

УДК 621.311

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Малыгин А.Д., магистрант гр. ЭАм-191, I курс
Научный руководитель: Баумгартэн М.И., к.ф.-м.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени «Т.Ф. Горбачева»
г. Кемерово

В последние годы в России сформирована тенденция на внедрение цифровых технологий в стратегически важные отрасли страны. Согласно указу [1], одним из приоритетных направлений развития России до 2024 года является цифровизация топливно-энергетического комплекса, в частности – электроэнергетики.

Единое представление о цифровой трансформации энергетики дает концепция «3D», состоящая из трех основных направлений изменения отрасли – Decarbonization (декарбонизация), Decentralization (децентрализация) и Digitalization (цифровизация) [2]. Декарбонизация представляет собой стремление к снижению выбросов углекислого газа путем увеличения доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в генерации электроэнергии и отказа от углеводородного топлива. Децентрализация проявляется в нескольких направлениях: переход от единой энергосистемы к территориально распределенной энергетике; образование новых субъектов электроэнергетики, представляющих собой одновременно потребителей и производителей электроэнергии, называемых просьюмерами; появлению потребителей, гибко изменяющих объемы своего потребления электроэнергии. Цифровизация заключается в применении цифровых управляемых устройств с выходом в сеть интернет на всех уровнях энергосистемы. В качестве реализации направления децентрализации рассматривают создание виртуальных электростанций.

Виртуальная электростанция (ВЭ) – это высокотехнологичная система, в состав которой могут входить кластеры распределенной генерации, системы аккумулирования, а также потребители с гибким потреблением электроэнергии [3]. Кластерами распределенной генерации называют совокупность небольших генерирующих источников, которые работают на ВИЭ, а также на традиционных видах топлива. Потребителями могут выступать производства с различным технологическим оборудованием, гибким для регулирования потребления, а также жилые дома с установленными местными системами отопления, кондиционирования и т.д. Все части системы объединяются в одну сеть и управляются из единого центра. На рисунке 1 представлена обобщенная структура виртуальной электростанции.

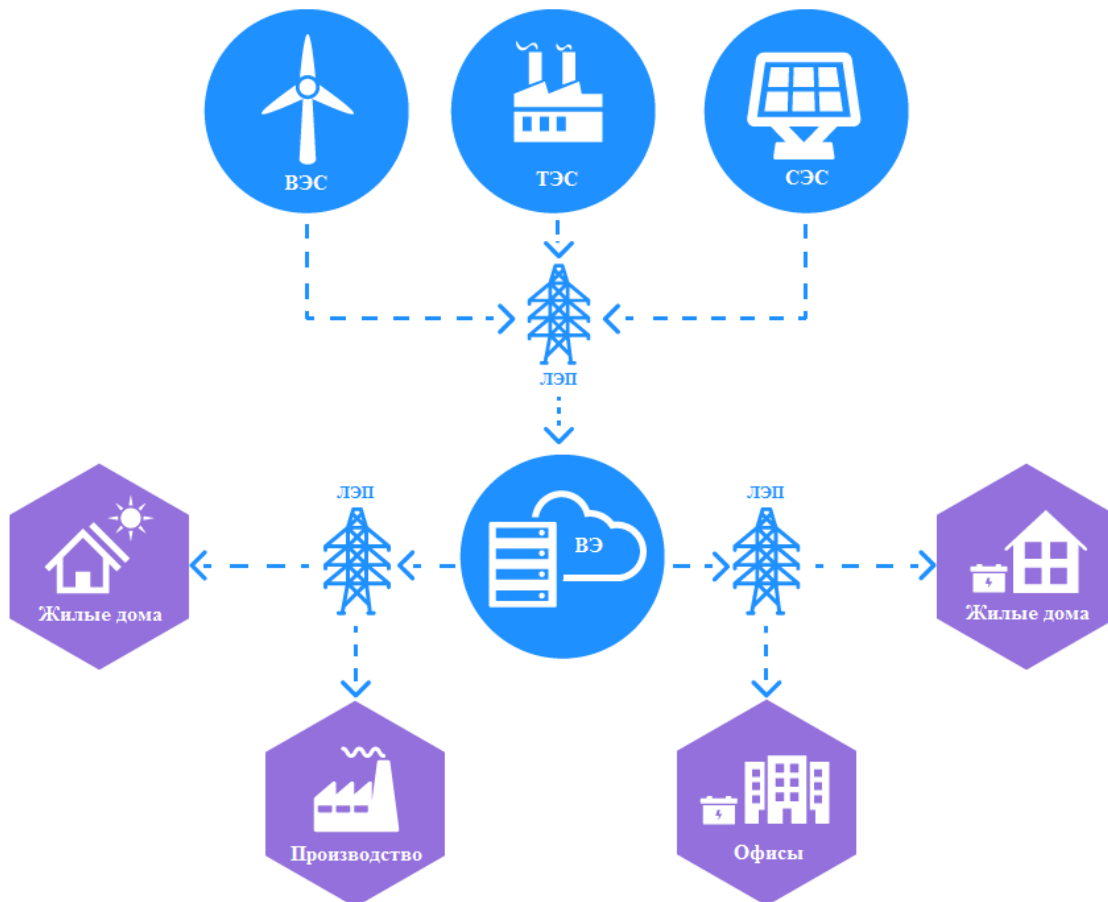


Рис. 1. Обобщенная структура виртуальной электростанции

Основной задачей виртуальной электростанции является стабилизация системы электроснабжения. ВЭ получает информацию о наиболее эффективном производителе или потребителе на данном промежутке времени, прогнозе погоды, доступных мощностях от генерации, спросе настоящем и прогнозируемом, возможностях разгрузки мощности потребителей, желаемом графике нагрузки системы от Системного Оператора. Далее ВЭ обрабатывает ее практически в реальном времени и производит регулирование генерации, потребления и при необходимости аккумулирования электроэнергии. При этом достигается сглаживание неравномерности генерации электростанций на ВИЭ, а также снижение пиковой нагрузки в системе.

«Виртуальность» электростанции заключается в том, что сама по себе она не производит электроэнергию. Ее главная особенность заключается в «умном» управлении элементами, входящими в состав ВЭ. Баланса в энергосистеме можно достичь без генерации дополнительной электроэнергии, путем регулирования ее потребления, а также использования аккумулированной во время низкого потребления энергии от ВИЭ.

Необходимыми средствами для создания условий работы ВЭ являются различные датчики, установленные у производителей и потребителей энергии, которые соединяются в единую информационную сеть, а также специа-

лизированное программное обеспечение. Данная информационная система будет являться частью «Интернета энергии» [4].

Функционирование виртуальной электростанции можно осуществить по нескольким моделям: агрегатора, традиционной и клиентоориентированной [5]. Модель агрегатора заключается в создании независимого оператора ВЭ. Независимый оператор занимается подключением к ВЭ потребителей электроэнергии, при этом им выплачивается вознаграждение за участие в программах управления потреблением, условия которой определяет Системный Оператор. Традиционная модель представляет собой работу ВЭ как часть существующей энергосбытовой компании, которая создает сеть объектов распределительной генерации и гибкими мощностями потребителей, контролирует и управляет ею. При клиентоориентированной модели потребители на своей базе внедряют ВЭ для управления собственным потреблением.

Одним из примеров реализации виртуальной электростанции является проект финской компании Fortum [6]. В ВЭ входят 70 домов с установленными в них электрическими водонагревателями. Их общая мощность составляет около 100 кВт. Мощности ВЭ предложены к использованию сетевой компании Fingrid для стабилизации своей энергосистемы. В случае необходимости повышения мощности в энергосистеме, ВЭ снижает потребление водонагревателей до уровня, не влияющего на отопление и подачу горячей воды. Тем самым часть ранее потребляемой энергии остается в энергосистеме.

Наибольшим количеством виртуальных электростанций на своей территории располагает Германия. Первая из них появилась в стране в 2010 году. Пилотные проекты таких типов электростанций были запущены еще в 2007 году. Одна из крупнейших энергокомпаний Германии RWE реализовала проект по созданию ВЭ на основе генерирующих электростанций на ВИЭ, расположенных на обширной территории Рейнско-Рурского региона [3]. Суммарная мощность электростанции составила 80 МВт. Для обеспечения управления виртуальной электростанцией компанией Siemens была разработана специализированная информационная система. Данные мониторинга генерации и потребления поступают в офис компании, откуда она торгует излишками электроэнергии на Европейской энергетической бирже.

В настоящее время компания Tesla реализует один из масштабных проектов виртуальных электростанций в Южной Австралии [7]. Подразумевается выстроить систему объединяющие 50 тысяч домов, в которых установлены солнечные панели и аккумуляторы Powerwall 2 производства Tesla. Основной целью такого крупного проекта являются расширение общегосударственной энергосистемы и снижение стоимости электроэнергии для потребителей. Полученный солнечный парк будет производить около 250 МВт энергии, а аккумуляторы накапливать до 650 МВт/ч.

В долгосрочной программе по развитию электроэнергетики России национальной технологической инициативы «Энерджинет» рассматривается создание виртуальных электрических станций, как части создания ключевого

рынка распределенной энергетики [8]. Перспективными местами для реализации виртуальных электростанций в России являются районы с малой генерацией и потреблением электроэнергии, в которых уже есть база или существует возможность внедрения выработки электроэнергии с использованием возобновляемых источников энергии. На данный момент готовых к реализации проектов виртуальных электростанций в России нет. Однако в качестве основы для пилотного проекта первой экспериментальной ВЭ рассматривается остров Русский [9].

Растущая цифровизация различных сфер общества приводит к внедрению цифровых технологий в стратегически важные отрасли страны. Положительный эффект, полученный от цифровизации электроэнергетики и в частности от внедрения виртуальных электростанций, окажет влияние не только на топливно-энергетический комплекс, но и на другие отрасли экономики России вследствие их тесной связи.

Список литературы:

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/11246/84473> (дата обращения 20.02.2020)
2. Цифровая энергетика: видение, практики, технологии: Информационно-аналитические работы 2018 г. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://energynet.ru/upload/Цифровая_энергетика_видение,_практики.pdf (дата обращения 20.02.2020)
3. Реальная выгода виртуальной электростанции [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://peretok.ru/articles/innovations/13216/> (дата обращения 21.02.2020)
4. Архитектура Интернета энергии [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://energynet.ru/upload/White_paper_Архитектура_Интернета.pdf (дата обращения 21.02.2020)
5. Виртуальная электростанция – «умный контроль» распределенной генерации [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/epr/244/15964.htm> (дата обращения 21.02.2020)
6. Виртуальная электростанция и реальные киловатты [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://atomicexpert.com/virtual_power_station (дата обращения 21.02.2020)
7. South Australia's Virtual Power Plant [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.tesla.com/en_AU/sa-virtual-power-plant (дата обращения 21.02.2020)
8. Национальная технологическая инициатива по направлению "Энерджинет" [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://energynet.ru> (дата обращения 22.02.2020)

9. Сеть электроснабжения острова Русский как экспериментальная площадка для отработки технологий Virtual Power Plant, MicroGrid, и MultiAgent [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://gridology.ru/projects/82> (дата обращения 22.02.2020)