Научная статья
Original article
УДК 620.92

ОБЗОР ИНТЕГРАЦИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ С СЕТЕВЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

REVIEW OF THE INTEGRATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES WITH NETWORK TECHNOLOGIES

Торопов Игорь Юрьевич, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», Российская Федерация, г. Нарьян-Мар.

Toropov Igor Yurevich, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Russian Federation, Naryan-Mar. e-mail: igoryan91@gmail.com

Аннотация

В данной статье приведены основные неисчерпаемые источники энергии, которые возможно использовать для уменьшения опасных для атмосферы выбросов парниковых газов, в частности двуокиси углерода. Рассматривается введение возобновляемых источников энергии, а также приведены основные типы переменной возобновляемой энергии. Обозначены основные проблемы и решения внедрения технологий в передачу электроэнергии к конечным потребителям. Приведено использование сетевых технологий для внедрения возобновляемых

источников энергии. Особое внимание уделено не обозначенным ситуационным проблемам внедрения данных технологических решений. Оценены последствия для рынка спроса и предложения электроэнергии при введении технологичного решения.

Annotation

This article presents the main inexhaustible sources of energy that can be used to reduce emissions of greenhouse gases dangerous to the atmosphere, in particular carbon dioxide. The introduction of renewable energy sources is considered, as well as the main types of variable renewable energy. The main problems and solutions for the introduction of technologies in the transmission of electricity to end consumers are outlined. The use of network technologies for the introduction of renewable energy sources is given. Particular attention is paid to unspecified situational problems in the implementation of these technological solutions. The consequences for the electricity supply and demand market are assessed when a technological solution is introduced.

Ключевые слова: Технологические решения, переменная возобновляемая энергия, сетевые технологии, передача электроэнергии.

Keywords: Technological solutions, variable renewable energy, network technologies, power transmission

Энергия ветра, солнечная энергия и энергия воды — это технологии, которые можно использовать в качестве основных источников возобновляемой энергии для достижения цели декарбонизации в энергетике. Однако при сравнении с обычными силовыми установками они имеют существенную разницу. Доля возобновляемых источников энергии имеет и создает различные проблемы, особенно в системе производства электроэнергии. Надежность энергосистемы может обеспечить достижение цели декарбонизации, но эта цель часто сталкивается с препятствиями, поэтому достичь цели становится сложнее.

В этой статье были проведены конкретные исследования различных технологических решений и проблем, особенно в области энергосистемы. Результаты обзора матрицы решений и взаимосвязанных технологических задач являются наиболее важными частями, которые предстоит разработать в будущем. Разработка матрицы с различными технологическими решениями в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ) может помочь решить проблемы, связанные с ВИЭ. Ожидается, что потенциал разработанных технологических решений сможет помочь и расставить приоритеты в энергетике.

Децентрализация в электроэнергетическом секторе является важным шагом в распространении возобновляемых источников энергии, которые могут снизить зависимость от ископаемого топлива. Глобальный рост фотоэлектрической и ветровой энергетики в последние годы составил 4% и 7% [1] соответственно. Среднее увеличение за последние 5 лет достигло 27% фотовольтаики и 13% энергии ветра. Переменная возобновляемая энергия (ПВЭ) во многом отличается от традиционной генерации.

Существует несколько основных видов продукции генераторов ПВЭ: модифицируемые, малые и модульные генераторы ПВЭ, которые отличаются от обычных генераторов своей непостоянностью и непредсказуемостью, хотя в краткосрочной перспективе затраты на ПВЭ ниже. Эти характеристики могут создавать различные проблемы для энергосистемы. В этом случае производительность энергосистемы может быть занижена из-за некоторых предопределенных проблем. Кроме того, невозможно согласовать спрос на электроэнергию для потребителей в любой момент времени. [2]

Существующие энергетические технологии могут быть использованы для решения этих проблем. В этом случае технология возобновляемой энергии может уменьшить некоторые эффекты, такие как расширение сетей передачи электроэнергии или строительство новых распределительных устройств хранения энергии. Интеграция ПВЭ, подключенных к энергосистемам, требует технологических решений для достижения цели

декарбонизации. Однако применение технологии может вызвать осложнения, вызванные двумя основными факторами. Во-первых, выбор технологий включает явные или неявные затраты, технологические предпочтения лиц, определяющих политику компаний. И во-вторых, решение о конкретном выборе технологии принимается не одной организацией, а несколькими участниками, такими как коммунальные предприятия, системные операторы и регулирующие органы. [3]

Для преодоления этих проблем недостаточно исследований в отношении масштабов технологий. В этой статье представлено несколько технологий, которые потенциально могут решить более разнообразные проблемы. [4]

Основным требованием к производительности для конечных потребителей является достаточное качество электроэнергии. Качество электроэнергии состоит из непрерывного и бесперебойного источника питания с устойчивым состоянием напряжения и тока, а также эффективной передачи и распределения мощности. Неопределенность и изменчивость ПВЭ могут быть причинами проблем качества электроэнергии. [5]

Результаты анализа основных проблем электросети показали несоответствие спроса и предложения электроэнергии. Изменение спроса и предложения имеет множество различных причин, помимо увеличения внедрения ПВЭ. Например, ограничение поставок от атомных и теплоэлектростанций и является одной из причин того, что энергосистема менее гибкая.

Категориальные и технологические решения и проблемы, как правило, не находят места в литературе. Это связано с тем, что большинство категорий имеют различные направленности исследования. В тоже время изучение энергосистем имеет гибкий характер. Исследования электрических сетей, как правило, сосредоточены только на технологиях распределения и передачи электроэнергии.

Технологическая вариативность представляет собой решения, такие как сетевые технологии, которые способствуют гибкости системы, производящей или потребляющей активную мощность.

Сетевая технология считается более привлекательной, чем технология гибкости, потому что сетевая технология может обслуживать как централизованные, так и распределенные системы. Централизованные и распределенные технологические системы очень похожи на первый взгляд. Однако, между ними есть и различия. Хранилище распределенных систем — это, как правило, аккумуляторный блок, установленный на бытовом уровне в отключенном состоянии. Оптимизированное независимое потребление этих единиц обычно встречается в домохозяйствах. В то время как централизованные системы хранения, такие как водяные насосы или батареи, обычно находятся в операторской или коммунальной системе.

После завершения определения технологических решений и проблем для интегрированных ПВЭ был проведен анализ для преодоления проблем. Уникальная ценность сетевых технологий для решения конкретных задач включает в себя системы управления постоянным током с высоким напряжением и потоком мощности, которые могут решать такие проблемы, как протяженные линии электропередачи.

Проблема стабильности может быть решена с помощью системного технологического решения путем централизованного управления на системном уровне. Такие проблемы имеют больше решений, однако системы в управляющих взаимодействиях не могут быть улучшены. Если мы будем иметь возможность сбалансировать проблемы, которые можно решить только с помощью технологии гибкости, то сможем адаптироваться к потребностям и потреблению активной мощности.

Важно понимать два положения в интеграции ПВЭ и декарбонизации в энергетическом секторе. Первое, процесс преодоления проблем, интегрированных ПВЭ, является применение другой системы питания. Второе, результаты исследований могут улучшить разработку политики в

переходный период. Вариативность решений задач является основной целью, в то время как более ранние наблюдения были сделаны для нескольких типов технологий, которые могут решать конкретные задачи. Однако разработка различных технологических решений может снизить экономическую эффективность существующей технологии. В этом случае институциональные рамки хранения, увеличение прогнозов ПВЭ, изменение спроса одновременно могут значительно снизить рыночные цены.

Крупномасштабная и традиционная генерация энергии являются конкурентоспособными технологиями. Однако распределение технологической гибкости не ориентировано на анализ более конкурентной технологии. Об этом можно сказать как о заметной связи с потенциальным влиянием сетевых технологий на технологическую гибкость, т.е. оценки ПВЭ значительно увеличиваются. Подобные технологии, как правило, можно использовать в качестве противовеса определенному размеру рынка, учитывая его качество. Недостаток знаний о технологиях и их группах является основной причиной, поскольку конкурентоспособные технологии могут быть использованы для принятия решений.

Распределение технологий решений в каждом регионе для интеграции ПВЭ, содержащееся в литературе является общим. Таким образом, руководство компаний и политики не всегда в состоянии разработать бизнес-политику и стратегию. Для принятия решений в будущем им может помочь матрица взаимосвязей, такая как подготовка предложений и технологических дорожных карт как на национальном, так и на международном уровне. Проблема потока для скорости передачи в целом требует технологической системы с централизованной сетью. Такие системы, как сети передачи или усиления, должны быть расширены, должен осуществляться активный контроль мощности и системы передачи высоковольтного постоянного тока.

Таким образом, взаимосвязь матрицы позволяет сделать вывод, что ее функцию могут выполнять бизнесмены и те, кто разрабатывает политику при определении решений технологических групп. Наконец, проблемы, которые

преобладают в определенных областях, могут быть уменьшены, и может быть легко осуществлена разработка шагов и политических стратегий в поддержку распространения технологии.

Результаты проведенного анализа имеют важные ограничения, которые следует учитывать при интерпретации окончательных результатов. Обзор конкретных исследований существующих проблем может поспособствовать улучшению внедрения ПВЭ. Кроме того, появление новых технологических решений, которые могут изменить критерии надежности оборудования конечного потребителя, облегчит внедрение ПВЭ. Также, не учитываются конкретные затраты на технологические решения, срочность задач или возможность внедрения. Это связано с экологическими ограничениями и конечными потребителями. Эта количественная оценка адаптирована к конкретным условиям с различиями в характеристиках энергосистемы. Помимо этого, высок уровень неопределенности, если рассматривать его, например, в отношении доходов и затрат, чем в различиях приложений и технологических решений. Эта потребность необходима для того, чтобы подумать о группировании вложений и технологий, ориентированных на завершение интегрированной ПВЭ.

В частности, это исследование направлено на изучение интеграции систем ПВЭ, связанных с современными энергетическими системами и технологиями, для преодоления проблем. А также в потребности технологии энергосистем для увеличения доли рынка ПВЭ со сложной интеграцией.

Взаимосвязь между технологическими решениями и проблемами является одной из новых областей исследований. Оценка жизненного цикла (ОЖЦ) может использоваться для измерения затрат, интегрированных с ПВЭ, поскольку имеется установленная мощность с прогнозами на будущее. В целом, разработка технологий решений интегрирования ПВЭ является проблемой, которая имеет большое значение для устойчивого перехода в энергетическом секторе.

Литература

1. U.S. Energy Information Administration https://www.eia.gov/international/data/world (дата обращения: 9.05.2022).
2. Navon, A., Kulbekov, P., Dolev, S., Yehuda, G., & Levron, Y. (2020). Integration of distributed renewable energy sources in Israel: Transmission congestion challenges and policy https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421520301658?via%3Dihub (дата обращения: 9.05.2022).
3. Hadjilambrinos, C. (2000). Understanding technology choice in electricity industries: A comparative study of France and Denmark. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421500000677?via%3Dihub (дата обращения: 9.05.2022).
4. Holttinen, H. (2012). Wind integration: Experience, issues, and challenges. https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wene.18 (дата обращения: 9.05.2022).
5. Lahaçani, N. A., Aouzellag, D., & Mendil, B. (2010). Contribution to the improvement of voltage profile in electrical network with wind generator using SVC device. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148109001827?via%3Dihub (дата обращения: 9.05.2022).

Literature

1. 1.U.S. Energy Information Administration https://www.eia.gov/international/data/world (accessed 05/09/2022).
2. Navon, A., Kulbekov, P., Dolev, S., Yehuda, G., & Levron, Y. (2020). Integration of distributed renewable energy sources in Israel: Transmission congestion challenges and policy https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421520301658?via%3Dihub (accessed 05/09/2022).
3. Hadjilambrinos, C. (2000). Understanding technology choice in electricity industries: A comparative study of France and Denmark.

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421500000677?via%3Dihub (accessed 05/09/2022).

4. Holttinen, H. (2012). Wind integration: Experiences, issues, and challenges. https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wene.18 (accessed 05/09/2022).
5. Lahaçani, N. A., Aouzellag, D., & Mendil, B. (2010). Contribution to the improvement of voltage profile in electrical network with wind generator using SVC device. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148109001827?via%3Dihub (accessed 05/09/2022).

© Торопов И.Ю., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022

Для цитирования: Торопов И.Ю. ОБЗОР ИНТЕГРАЦИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ С СЕТЕВЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ //Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022