

Энергетические «острова»: микрогрид для удаленных и изолированных территорий. Автономные гибридные энергетические системы обещают эффективное и экономичное энергоснабжение труднодоступных территорий.

[Igor Chausov](#) Follow

Jan 24

В мире существует множество территорий, которые можно отнести к категории островных, изолированных или труднодоступных. По тем или иным причинам эти территории не имеют электрической связи с «большой землей» и централизованного энергоснабжения, поэтому обеспечение их электроэнергией организуется локально, непосредственно в местах расположения потребителей.

Неудивительно, что при колоссальных размерах Российской Федерации не все её регионы охвачены сетями Единой энергетической системы (ЕЭС). По разным оценкам, на изолированных территориях проживает от 11 до 20 миллионов граждан РФ. Производство электроэнергии для них осуществляется местными объектами генерации, а её доставка до потребителей местными (локальными, изолированными) сетями.



АГЭУ в селе Менза Забайкальского края. Источник: ГК Хевел

Во многих таких местах единственным источником электроэнергии исторически является дизельное топливо, которое доставляется «с большой земли» разными путями, а снабжение потребителей организуется по локальной сети, берущей своё начало от подстанции, размещенной при дизельной генерирующей установке. Такая ситуация характерна не только для России, это «обычная международная практика». Например, до недавнего времени энергообеспечение острова-государства Мальта в Средиземном море полностью основывалось на привозных нефтепродуктах.

По мере развития возобновляемых источников энергии, систем накопления энергии, информационных технологий и снижения их стоимости всё более широкое распространение получают более сложные и эффективные автономные энергетические решения для изолированных регионов.

Микрогрид—средство повышения эффективности энергоснабжения изолированных территорий

Повышение эффективности энергоснабжения на изолированных территориях на основе современных технологий является важной государственной задачей.

В президентском Указе «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» сформулирована задача «развития распределённой генерации, в том числе на основе возобновляемых источников энергии, в первую очередь в удалённых и изолированных энергорайонах»^[1].

В декабре 2018 года вице-премьер РФ Д. Козак поручил подготовить проект плана по модернизации неэффективной дизельной, мазутной и угольной генерации в труднодоступных регионах России^[2].

Для выполнения поставленных задач на нынешнем историческом этапе целесообразно использовать современные технологические решения, которые часто называют микро или мини-сетями (англ. microgrids, minigrids).

Принимая во внимание, что английское слово «grid» можно перевести не только как, собственно, «электрическая сеть», но и «энергетическая система», термин микро(мини)сеть также не следует понимать в узком смысле—речь идёт именно о «миниатюрной энергосистеме», а не только о сетевом хозяйстве.

В-принципе, микросеть может работать как в островном режиме, так и быть подключенной в качестве самостоятельной единицы к сети централизованного энергоснабжения. Поэтому в статистике обычно отдельно выделяют системы, работающие изолированно (remote microgrids).

Для построения микросети в изолированных районах не существует единого универсального решения. Компоновка систем зависит от финансово-экономических условий, логистических возможностей и потенциала использования соответствующих ВИЭ на местах, наличия соответствующих технологических компетенций у инжиниринговых компаний, строящих микросети.

При этом в мире отмечается очевидная тенденция перехода от более простых решений к более сложным и технически совершенным. Например, начальным этапом эволюции «старых» локальных систем является добавление к дизельному генератору дополнительных генерирующих мощностей, функционирующих на основе ВИЭ. Наиболее распространёнными и популярными типами таких систем являются ветро-дизельные и солнце-дизельные комплексы. Поскольку выработка ветровых и солнечных электростанций имеет стохастический характер, весьма логичен переход на следующий этап—эффективность системы повышают накопители энергии. Например, отсутствие выработки в темное время суток и необходимость балансирования нагрузки в течение дня не позволяют фотоэлектрической генерации заместить более, чем 20–30% дизельных мощностей. Использование накопителей энергии позволяет продлить период использования «чистой» электроэнергии в течение суток, и ещё больше сократить потребление дизельного топлива, а также повысить общую надёжность системы. По мере снижения стоимости накопителей энергии в будущем они станут всё чаще использоваться в изолированных энергосистемах, всё больше снижая зависимость от привозных энергетических ресурсов.

Синхронизация, обеспечение оптимально сбалансированной работы таких гибридных объектов генерации, объединённых в микросети, является сложной инженерной задачей, требующей использования подходящих автоматики и программного обеспечения. Совершенствование данных средств автоматики и ПО, повышающее эффективность взаимодействия всех элементов микросетей, является важной задачей их дальнейшего развития.

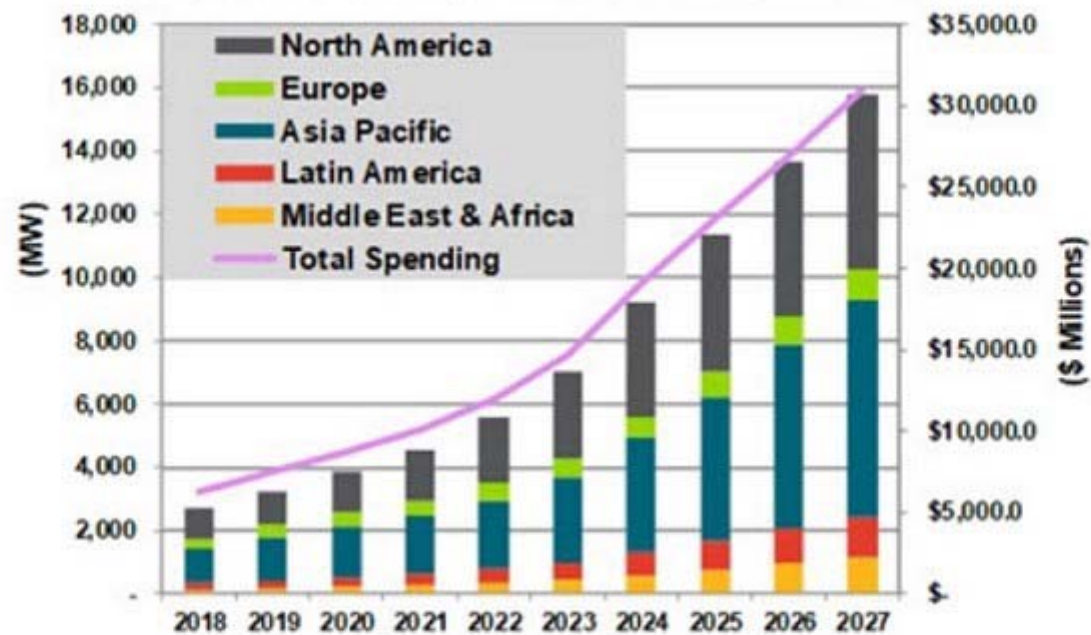
Мировой рынок remote microgrid и реализованные проекты

В глобальном масштабе уже реализованы сотни проектов микросетей с использованием ВИЭ в изолированных (островных) энергосистемах.

По данным Navigant Research, *годовой* объем рынка remote microgrid в 2018 году составил 1231 МВт, а микросетей, связанных с «большой землей» (grid-tied microgrid)—1463 МВт. Суммарно объем рынка в денежном выражении—более 3 млрд долларов США. К 2027 г рынок вырастет до 4230 МВт для изолированных микросетей и 11576 МВт—для «сетевых», или 30 млрд долларов США суммарного годового объема рынка. Следует отметить, что в своих исследованиях Navigant Research не учитывает локальные сети, построенные вокруг исключительно дизельной генерации, для включения в отчет в состав микросети обязательно должен входить как минимум один возобновляемый источник энергии.

HOW FAST WILL GLOBAL MICROGRID MARKET GROW?

Annual Microgrid Capacity and Spending by Region, Base Scenario, World Markets: 2018-2027



(Source: Navigant Research)

Как быстро будет расти рынок микросетей? Источник: Navigant Research

Один из последних и крупнейших примеров микросети—этот проект компании «Тесла» на острове Кауаи (штат Гавайи, США), где установлена солнечная электростанция мощностью 13 МВт и накопители энергии ёмкостью 52 МВт·ч, что позволяет экономить 6 млн литров дизельного топлива в год.

В России группой компаний «Хевел» построена «автономная гибридная энергоустановка» (АГЭУ) в селе Менза Забайкальского края[3]. Объект состоит из двух дизельных генераторов (ДГУ) по 200 кВт каждый (один из них резервный), фотоэлектрических солнечных модулей суммарной мощностью 120 кВт, накопителя энергии ёмкостью 300 кВт·ч (литий-железо-фосфатные аккумуляторы производства «Лиотех»), комплекта инверторов и программного обеспечения, позволяющего координировать работу включенных в систему устройств и управлять АГЭУ полностью в автоматическом режиме. Оборудование настроено таким образом, что в локальную сеть в приоритетном порядке поступает электроэнергия, вырабатываемая солнечной электростанцией. Во вторую очередь «включаются» аккумуляторные батареи, в-третью—дизельная установка. Аккумуляторы выполняют роль буфера для солнечной энергии, и помогают сдвигать её потребление на вечерние часы. Кроме того, с их помощью оптимизируется загрузка ДГУ, что способствует продлению ресурса дизельного генератора.

АГЭУ позволила не только снизить удельный расход топлива с 0,55 до 0,24 кг/кВт·ч, то есть более, чем в два раза, но и обеспечивала принципиально иное качество энергоснабжения—теперь электроэнергия поставляется без перебоев 24 часа в сутки. Важно отметить, что возврат инвестиций и доход инвестора в данном случае обеспечиваются за счёт экономии дизельного топлива.

Энергоснабжение изолированных территорий на основе местных энергоресурсов

В зависимости от наличия местных ресурсов для организации энергоснабжения изолированных районов также используют энергию воды или биомассы. Такие объекты также могут выступать в комбинации с солнечными и ветровыми электростанциями и накопителями энергии.

Например, в Индии, где автономные системы энергоснабжения изолированных районов распространены чрезвычайно широко, компания Husk Power Systems полностью выстроила систему энергоснабжения *на основе местных источников* в деревне Tamkuhi Raj[4]. Биомасса, солнце и накопители обеспечивают надёжное круглосуточное обеспечение электроэнергией всех потребителей села, объединённых локальной минисетью. В качестве биомассы используется рисовая шелуха, местные отходы, которые здесь в избытке. В данном случае применяется технология газификации биологического сырья с последующей газовой генерацией электроэнергии.



Солнечная электростанция в деревне Таткиһи, Индия. Источник: PV-Tech.

Микросети для энергоснабжения удаленных промышленных предприятий

Отдельным направлением развития энергоснабжения в изолированных энергосистемах является создание современных мини-сетей, включающих ВИЭ, для энергоснабжения удаленных промышленных предприятий, главным образом месторождений природных ресурсов и полезных ископаемых.

Одним из крупнейших реализованных проектов является система, построенная на (изолированном) медно-золотом месторождении DeGrussa компании Sandfire в Австралии.

Здесь в дополнение к 19-мегаваттной дизельной электростанции установлена солнечная электростанция мощностью 10,6 МВт, состоящая из оснащенных трекерами (системами слежения за солнцем) 34080 солнечных модулей. Объект дополнен накопителями энергии на основе литий-ионных аккумуляторов с параметрами 4 МВт/1,8 МВт·ч (6 МВт—пиковая мощность). Эта установка позволяет экономить 5 млн. литров дизтоплива (или 20% его прежнего потребления) в год и сокращает выбросы CO₂ на 12 тысяч тонн в год.

Преимущества микросетей

Микросети позволяют обеспечить эффективную интеграцию ВИЭ и снизить потребление нефтепродуктов в изолированных регионах, сократить объемы выбросов парниковых газов и улучшить местную экологическую обстановку. Чрезвычайно важно, что они также обеспечивают бесперебойное круглосуточное энергоснабжение и высокое качество электроэнергии.

Перспективные направления развития микросетей

Перспективными направлениями развития микросетей в изолированных районах являются совершенствование аппаратного и программного обеспечения, позволяющего генерирующим мощностям и накопителям энергии, включенных в микросети, работать в наиболее оптимальном для них режиме, и сохраняющего при этом заданный уровень надежности и устойчивости работы энергосистемы; создание гибкой системы, масштабируемой по принципу «подключи и работай» (plug-and-play), которая не требовала бы обширного перепроектирования при добавлении или удалении тех или иных энергетических ресурсов; внедрение механизмов автоматизированного управления производством и потреблением множества распределенных генерирующих устройств (просьюмеров) в рамках микросетей, в том числе с использованием технологий IoT.

Подготовлено Инфраструктурным центром EnergyNet.

Автор: Владимир Сидорович

[1] <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425>

[2] <http://government.ru/orders/selection/401/35150/>

[3] Подробнее: <http://renew.ru/autonomous-hybrid-power-plants-how-and-why-does-it-work/>

[4] <https://www.pv-tech.org/editors-blog/rice-rays-and-recharge-how-an-indian-village-got-24-7-clean-energy>