

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ SMART GRID НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Шендрик С. А.¹, Тимчук С. А.², Шендрик В. В.¹, Бойко О. В.¹, Парфененко Ю. В.¹, Уалиев Ж.³

¹ Сумской государственной университет,

² Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

³ Казахский национальный университет им. Аль-Фараби

Предложено стратегию управления режимом работы Smart Grid на основе возобновляемых источников энергии и схему процесса сбора и обработки информации, которые позволят повысить качество принятия решения в отношении функционирования гибридной электросети.

Постановка проблемы. В связи с возрастающими энергозатратами, а также строгими экологическими нормами, растет потребность в повышении эффективности использования ресурсов, что делает необходимыми энергоэффективные решения. Таким образом, увеличивается значимость инноваций, основанных на технологиях, предназначенных для энергосбережения, таких как Smart Grid.

Smart Grid - это не просто компиляция интеллектуальных счетчиков или других электрических устройств, это ряд технологий, концепция полностью интегрированной, саморегулируемой и самовосстанавливающейся сети электропитания, которая имеет топологию сети и включает в себя все источники генерации, передачи и распределения, управляемую единой сетью информационных и управляющих устройств и систем [1, 2].

Smart Grid предназначена для предоставления данных в режиме реального времени о почти мгновенном балансе энергоснабжения и спроса. Для обеспечения надежности энергосети путем снижения пиковых требований и повышения энергоэффективности, управление данными, используемыми для работы и обслуживания системы Smart Grid, требует инструментов анализа данных и принятия решений.

Одним из способов повышения энергоэффективности внедрения Smart Grid является его интеграция с возобновляемыми источниками энергии. Возобновляемые источники энергии, такие как энергия ветра и солнечная энергия, обладают техническими качествами, которые дают им преимущества перед более традиционными формами производства электроэнергии [3]. Во-первых, их максимальная производительность зависит от наличия в текущий момент ветра и солнечного света, что можно предсказать заранее. Во-вторых, они модульные. В-третьих, ветер и солнечный свет доступны почти повсеместно, поэтому не требуется транспортировка к месту выработки энергии.

Планирование и эксплуатация Smart Grid на основе возобновляемых источников энергии требуют разработки инструментов управления энергией, которыми являются информационные системы для поддержки принятия решений при управлении производством энергии с учетом спроса потребителей.

Анализ последних исследований и публикаций. В последние годы во всем мире ускорилась техническая, экономическая и рыночная трансформация электроэнергетического сектора, связанная с концепцией развития возобновляемой энергии Smart Grid.

Использование возобновляемых источников энергии направлено на удовлетворение более высокой доли спроса на энергию и снижение уровня загрязнения и дефицита топлива. Согласно [4], можно выделить ключевые особенности Smart Grid: самовосстановление, расширение прав пользователя, безопасность, повышение качества электроэнергии, использование различных источников генерации, оптимизация использования и уменьшение расходов на обслуживание. Реализация Smart Grid направлена на снижение затрат за счет экономии энергии, особенно в случаях, когда имеются большие интервалы в производстве электроэнергии.

Информационная поддержка для работы и управления сетью обеспечивается использованием соответствующих информационных систем. Согласно [5], система поддержки принятия решений (СППР) представляет собой интерактивную систему, которая может обрабатывать данные и информацию, в некоторых случаях способствуя пониманию этой предметной области, чтобы оказать полезную помощь в решении сложных и тяжелых ситуаций, определенных проблем. Существующие СППР отличаются своими функциональными возможностями: используют разные подходы к многокритериальной оценке, расчету технических параметров установок; а также способу представления данных. Входные параметры расчета могут иметь междисциплинарный характер и относиться к метеорологии, географии, архитектуре, городским инженерным системам и другим.

Чтобы оценить широкий спектр доступных инструментов, разделим СППР на категории:

- системы для определения оптимального типа ВИЭ в регионе [6];
- системы для оценки производительности и выбора оптимального структуры энергетической системы [7, 8];
- системы прогнозирования генерации и потребления электроэнергии [6].

Кроме того, СППР различаются в зависимости от того, какая стратегия управления энергопотреблением реализована:

- системы, использующие динамическое моделирование [6];

- системы с аналитическими моделями [7, 8].

Также для принятия решений могут использоваться специальные инструменты [6]; системы могут сочетать несколько методов принятия решений – линейное программирование, динамическое программирование, многокритериальные методы и т.д.

Таким образом, анализ существующих исследований показал, что не существует универсальной модели эксплуатации Smart Grid на основе возобновляемых источников энергии.

Цель статьи: состоит в определении стратегии управления, которая влияет на выбор оптимального режима работы, а также схемы процесса сбора и обработки информации, которая гарантирует соответствующий уровень надежности и качества обеспечения потребностей пользователей.

Основные материалы исследования. Объектом исследований является типичная небольшая распределенная энергосистема, состоящая из массива зданий, оборудованных фотогальваническими панелями, совместными ветряными турбинами и накопителем энергии, а также имеющая связь с внешней сетью. Системный контроллер управляет сетью, используя текущую информацию о целостности внутренней сети и эффективном использовании генерирующих устройств. В Smart Grid необходимо контролировать два потока: электрический и информационный. Согласно основной идее о стабильной надежности системы, в первую очередь важно построить адекватное распределение между источниками электрического тока. Кроме того, важно отметить, что управление потоком информации помогает контролировать электрический ток. Для решения задач поддержки принятия решений для управления энергопотреблением Smart Grid необходимо проанализировать информационные потоки. Для их контроля необходимо использовать различные стратегии управления энергопотреблением.

Планирование, моделирование, эксплуатация и управление системами электрической энергии связаны с информацией и явлениями, которые, естественно, связаны с временными, пространственными и сценаристскими измерениями. Каждый из этих измерений имеет конкретные шкалы и требования к детализации, связанные с соответствующим поведением системы. Планирование, безопасная и оптимальная работа, управление Smart Grid - это многомерная и многомасштабная проблема.

Обычно взаимодействия во всех масштабах влияют на конечное поведение всей системы. В многомасштабном моделировании и анализе рассматриваются следующие подразделения [9]:

- Набор моделей, которые обеспечивают последовательное описание явлений.

- Методы моделирования, в которых сочетаются устойчивое состояние и динамические масштабные взаимодействия в модели.

- Эффективный вычислительный анализ, оптимизация и методы контроля.

- Преодоление неопределенности.

Первой задачей и необходимостью многомасштабного анализа Smart Grid является определение того, как создаются новые соответствующие модели, насколько вероятно, что эти новые модели адекватно будут отражать настоящие явления в будущем и их важные характеристики.

Многомасштабное принятие решений - это растущая область в многомасштабной оптимизации. Его целью является раскрытие обобщенного статистического формализма, который эффективно описывает большое разнообразие сложных систем. В результате вся система оптимизируется при рассмотрении взаимодействия между шкалами посредством скоординированной информации.

Пользователи Smart Grid сталкиваются с проблемой многозадачности принятия решений по крайней мере по двум направлениям: планирование энергии и управление энергией на основе набора критериев.

На рисунке 1 показаны типичные стратегии управления режимами Smart Grid с возобновляемыми источниками энергии.

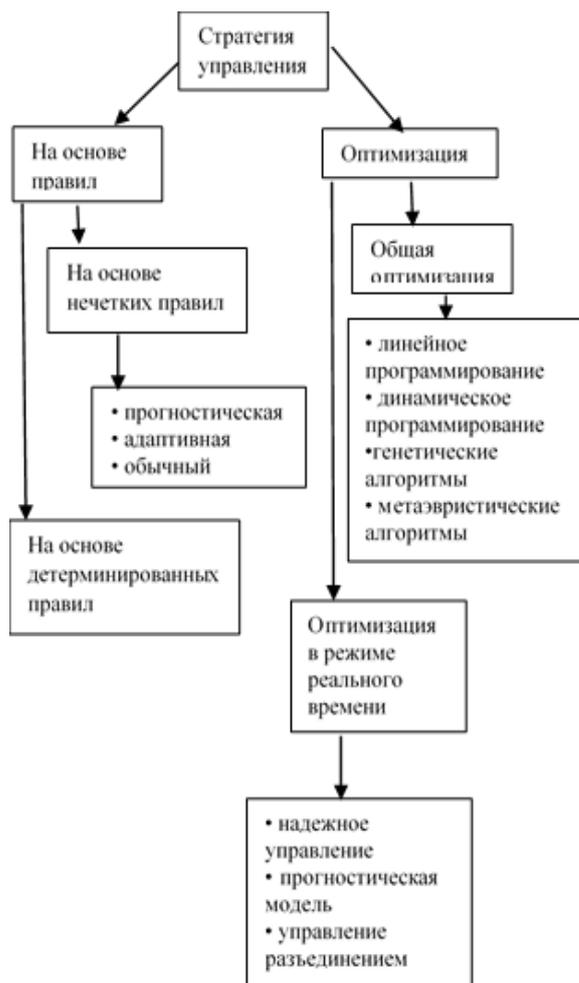


Рисунок 1 – Стратегии управления

На рисунке 2 представлена схема процесса сбора и обработки информации, который осуществляется при решении задач управления режимами Smart Grid с возобновляемыми источниками энергии. Основываясь на данных рисунка 1, эта схема соответствует стратегии управления энергопотреблением на основе правил [10].

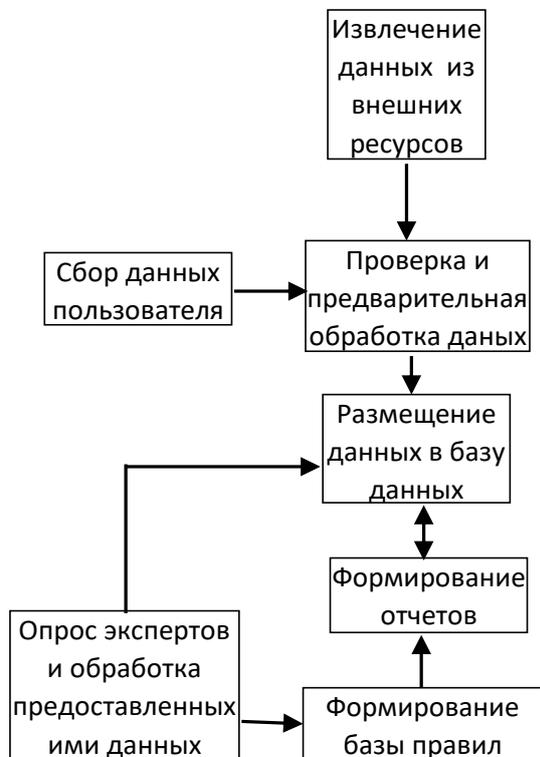


Рисунок 2 – Схема процесса сбора и обработки информации

Выводы. В работе проведен анализ существующих методов принятия решений и систем поддержки принятия решений на их основе. Выбрана стратегия управления, которая влияет на выбор оптимального режима работы, а также схема процесса сбора и обработки информации.

Предложенные результаты исследования планируется использовать в системе поддержки принятия решений, которая позволит пользователям определять оптимальный режим работы Smart Grid на основе возобновляемых источников энергии с учетом индивидуальных показателей потребления.

Список используемых источников

1. Hoang, B. (2012). Smart Power Grids - Talking about a Revolution, IEEE Emerging Technology Portal. Retrieved from <http://docshare04.docshare.tips/files/12095/120950232.pdf>
2. Shulyma, O., Shendryk, V., Baranova, I., & Marchenko, A. (2014) The Features of the Smart MicroGrid as the Object of Information Modeling. Communications in Computer and Information Science, 465, 12-23. doi: 10.1007/978-3-319-11958-8_2
3. Renewable Energy and Electricity. (2017). Retrieved Marth 14, 2018, from [http://www.world-](http://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/renewable-energy-and-electricity.aspx)

[nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/renewable-energy-and-electricity.aspx](http://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/renewable-energy-and-electricity.aspx)

4. Roncero, J. R. (2008). Integration is key to smart grid management. In The IET-CIRED Seminar Smartgrids for Distribution (1–4). IET.
5. T.V. Ramachandra. RIEP: Regional integrated energy plan / T.V. Ramachandra // Renew Sustain Energy Rev. – 2009. – Т. 13, № 2. – С.285–317.
6. Hunt, J. D., Bañares-Alcántara, R., & Hanbury, D. (2013). A new integrated tool for complex decision making: Application to the UK energy sector. Decision Support Systems, 54, 1427–1441. doi: 10.1016/j.dss.2012.12.010
7. Elhadidy M. A. Performance evaluation of hybrid (wind/solar/diesel) power systems / M. F. Elhadidy // Renewable Energy. – 2002. – Т. 26. – №. 3. – С. 401-413.
8. Celik, A. N. (2002). Optimisation and techno-economic analysis of autonomous photovoltaic–wind hybrid energy systems in comparison to single photovoltaic and wind systems. Energy Conversion and Management, 43, 2453–2468. doi: 10.1016/S0196-8904(01)00198-4
9. Guenard, G., Legendre, P., Boisclair, D., & Bilodeau, M. (2010). Multiscale codependence analysis: an integrated approach to analyze relationships across scales. Ecology, 91(10), 2952-2964. doi: 10.1890/09-0460.1
10. Tymchuk, S. A., & Miroshnik, A. A. (2015). Calculation of energy losses in relation to its quality in fuzzy form in rural distribution networks. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/8 (73), 4–10. doi: 10.15587/1729-4061.2015.36003

Анотація

СТРАТЕГІЯ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ SMART GRID НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮЄМИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Шендрік С. О., Тимчук С.О., Шендрік В. В., Бойко О. В., Парфененко Ю. В., Уалієв Ж.

Запропоновано стратегію управління режимом роботи Smart Grid на основі відновлюємих джерел енергії та схему процесу збору та обробки інформації, які дозволяють підвищити якість прийняття рішень щодо їх функціонування.

Abstract

THE MANAGING STRATEGY THE SMART GRID OPERATING MODE BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

S. Shendryk, S. Tymchuk, V. Shendryk, O. Boiko, Yu. Parfenenko, Zh. Ualiyev

A managing strategy the Smart Grid operating mode based on renewable energy sources and a scheme of collection and processing information are proposed that will improve the quality of decision-making regarding the functioning.