

## УДК 621.31

АКСЕНОВА А.А., магистрант гр. ЭПм-211 (КузГТУ)  
Научный руководитель ПАСКАРЬ И.Н., старший преподаватель (КузГТУ)  
г. Кемерово

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭНЕРГОУДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Задачей развития Российской Федерации в краткосрочной перспективе (до 2024 года) является модернизация электроэнергетического комплекса, особенно за счет внедрения распределенной генерации (РГ), а также возобновляемых источников энергии (ВИЭ). При этом цель распределенной энергетики и распределенных источников генерации состоит в повышении качества электроснабжения потребителей, местоположение которых весьма затрудняет обеспечение классического централизованного энергоснабжения. Кроме того, РГ будет способствовать вводу генерируемых мощностей в энергодефицитных районах России, а также позволит повысить надежность и эффективность энергообеспечения ответственных потребителей [1].

Для успешной реализации вышеуказанных задач необходимо ежегодно наращивать количество и суммарные мощности источников распределенной генерации потребителей, а также оптимально использовать потенциал распределенной генерации.

Децентрализованные системы электроснабжения (ДСЭ) используются преимущественно для снабжения близлежащих потребителей, то есть для собственной генерации. В связи с тем, что на данный момент не существует четкой законодательной регламентации использования излишек генерации электроэнергии, энергоустановки работают с частичной загрузкой. Таким образом, необходимо оптимизировать генерацию, распределение и потребление энергоресурсов.

Для ДСЭ актуальной сферой развития является объединение новейших технологий области электроэнергетики и электротехники, а также ИТ в процессах и системах управления. Подобная синергия технологий позволит малой энергетике нашей страны стать конкурентоспособной и привлекательной для инвестиций, а также обеспечит качественное энергоснабжение удаленных потребителей. Одним из таких направлений являются виртуальные электрические станции (ВиЭС).

Под виртуальной электрической станцией подразумевается интеллектуальная микросеть, которая соединяет в себе источники распределенной генерации, системы накопления энергии и потребителей. Все эти составляющие связаны между собой информационными и электрическими связями, а также поддаются управлению из единого центра управления [2]. Главной особенностью виртуальных электрических станций является передача близлежащим объектам излишек электрической энергии, полученных благодаря собственным источникам РГ. Также существует возможность объединения нескольких источников

РГ как единого генерирующего объекта с другой, более крупной энергосистемой.

Рассмотрим все возможные системы электроснабжения (СЭС) энергоудаленных потребителей. Классификация (см. рис. 1) была составлена с опорой на потребителей и энергосистему Сибири.



Рисунок 1. Классификация СЭС энергоудаленных потребителей

Таким образом, можно определить основные особенности ДСЭ:

- 1) Радиальная схема электроснабжения, как правило, состоит из единственного источника питания.
- 2) ДСЭ имеют один (0,4 кВ) или два (0,4 и 6(10) кВ) уровня распределения электрической энергии.
- 3) Для ДСЭ характерен дефицит мощности и неравномерный суточный график нагрузки.
- 4) При работе ДСЭ преимущественно используются малые источники собственной генерации (наиболее распространенные из них – дизельные электростанции).

Ежегодно в составе ДСЭ растет количество ВИЭ-генераций, которые чаще всего устанавливают совместно с дизельными генераторами. Тем не менее, этот факт не отменяет такие существующие недостатки ДСЭ, как невысокая надежность и низкая эффективность. Оба этих минуса вызваны высоким удельным расходом органического топлива и частыми перерывами в электроснабжении.

Объединение ДСЭ рядом расположенных объектов в единый энергорайон, а также применение технологий, входящих в состав ВиЭС, может способствовать увеличению энергоэффективности.

Существует множество различных способов повышения эффективности электроснабжения. В данной работе будут рассмотрены именно методы повышения эффективности ДСЭ.

Особенностью функционирования объединенного электротехнического комплекса (ЭТК), соединившего в себе распределенную генерацию и ВИЭС на базе ВИЭ, является максимальное использование имеющейся мощности ВИЭ-генерации. Невостребованная мощность может использоваться для передачи источникам органического топлива. Как следствие, положительным эффектом от применения виртуальных электрических станций в ДСЭ можно считать оптимизацию тарифов на электрическую энергию, а также уменьшение расхода органического топлива и уменьшение потерь электрической энергии при необходимости питания от близлежащих источников генерации [3].

Данный способ повышения эффективности ДСЭ путем объединения различных типов источников генерации в единый управляемый ЭТК тесно связан с выбором структуры электрической сети проектируемого ЭТК [4].

Активное развитие альтернативных видов источников генерации ставит задачи разработки структуры и топологии электрической сети, которая называется ЭНЕРНЕТ. Основу её составят локальные электрические сети (ЛЭС), состоящие из ВИЭ-генерации, СНЭ и интеллектуальной сети управления. Такие ЛЭС могут объединяться между собой, а также подключаться к системе внешнего электроснабжения, содержащей крупные источники генерации (ТЭЦ, ТЭС, ГЭС, АЭС).

Для практического объединения ДСЭ в единую электрическую сеть можно адаптировать методы, которые используются при проектировании централизованных систем энергоснабжения (ЦСЭ). Для этого следует представить в виде графов сложную структуру электрической сети ЭТК, объединяющего децентрализованные системы энергоснабжения. Таким образом, для решения задачи оптимизации топологии ДСЭ необходимо использовать теорию графов совместно со структурно-топологическим анализом [5-7].

Итак, основными особенностями и слабыми местами ДСЭ можно считать высокий расход органического топлива, низкое качество электрической энергии, а также растущий уровень потерь электроэнергии при её передаче от источника генерации к потребителям.

Для предотвращения рассмотренных недостатков электроснабжения энергоудаленных потребителей необходимо оптимизировать топологию электрической сети, входящей в структуру виртуальной электрической станции, посредством разложения такой интеллектуальной системы на теорию графов.

#### Список литературы:

1. Старченко А.Г., Дзюбенко В.В., Ряпин И.Ю. Интернет энергии: Будущее электроэнергетики уже наступило // Цифровая энергетика. 2018. №5. С.17–24
2. Smart Power Grids – Talking about a Revolution // IEEE Emerging Technology Portal, 2009.

3. Соснина, Е.Н. Повышение эффективности децентрализованных систем электроснабжения / Е.Н. Соснина, А.В. Шалухо, И.А. Липужин, А.Ю. Кечкин, А.А. Ворошилов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2018. - № 3 (122). - С. 81-91.
4. Аксенова А.А., Анализ вариантов топологий электрической сети виртуальной электростанции / Сборник материалов XII Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия Молодая» // Аксенова А.А. – К.: КузГТУ, 2020 – 6с.
5. Соснина, Е.Н. Вопросы электроснабжения потребителей, удаленных от сетевой инфраструктуры / Е.Н. Соснина, А.Ю. Кечкин, Д.А. Филатов // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. - 2014.-№5 (107), спец. выпуск.-С. 100-105.
6. Аксенова А.А., ПЕРСПЕКТИВЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В РОССИИ / Сборник материалов XIII Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия Молодая» // Аксенова А.А. – К.: КузГТУ, 2021 – 7с.
7. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SmartGrid. М.: ИАЦ Энергия, 2010. 208с.