

---

## УДК 621.31

С.В. ГАЙНУЛЛИНА, студент гр.5282 (КНИТУ-КАИ)  
г. Казань

### ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ

Развитие энергетики касается не только роста возобновляемых источников энергии, но и перехода от централизованного к экологически чистому, децентрализованному производству электроэнергии. Развитие децентрализованной энергетики является ключевой частью энергетических и экономических стратегий, принимаемых во всем мире, что способствует продвижению к высокоуровневому будущему.

“Энергетическая трилемма” часто используется в энергетической отрасли как термин, который представляет комплексные проблемы энергетической безопасности, социального воздействия (например, доступность энергии) и чувствительности к окружающей среде (например, выбросы  $CO_2$ ) [1]. Устойчивое производство и потребление энергии играет важную роль в решении этой трилеммы при сохранении благосостояния нынешнего и будущих поколений и достижении всеобъемлющей цели обеспечения энергетической безопасности, доступного энергоснабжения и защиты окружающей среды. С одной стороны, эффективность и устойчивость традиционной модели централизованного производства, передачи и распределения электроэнергии становится все труднее оправдать, несмотря на экономический масштаб, безопасность и надежность. Например, самая современная централизованная электростанция в Великобритании, по оценкам, достигает энергоэффективности всего в 50%, а дополнительные потери энергии в размере 9% могут быть вызваны передачей электроэнергии по распределительным сетям [2].

За последние десятилетия затраты на солнечные панели и аккумуляторные батареи были значительно снижены, что мотивирует внедрение альтернативных способов производства и потребления энергии в сочетании с интеллектуальными счетчиками. В этом случае тенденция будущего развития энергетики касается не только высоко возобновляемых источников энергии, но и перехода от централизованной энергетики к чистой децентрализованной энергетике.

Децентрализованная энергетика все еще находится в зачаточном состоянии и сталкивается со многими проблемами, которые ограничивают их применение. Соответствующая политика, законодательство и механизмы должны быть усовершенствованы, учитывая, что внедрение систем децентрализованной энергетики включает в себя множество аспектов, таких

---

как экономические стимулы, управление торговлей энергией, защита окружающей среды и управление спросом.

Системы децентрализованной энергетики с использованием возобновляемых источников энергии обычно производится вблизи мест потребления этого ресурса, в то время как централизованная энергия производится в крупных электростанциях и передается через национальные сети. Децентрализованная энергетика включает в себя ряд технологий, которые используют различные источники возобновляемой энергии, такие как малая гидроэнергетика, энергия ветра, солнечная энергия (включая солнечную фотоэлектрическую и тепловую энергию) и биомасса. Было предложено несколько определений децентрализованной энергетики, все из которых в целом учитывают электростанции, вырабатывающие электроэнергию, которые подключены к распределительной сети, а не к крупномасштабной передаче сеть; небольшие электростанции, которые поставляют электроэнергию в локальную область и продают любые излишки обратно в распределительную сеть; мелкомасштабные установки солнечных панелей, ветряных турбин или других источников возобновляемой энергии для местного потребления и продажи излишков; комбинированные теплоэлектростанции, выработка, электроэнергии которых в основном используется для местного потребления или питается в трансмиссию сеть и тепло которой часто используется локально в домашних хозяйствах, небольших зданиях или сообществах; негазовые источники тепла, такие как биомасса, солнечные тепловые панели или геотермальная энергия, которые обеспечивают теплом только одно домашнее хозяйство, здание [3]. Различные источники возобновляемой энергии могут быть использованы в разных масштабах.

В настоящее время децентрализованная энергетика рассматривается как ключевая часть будущих энергетических и экономических стратегий, принимаемых во всем мире. Внедрение таких систем также дает ряд ощутимых преимуществ. Во-первых, децентрализованное производство "зеленой" энергии может снизить потери при передаче и выбросы углекислого газа, что делает этот подход чрезвычайно полезным в борьбе с изменением климата. Во-вторых, децентрализованная энергетика обладает более высокой эффективностью производства и распределения электроэнергии по сравнению с традиционным централизованным производством электроэнергии и увеличивает вклад возобновляемых источников энергии. В-третьих, децентрализованная энергетика может повысить безопасность энергоснабжения, учитывая, что широко распространенное потребление энергии не зависит в значительной степени от нескольких крупных и удаленных электростанций. В-четвертых, децентрализованная энергетика обеспечивает экономически эффективный способ достижения целевых по-

---

казателей по выбросам углерода, и потребители могут в полной мере участвовать в продвижении местного производства, устойчивого, конкурентоспособного и более разумного выбора энергии [4].

Несмотря на эти преимущества, широкое внедрение данных систем ограничено многими факторами. Например, подключение к электросети и обратный учет создают технологические проблемы в реальных сценариях внедрения. Более того, новые технологии, подходящие для конкретных сред внедрения, такие как топливные элементы, в основном находятся на ранней стадии их коммерциализации.

Большие первоначальные капитальные затраты и длительные сроки окупаемости также могут препятствовать внедрению систем без государственных субсидий. С экологической точки зрения, механизмы аренды имущества и управления при разработке систем часто больше ориентированы на краткосрочную экономию средств и безопасность энергоснабжения, чем на выбросы углекислого газа.

Децентрализованная энергетика может обеспечивать пользователей экологически чистой энергией, вырабатываемой из местных возобновляемых источников энергии. Однако множество взаимосвязанных систем в крупномасштабной энергетической сети может создавать проблемы безопасности при эксплуатации.

Технология Micro-grid обеспечивает интерфейс для соединения различных систем и может поддерживать эффективную, безопасную, безотказную и оптимальную работу различных систем за счет эффективного управления. Другими словами, микросети могут интегрировать генерацию, хранение, реагирование на спрос и управление системой, а также обеспечивать инфраструктуру для решения вопросов энергетической безопасности, доступности и устойчивости. Эти микросети обычно имеют рассредоточенную, локально контролируемую и независимую энергетическую систему, которая может оптимизировать соответствие спроса и предложения в реальном времени, снизить нагрузку на национальную сеть и быть полностью совместима с возобновляемыми источниками энергии.

Ключевой особенностью, отличающей микросети от распределенной системы выработки электроэнергии с нагрузкой, является то, что первая обладает возможностями как подключения к сети, так и независимой работы. В макроскопическом аспекте микросети можно рассматривать как “виртуальные” источники питания или нагрузку в распределительной сети.

Децентрализованная энергетика является одним из наиболее эффективных решений энергетической трилеммы. Поэтому системное моделирование и оценка производительности альтернативных систем имеют решающее значение.

Список литературы:

1. Alstone P.; Gershenson D.; Decentralised energy systems for clean electricity access. 2015, 305–314.
2. Carson N.; Davies S.; Shields G.; Jones P.; Hillgarth T. Decentralised energy: Business opportunity in resource efficiency and carbon management. 2019, 2-3.
3. Wątróbski J.; Ziemia P.; Wolski W.; Methodological aspects of decision support system for the location of renewable energy sources. In: Federated Conference on Computer Science and Information Systems. IEEE, 2015, 1451–1459
4. Wu J.; Zuidema C. ;Gugerell K. Experimenting with decentralized energy governance in China: The case of New Energy Demonstration City program. Journal of Cleaner Production. 2018, 830–838

Информация об авторах:

Гайнуллина Сабина Васильевна, студент гр.5282, КНИТУ-КАИ,  
420111 г. Казань, ул. К. Маркса д.10, GaynullinaSV@stud.kai.ru