

УДК 620.92(1-87)
DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-4-61-67

ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН В СТИМУЛИРОВАНИИ МИКРОГЕНЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Б. Аскарбеков, Ю.П. Симаков, О.Г. Гудкова

Аннотация. Проанализирована международная практика развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ), установлен значительный потенциал увеличения эффективности использования энергии и производства чистой энергии благодаря малым производителям, таким как владельцы частных и многоквартирных домов, государственные и некоммерческие организации и др. Отмечена зависимость стоимости производства энергии малых производителей и их потенциал спроса от возможностей подключения установок к общей сети. Доказано, что энергетические объекты, интегрированные в общую сеть, могут функционировать без дорогостоящих систем накопления энергии и иметь возможность продавать излишки произведенной электроэнергии другим потребителям, что делает период окупаемости систем намного короче, чем у автономных систем энергоснабжения. Предложены рекомендации по использованию ВИЭ в практике народного хозяйства Кыргызстана.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика; энергоэффективность; чистая энергия; производители энергии; неэнергоемкие коммерческие предприятия; системы накопления энергии; автономные системы энергоснабжения.

ЭНЕРГИЯНЫН КАЙРА ЖАРЛУУЧУ БУЛАКТАРЫНЫН НЕГИЗИНДЕ МИКРОГЕНЕРАЦИЯНЫ СТИМУЛДАШТЫРУУ БОЮНЧА ЧЕТ ӨЛКӨЛӨРДҮН ТАЖРЫЙБАСЫ

Б. Аскарбеков, Ю.П. Симаков, О.Г. Гудкова

Аннотация. Макалада энергиянын кайра жаралуучу (ЭКЖ) булактарын өнүктүрүүнүн эл аралык практикасы талдоого алынды, жеке жана көп батирлүү үйлөрдүн ээлери, мамлекеттик жана коммерциялык эмес уюмдар сыяктуу чакан өндүрүүчүлөрдүн аркасында энергияны пайдалануунун жана таза энергияны өндүрүүнүн натыйжалуулугун жогорулатуунун олуттуу потенциалы аныкталды. Чакан өндүрүүчүлөрдүн энергия өндүрүшүнүн наркынын жана алардын керектөө потенциалынын жалпы тармакка орнотууларды кошуу мүмкүнчүлүгүнөн көз карандылыгы белгиленген. Жалпы тармакка интеграцияланган энергетикалык объекттер кымбат энергияны сактоо системаларысыз иштей алары жана өндүрүлгөн ашыкча электр энергиясын башка керектөөчүлөргө сата алары далилденген, бул системалардын өзүн-өзү актоо мөөнөтүн автономдуу энергия системаларына караганда алда канча кыскартат. Кыргызстандын эл чарбасынын практикасында энергиянын кайра жаралуучу булактарын пайдалануу боюнча сунуштар сунушталды.

Түйүндүү сөздөр: кайра жаралуучу энергия; энергия натыйжалуулугу; таза энергия; энергия өндүрүүчүлөр; энергияны көп талап кылбаган соода ишканалары; энергия сактоо системалары; автономдуу электр менен жабдуу системалары.

EXPERIENCE OF FOREIGN COUNTRIES IN STIMULATING MICROGENERATION BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

B. Askarbekov, Yu.P. Simakov, O.G. Gudkova

Abstract. In the international practice of renewable energy sources (RES) development, there is a significant potential to increase energy efficiency and clean energy production due to small-scale producers such as private and apartment building owners, government and non-profit organizations, and low-energy-cost commercial enterprises and

organizations. However, the cost of energy production of these small producers, and hence their demand potential, is highly dependent on the ability to connect their energy facilities to the general grid. Energy facilities integrated into a common grid can operate without expensive energy storage systems and have the ability to sell surplus energy produced to other consumers, making the payback period of such systems much shorter than that of stand-alone energy supply systems. The article proposes the recommendations on the use of renewable energy sources in the practice of the national economy of Kyrgyzstan.

Keywords: renewable energy; energy efficiency; clean energy; non-profit organizations; non-energy-intensive commercial enterprises; energy storage systems; autonomous energy supply systems.

В настоящее время в Кыргызстане активно ведется разработка проекта плана по поощрению развития микрогенерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), установленных у потребителей энергии, включая физических лиц. Под микрогенерацией ВИЭ понимаются генерирующие объекты мощностью до 15 кВт. Проводимые исследования направлены на анализ мирового опыта стимулирования микрогенерации, а также на изучение нормативно-правовых и технических препятствий, с которыми сталкиваются малые объекты возобновляемой энергетики республики при подключении к общей сети, и опыта их преодоления. Целью исследования является разработка предложений по устранению существующих нормативных, экономических и технических проблем микрогенерации ВИЭ в жилом и коммерческом секторах, опираясь на опыт стран с высоким уровнем развития микрогенерации ВИЭ. Для этого используется информационная база, состоящая из местных законов и других нормативно-правовых документов Кыргызской Республики в области развития возобновляемой энергетики, а также аналогичных документов из Бельгии, Великобритании, Германии, Голландии, Италии, Канады, Китая, США и Японии. В качестве дополнительного источника информации рассматриваются Закон КР от 7 июля 1998 года № 88 «Об энергосбережении», Закон КР от 26 июля 2011 года № 137 «Об энергетической эффективности», Закон о возобновляемых источниках энергии, которые направлены на развитие и использование возобновляемых источников энергии, а также на усовершенствование энергетической эффективности и микрогенерации. Кроме того, используется база данных DSIRE (Database of State Incentives for Renewable and Efficiency), администратором которой является Центр чистых энергетических технологий при Университете Северной Каролины. Обзор различных государственных мер стимулирования солнечной генерации в зарубежных странах, являющихся лидерами в развитии возобновляемой энергетики, показал, что Германия, Голландия, Канада и Китай широко используют прямые меры стимулирования микрогенерации на основе ВИЭ, такие как гранты, субсидии и налоговые льготы.

Эффективность таких мер подтверждена обширным количеством практических примеров [1–10], однако их использование требует значительных финансовых затрат. Гранты и субсидии, как правило, предоставляются с целью снижения финансовых препятствий для распространения технологий микрогенерации, что связано с высокой начальной стоимостью приобретения и установки оборудования (такого как солнечные панели, малые ветрогенераторы, тепловые насосы и прочее) [6, 11]. Бонусные тарифы также направлены на снижение финансовых преград, но их основной эффект заключается в сокращении времени окупаемости оборудования, а не в уменьшении начальных капиталовложений, необходимых для запуска производства энергии [10]. Налоговые льготы могут быть ориентированы как на уменьшение необходимого первоначального капитала (например, нулевая ставка налога на продажу), так и на сокращение времени окупаемости оборудования (например, освобождение от налогообложения доходов, полученных от продажи электроэнергии в сеть).

В то же время, некоторые страны, такие как Бельгия, США и Япония дополняют или даже заменяют меры прямого стимулирования микрогенерации на основе ВИЭ развитием локальных или региональных углеродных рынков и аналогичных организационно-экономических механизмов рыночного характера. Механизмы торговли квотами на выбросы CO₂ и аналогичные им механизмы торговли сертификатами «чистой» энергии обычно направлены на повышение энергоэффективности и развитие возобновляемой энергетики, не разделяя технологии на микро- и макрогенерацию. Системы торговли

квотами заставляют компании либо покупать разрешения на выбросы по рыночной цене за каждую дополнительную единицу загрязнения (в основном CO₂), либо отказываться от возможности продать такое разрешение. В результате любые выбросы облагаются платой, что способствует увеличению стоимости продукции, производство которой сопровождается большими выбросами загрязняющих веществ.

Такие рамочные условия стимулируют разработку инноваций, направленных на снижение стоимости продукции путем сокращения выбросов. Эти стандарты устанавливают минимальную долю энергии, полученную из возобновляемых источников (или «чистых» источников), в общем объеме производимой энергии. За каждую единицу произведенной энергии из таких источников генерирующие компании получают сертификаты. По истечении отчетного периода каждая компания должна предоставить столько сертификатов, сколько требуется для соответствия стандартам. Лишние сертификаты могут быть проданы другим компаниям по их усмотрению.

Таблица 1 – Мировые меры государственного симулирования развития микрогенерации на основе ВИЭ

Страна	Меры стимулирования			
	Бонусный тариф	Гранты и субсидии	Механизмы углеродного рынка	Налоговые льготы
Бельгия	–	–	Микро-когенерация, генерация электроэнергии на основе ВИЭ	Биогаз, биомасса, солнечная, геотермальная, микро-когенерация
Великобритания	Генерация электрической и тепловой энергии на основе ВИЭ	Генерация тепловой энергии на основе ВИЭ	Микро-когенерация, генерация электроэнергии на основе ВИЭ	Все виды ВИЭ
Германия	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ, микро-когенерация	Микро-когенерация	–	Все виды ВИЭ, микрокогенерация
Голландия	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	Солнечные коллекторы, микро-когенерация	–	–
Италия	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ, солнечные коллекторы, биомасса	–	Микро-когенерация, генерация электрической энергии на основе ВИЭ	–
Канада	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	Солнечные коллекторы	–	Все виды ВИЭ
Китай	–	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	–	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ
США	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	Генерация электрической и тепловой энергии на основе ВИЭ	Генерация электрической и тепловой энергии на основе ВИЭ	–
Япония	–	Топливные элементы, фотовольтаика	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	Все виды ВИЭ, микро-когенерация

В таблице 1 приведены мировые меры государственного симулирования развития микрогенерации на основе ВИЭ.

Одним из примеров страны, занимающейся генерацией и распределением электроэнергии, являются США, а для достижения целей по объемам производства возобновляемой энергии используется схема двустороннего учета электроэнергии, известная как Net Metering [12–14] (рисунок 1). Эта схема позволяет клиентам компенсировать потребление электроэнергии за счет энергии, производимой их собственными малыми генерирующими устройствами (как правило, солнечными панелями или малыми ветрогенераторами), которые подключены к общей электросети. Согласно принципу Net Metering, владелец возобновляемой энергии получает зачисление на свой счет в размере, равном или превышающем произведенное количество электроэнергии. Если устройство для генерации электроэнергии производит больше, чем использует его владелец ежемесячно, избыточная энергия может быть сохранена в виде кредита на следующие месяцы или выплачена в виде денежной компенсации обычно в конце года. Сумма компенсации за избыточную энергию рассчитывается по различным методикам в зависимости от законодательства штата, и в некоторых штатах такие денежные выплаты не предусмотрены.

Еще одним инновационным механизмом поощрения микрогенерации в США является концепция «виртуального счетчика». Эта инициатива позволяет владельцам отдельных квартир или домов получать выгоды от производства солнечной энергии, даже если у них нет возможности установить солнечные панели на своей собственной крыше из-за ее затененности или местоположения на нижних этажах. Стоимость сгенерированной солнечной энергии оборудованием, установленным на общей крыше или других частях здания, учитывается в счетах владельцев квартир в соответствии с их долей в собственности. Кроме того, жильцы многоквартирных домов могут оформить подписку на получение солнечной энергии от ближайшего источника генерации, который находится за пределами их собственности, а в определенных случаях даже получить право собственности на этот источник.

Как отмечается по состоянию на октябрь 2015 года, подобные программы активны в 16 штатах. В некоторых из них применение таких программ ограничено определенными категориями потребителей, например, теми, кто проживает в сельской местности или является клиентами определенной энергетической компании.

Мы тщательно изучили процесс подключения клиентов по схеме Net Metering на примере американского сетевого оператора Rocky Mountain Power, обслуживающего потребителей в трех разных

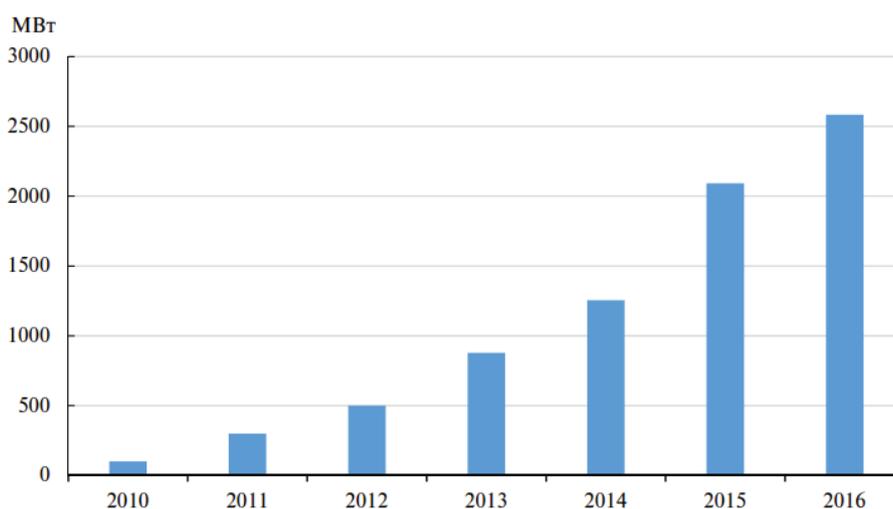


Рисунок 1 – Годовые объемы инсталляции фотоэлектрических панелей в жилом секторе США.
Источник: составлено на основе данных Solar Industries Association (SEIA)

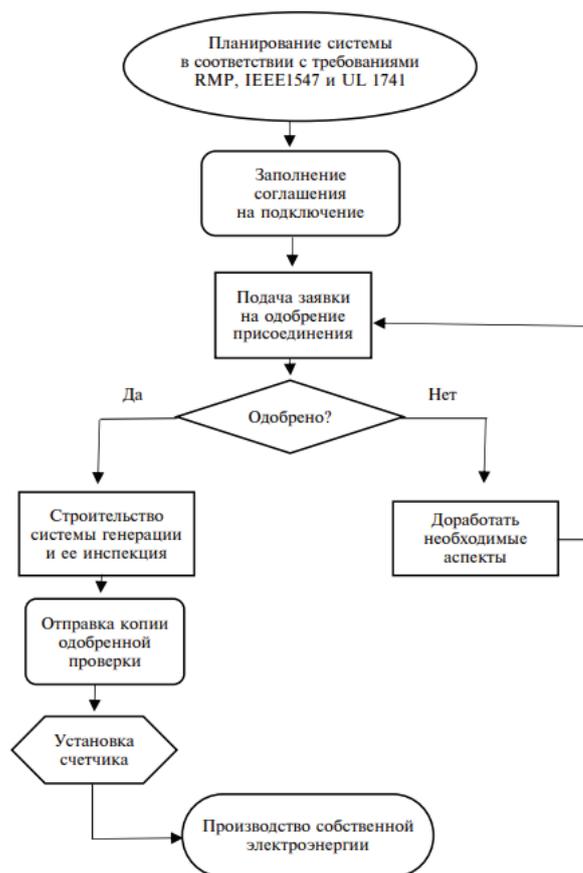


Рисунок 2 – Блок-схема подключения системы генерации к общей сети.
 Источник: разработано на основе данных официального сайта компании

штатах: Айдахо, Юта и Вайоминг. Этот анализ показал, что процедура подключения к сети довольно длительная и занимает до 70 дней. Она состоит из нескольких основных этапов (рисунок 2).

Первый этап – планирование системы. На этом этапе компания предлагает клиенту несколько типовых решений (представленных в виде брошюр, доступных для скачивания на официальном сайте компании), а также информирует клиента о требованиях, которые необходимо соблюсти при выборе и установке оборудования: солнечные панели и инверторы должны соответствовать принятым стандартам. Технические стандарты для системы распределенной генерации охватывают нормы по заземлению, режимам изолированной работы и обеспечению безопасного доступа персонала компании. Перед утверждением установки и подключения, сетевая компания проводит анализ дизайна энергосистемы на соответствие требованиям и совместимость с используемым оборудованием для обеспечения работы сети. При необходимости проект может быть скорректирован, что может повлиять на его бюджетный план.

Выводы. Таким образом, процесс подключения микро-генерирующих устройств к общей сети строго регламентирован и никогда не осуществляется в уведомительном порядке, как предлагается рассматривать данный процесс в Кыргызстане. Несмотря на отсутствие в регламенте прямых требований к установке оборудования определенных производителей (например, американских), существует возможность протекционизма путем обращения к услугам сертифицированных компаний,

занимающихся проектированием генерирующих систем. Это способствует развитию национальной экономики за счет формирования спроса на продукцию высокотехнологичных производств и услуги квалифицированных специалистов.

Рекомендации и предложения:

1. Рассмотреть возможность включения многоквартирных домов в использование микрогенерации солнечной энергии и внедрить для них схему «виртуального счетчика» для взаиморасчетов с электроснабжающими организациями.

2. Ввести дополнительные финансовые стимулы для развития микрогенерации ВИЭ в Кыргызстане, такие как имущественный налоговый вычет для физических лиц, приобретающих и устанавливающих сертифицированное на кыргызском рынке оборудование.

3. Признать использование ВИЭ как природоохранную и энергосберегающую деятельность и предоставить соответствующие льготы, такие как снижение налога на имущество для физических лиц, занимающихся этой деятельностью.

4. Дать право на технологическое подключение объектов малой генерации только сертифицированным компаниям, работающим с кыргызскими сертифицированными поставщиками и производителями оборудования альтернативной энергетики.

Для решения проблемы слабой заинтересованности как сетевых компаний, так и частных лиц в подключении микрогенерации на основе ВИЭ, предлагается внести изменения в существующее законодательство. Предлагается рассмотреть закон «О возобновляемых источниках энергии» таким образом, чтобы обязанность сетевых компаний осуществлять компенсацию потерь распространялась на малые ВИЭ до определенной мощности без необходимости прохождения процедуры квалификации. Это позволит упростить процесс для малых производителей и стимулировать интерес сетевых компаний к их подключению.

Предложенное изменение, хотя и не требует радикальных изменений в деятельности сетевых компаний, все же может иметь неожиданные последствия. Для оценки возможных эффектов внесения такого изменения и других модификаций в законодательство в области электроэнергетики необходимо провести моделирование и анализ эффективности таких мер на основе аналогичных исследований.

Поступила: 12.03.24; рецензирована: 26.03.24; принята: 28.03.24.

Литература

1. Kaygusuz A. Renewable energy integration for smart sites / A. Kaygusuz, C. Keles, B.B. Alagoz, A. Karabiber // Energy and Buildings. 2013. No. 64. Pp. 456–462.
2. Fidalgo J.N. Fostering microgeneration in power systems: The effect of legislative limitations / J.N. Fidalgo, Dalila B.M.M. Fontes // Electric Power Systems Research. 2012. Vol. 84. Is. 1. Pp. 181–186. URL: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2011.11.013>
3. Yang L. Energy and cost analyses of a hybrid renewable microgeneration system serving multiple residential and small office buildings / L. Yang, E. Entchev, M. Ghorab, E.J. Lee, E.C. Kang // Applied Thermal Engineering. 2014. Vol. 65. Is. 1–2. Pp. 477–486.
4. Ратнер С.В. Управление качеством энергоснабжения в энергосистемах со смешанным типом генерации: организационно-экономические аспекты / С.В. Ратнер // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2016. № 19. С. 2–6.
5. Родионова М. «Детские болезни» малой энергетики / М. Родионова // Электроэнергия. 2014. № 2. С. 18–23.
6. Stedmon A.W. Microgeneration schemes: user behaviours and attitudes towards energy consumption / A.W. Stedmon, R. Winslow, A. Langley // Ergonomics. 2013. Vol. 56. Is. 3. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2012.723140>.
7. Entchev E. Simulation of hybrid renewable microgeneration systems in load sharing applications / E. Entchev, L. Yang, M. Ghorab, E.J. Lee // Energy. 2013. Vol. 50(1). Pp. 252–261.

8. *Воронина Л.А.* Мировой опыт налогового стимулирования инвестиций в развитие высокотехнологичных видов экономической деятельности / Л.А. Воронина, В.В. Иосифов, Д.В. Дира, Е.А. Нестеренко // *Финансы и кредит.* 2012. № 13 (493). С. 63–70.
9. *Brennan T.J.* Energy efficiency resource standards: economic and policy / T.J. Brennan, K.L. Palmer // *Utilities Policy.* 2013. No. 25. Pp. 58–68.
10. *Hawkes A.* Comparative review of policy support mechanism for microgeneration / A. Hawkes // *Proceedings of the 3rd edition of the International Conference on Microgeneration and Related Technologies, 15–17 April, 2013. Naples, Italy.*
11. *Иосифов В.В.* Перспективы развития в России рынков энергоэффективных технологий массового спроса / В.В. Иосифов // *Дайджест-финансы.* 2017. Т. 22. Вып. 1. С. 19–32.
12. *Coffman M.G.* An assessment of greenhouse gas emissions-weighted clean energy standards / M.G. Coffman, J.P. Griffin, P. Bernstein // *Energy Policy.* 2012. No. 45. Pp. 122–132.
13. *Davies L.L.* Emerging shadows in national solar policy? Nevada's net metering transition in context / L.L. Davies, S. Carley // *The Electricity Journal.* 2017. Vol. 30. Is. 1. Pp. 33–42. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tej.2016.10.010>.
14. *Li H.* Multilevel governance and deployment of solar PV- panels in U.S. cities / H. Li, H. Yi // *Energy Policy.* 2014. No. 69. Pp. 19–27. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.006>.