

ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ КАК ОСНОВА ЭКОНОМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

© 2018 **Рогалев Николай Дмитриевич**

доктор технических наук, профессор
ректор, заведующий кафедрой тепловых электрических станций
Национальный исследовательский университет «МЭИ»
111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14
E-mail: rogalevnd@mpei.ru

© 2018 **Булатенко Мария Андреевна**

кандидат экономических наук
старший преподаватель кафедры менеджмента в энергетике и промышленности
Национальный исследовательский университет «МЭИ»
111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14
E-mail: mabulatenko@gmail.com

В статье представлен обзор современных подходов к цифровым преобразованиям электросетевого комплекса России. Авторами выявлен цифровой сценарий развития, на базе которого в электросетевом комплексе с необходимостью и достаточностью можно создать единую интеграционную платформу для обеспечения устойчивого развития электроэнергетики, описаны возможности и проблемы на пути реализации данного сценария.

Ключевые слова: электросетевой комплекс, цифровая экономика, цифровые электрические сети, просьюмеры электроэнергии

«Цифровые преобразования — один из главных факторов мирового экономического роста» — утверждает в отчете экспертной группы Digital McKinsey за июль 2017 г. [8].

В программе «Цифровая Экономика РФ» [11], принятой 28 июля 2017 года нашли отражение вопросы, связанные со сквозными технологиями, правовым обеспечением, кадровым потенциалом, ИТ-инфраструктурой и безопасностью. Но данные вопросы рассматриваются в отрыве от реальных отраслей и рынков, то есть решения не детализируются до отраслевого уровня.

Необходимо понимать, что цифровая экономика не должна сводиться только к использованию цифровых информационно-коммуникационных технологий. Цифровизация может обеспечить качественно новое взаимодействие субъектов экономики (поставщиков и потребителей товаров, работ и услуг), изменение бизнес-процессов, моделей взаимодействия как компаний, связанных единой производственной цепочкой, так и различных отраслей.

В связи с тем, что электроэнергетика является базовой инфраструктурной отраслью практически любой экономики, продукцией которой

пользуются все остальные отрасли и население, цифровая трансформация в электроэнергетике должна идти опережающими темпами. И это стало ключевой тематикой встреч, проводимых в рамках Международного форума «Российская энергетическая неделя» (РЭН-2018) [12].

Современная инфраструктура российской электроэнергетики построена на следующих принципах [15]:

- технологическая и юридическая централизация генерирующих мощностей и сетей;
- централизованное диспетчерское обслуживание (Системный Оператор «ЕЭС»);
- синхронизированное производство и потребление электроэнергии.

Существующая система управления режимом в единой электроэнергетической системе характеризуется жесткостью, централизованностью и зарегулированностью, что обусловлено неравномерностью распределения генерации и нагрузки, низкой маневренностью станций, протяженностью и сложностью электрических сетей и другими параметрами.

Увеличение размеров самой энергосистемы сопряжено с передачей и обработкой огромного

количества информации, которое уже не может обрабатываться человеком, тем более в режиме, приближающемся к реальному времени. На первый взгляд может показаться, что автоматизация данного процесса приведет к значительному повышению эффективности.

На данный момент уже используются интеллектуальные приборы и автоматизированные системы коммерческого и технического учета электроэнергии, тепла, пара и воды (АСКУЭ и АСТУЭ), а также современные интеллектуальные счетчики электроэнергии. Но как показала практика, внедрение цифровых технологий самих по себе не позволяет уменьшить потери при передаче электроэнергии по электрическим сетям, обеспечить быстрое регулирование традиционных электростанций, а также решить одну из главных проблем — продолжающийся рост износа основного оборудования.

В частности, доля распределительных электрических сетей, выработавших свой нормативный срок составляет около 50%. Семь процентов электрических сетей выработало два нормативных срока. Общий износ распределительных сетей достиг 70%, магистральных сетей — 50% [3].

Более того, введение рыночных механизмов приводит к фундаментальному изменению целевой функции управления режимами, переводя ее из минимума затрат отрасли (топливо, потери электроэнергии и др.) в критерий наибольшей выгоды независимых участников рынка, включая потребителей электроэнергии. Цели цифровизации — это не простая автоматизация существующих технологических процессов, а оптимизация всех технологических и бизнес-процессов, а также моделей управления.

С этой точки зрения цифровые преобразования электроэнергетики необходимо развивать не столько в целях получения выгоды энергетическими компаниями, сколько с целью активизировать потребителей. Так как об уровне экономического развития страны свидетельствует множество показателей, в том числе и энергопотребление на душу населения. И экономический рост в стране характеризуется повышением потребления энергии [14].

Развитие общества обуславливает постоянное увеличение потребления электроэнергии, которое может быть достигнуто как за счет увеличения масштабов систем производства, передачи и распределения электроэнергии, так и за счет их модернизации.

Заводы, фабрики, офисы, жилые и частные дома, в общем, потребители электроэнергии по всему миру внедряют новые технологии, чтобы сэкономить на электричестве. Многие новые предприятия, в том числе в России, не подключаются к единой энергосистеме, потому что это дорого и долго. Дешевле обеспечивать себя самим, установив генераторы малой мощности. Люди покупают солнечные батареи для своих частных домов. Благодаря технологиям «умный дом» и «интернет вещей» оптимизируют энергопотребление дома. Сейчас любой желающий может приобрести накопитель энергии, большой аккумулятор, заряжать его ночью, когда электричество дешевле, и тратить энергию днем.

И тут возникает закономерный вопрос: как сделать так, чтобы потребители не отказались от присоединения к общей сети?

Для ответа на этот вопрос Национальная технологическая инициатива EnergyNet выделила следующие ключевые задачи: развивать потребительские сервисы в электроэнергетике, распределенную генерацию, надежные и гибкие сети.

Согласно дорожной карте Национальной технологической инициативы EnergyNet в понятие «цифровизации» сетей включается развитие систем интеллектуального учета энергетических потоков, систем распределенной автоматизации, систем контроля оперативного состояния оборудования и качества энергоснабжения, формирования цифровых моделей для оптимального управления функционированием и развитием энергосистемы. Согласно данному направлению НТИ развитие таких направлений сетевых технологий необходимо для создания новых рынков, на которых потребители могут оперативно менять и корректировать свои потребности, для чего сетевой комплекс должен предоставлять услуги по энергоснабжению надежно и доступно. Помимо этого, среди целей — сокращение сетевых потерь (экономичность), адаптивность к любым источникам энергии и новым участникам рынка [15].

Появление новых участников рынков, и даже новых субрынков — это неизбежность при цифровизации энергетики, так как потребителям недостаточно быть пассивным элементом технологической цепочки производства и потребления электроэнергии. Управление потреблением невозможно без предоставления новых инструментов именно потребителям.

Развитие распределенной энергетики и множества маломощных источников электроэнергии, сети умных домов и бизнес-структур с собственной генерацией на основе солнечных коллекторов и ветряков, распространение электромобилей — это не завтрашний день, а уже есть сегодня. Более того, не за горами появление на рынке коммерчески выгодной технологии хранения электроэнергии. Цифровая энергетика может и должна предоставить потребителям широкие возможности не только выбора более экономичного варианта получения электроэнергии, но и способов продажи своих излишков энергии в сеть.

Таким образом, появятся и виртуальные электростанции, и рыночные пакеты электроэнергии, требующие изменений в действующих правилах рынка электроэнергии и мощности. Масштабная интеллектуализация инфраструктуры предполагает переход от взаимоотношений с потребителями к взаимоотношениям с просьюмерами — потребителями, которые участвуют в деятельности организации и создании ценности (стоимости): потребители электроэнергии участвуют в поддержании ее качества и в некоторые промежутки времени превращаются в поставщиков электроэнергии [7].

И здесь центральную роль должны сыграть организации технологической инфраструктуры электроэнергетики, а именно электросетевой комплекс, который имеет доступ к данным и от генерирующих компаний, и от сбытовых компаний, а, самое главное, от потребителей электроэнергии. С необходимостью и достаточностью можно создать единую интеграционную платформу для совмещения баз данных систем автоматизации и управления электропотреблением, обеспечить тесную взаимозависимость всех участников электроэнергетического рынка на базе электросетевого комплекса [2].

В рамках внедрения новых технологий могут быть решены задачи реконфигурации алгоритмов управления распределением и потреблением (адаптивные алгоритмы), ранней диагностики аварийных ситуаций (адаптивные и интеллектуальные алгоритмы), высокой энергоэффективности и экологичности (адаптивные и интеллектуальные алгоритмы), усовершенствованное управление частотой и перетоками мощности.

Технологии Smart grids уже внедряются с целью повышения надежности электроснабже-

ния, снижения времени ликвидации аварий, сокращения недоотпуска электрической энергии и оптимизации эксплуатационных затрат. Для создания новых инструментов управления, о которых говорилось выше, необходимо, чтобы электросетевые организации могли дистанционно и в режиме реального времени управлять всем электрооборудованием, отслеживать генерацию, передачу и потребление электроэнергии, а также обеспечивать самодиагностику на основе технологии Big Data. Все это приводит к необходимости внедрения комплексной системы энергомониторинга, интегрированной с установками интеллектуальных приборов учета как у генерирующих компаний, так и у потребителей, а также внедрение системы поддержки принятия решений по управлению сетевой компанией.

Для ведения эффективной работы по цифровизации электрических сетей 3 сентября 2018 года был создан проектный технический комитет по стандартизации “Цифровые электрические сети” (ПТК 706) со следующей перспективной программой работы [10]:

- нормы технологического проектирования цифрового района электрических сетей;
- средства автоматизации цифровой подстанции;
- описание математических моделей цифровых электрических сетей (технологической, экономической, прогнозной и поведенческой с учетом использования технологий CIM-RDF/SPARQL/Blockchain).

Здесь стоит немного остановиться на технологии блокчейн (распределенных реестров) — защита транзакционного учета от изменений, цепочки данных, где каждый следующий блок данных связан с предыдущим таким образом, что историю невозможно изменить. Благодаря данной технологии есть возможность реализовать смарт-контракты, снижая транзакционные издержки и повышая уровень автоматизации. В частности, можно сделать расчеты за услуги ежедневными.

В связи с возможностью автоматизировать платежи на рынке электроэнергии и мощности возникает сложный дискуссионный вопрос, а так ли будут нужны услуги энергосбытовых компаний в новой цифровой энергетике. Ведь главная функция энергосбытовых компаний — сбор денег за поставку энергоресурсов, несмотря на то, что в данном процессе поставки сами энер-

госбытовые компании не участвуют. В тоже время, несмотря на данную единственную функцию, ежегодно растут неплатежи на оптовом и розничных рынках электрической энергии.

Многие гарантирующие поставщики не доплатили за услуги по передаче электрической энергии территориальных сетевых организаций. В результате последние оказались в тяжелом финансовом положении и вынуждены брать дорогие кредиты, которые в свою очередь увеличивают стоимость их услуг [3].

Внедряя технологию промышленного интернета вещей, включая датчики и контроллеры, установленных на узлах и агрегатах промышленных объектов, а также мощные аналитические инструменты интерпретации получаемой информации в электросетевом комплексе, можно реализовать систему искусственного интеллекта, обеспечивающего надежность функционирования электроэнергетики и обеспечивающего предиктивный анализ развития аварийных ситуаций.

Согласно Федеральному закону об электроэнергетике [15] основной функцией оперативно-диспетчерского управления (системного оператора) в электроэнергетике является обеспечение безопасного функционирования электроэнергетики и предотвращение возникновения аварийных ситуаций.

В существующей бизнес-модели электроэнергетической отрасли объективная возможность отказа от функций системного оператора кажется невероятной, но интеллектуальные системы данных в цифровой форме о суммарной номинальной мощности всех генераторов, их маневренность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, устойчивость системы, управляемость, долговечность, потребительские и другие параметры, позволят влиять на надежность и безопасность энергоснабжения без участия системного оператора, а только посредством управленческих функций электросетевого комплекса.

Дальнейшее развитие локальной генерации, ВИЭ, децентрализация энергоснабжения, электромобили и «умные» дома, дублирующиеся функции системного оператора и электросетевых организаций, несостоятельность энергосбытовых компаний, а также требования международных стандартов (а именно, клиенто- и риск-ориентированные подходы [4, 5, 6]) приводят к необходимости в ходе цифровой трансфор-

мации электроэнергетики сконцентрировать первоначальные усилия создания цифровой платформы по управлению режимами, функционированием и развитием электроэнергетики именно на базе электросетевого комплекса.

Вместе с тем, цифровой сценарий развития электросетевого комплекса России сопровождается не только возможностями, но и рядом проблем на пути реализации:

- отсутствие технологических решений в отрасли для реализации новых запланированных бизнес-моделей (в частности, восприятие потребителя и маломощного поставщика электроэнергии в одном лице);
- отсутствие необходимых технических стандартов для организации единой технологической среды организаций, функционирующих на единой платформе;
- усложнение регулирующего воздействия со стороны государства (особенно антимонопольного регулятора в случае, если функции системного оператора и энергосбытовых компаний перейдут в электросетевой комплекс);
- недостаточная нормативная база, регламентирующая работу отрасли по цифровому сценарию и другие препятствия (в частности, вопросы о приоритетности отбора мощности у поставщиков электроэнергии: одновременно обеспечить максимальный КИУМ у АЭС, учесть низкую маневренность традиционных угольных ТЭС, а также принимать непостоянные объемы у просьюмеров малой мощности).

Отдельного внимания требует необходимость учитывать, что в настоящее время доля импортного программного обеспечения в отраслевых автоматизированных системах управления по экспертным оценкам составляет более 85%, а доля основного оборудования субъектов электроэнергетики — более чем на 50% иностранного производства [9].

Импортное оборудование при одновременном требовании обеспечения прозрачности единой информационной среды, достоверности предоставляемых данных от субъектов рынка электроэнергии — создает большие риски по энергетической и экономической безопасности, равно как и национальной безопасности [1].

Также нельзя забывать, что с расширением автоматизации и развитием цифровых технологий востребованность ряда профессий будет уменьшаться. Участие человека не исключается, а качественно преобразуется. Соответственно

рассматривать вопросы развития российской энергетики в условиях Четвертой промышленной революции нельзя в отрыве от задачи перехода от традиционной образовательной парадигмы к креативному и инновационному образованию [13].

Библиографический список

1. Беловицкий К.Б., Булатенко М.А., Микаева А.С., Шеверева Е.А. Актуальные вопросы экономической безопасности. Москва. 2018. 362 с.— ISBN978-5-907084-42-1
2. Булатенко М.А., Лозенко В.К. Организационная структура объединенной системы энергетического менеджмента электросетевого комплекса России / М.А. Булатенко, В.К. Лозенко // Микроэкономика. 2016. № 3. С. 31–35.
3. Воротницкий В.Э. Решение проблем электроэнергетики России должно быть системным, квалифицированным и клиентоориентированными // Энергетик. 2018. № 6. С. 14–21.
4. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования
5. ГОСТ Р ИСО 50001–2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению
6. ГОСТ Р 55.0.02–2014/ИСО55001:2014 Управление активами. Национальная система стандартов. Системы менеджмента. Требования
7. Дмитриева А.И. Управление взаимоотношениями с просьюмерами с целью увеличить производительность организации // Управленческие науки в современном мире. 2017. № 1. С. 37–42
8. Отчет McKinsey «Цифровая Россия: новая реальность», отчет 2017 // <https://www.mckinsey.com/ru/~ /media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/russia/our%20insights/digital%20russia/digital-russia-report.ashx>
9. Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе». Утв. Советом директором ПАО «Россети» (протокол от 22.07.2017 № 252).— М. 2017.
10. Приказ Министерства промышленности и торговли российской федерации Федеральнго агентство по техническому регулированию и метрологии от 3 сентября 2018 г. N1845 «О создании проектного технического комитета по стандартизации «цифровые электрические сети»
11. Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р программа «Цифровая экономика Российской Федерации»
12. Распоряжение Правительства РФ от 27 сентября 2016 г. N2026-р О ежегодном проведении Международного форума по энергоэффективности и развитию энергетики
13. Рогалев Н.Д. Обеспеченность человеческим капиталом — необходимое условие развития российской энергетики // Энергетик. 2018. № 6. С. 62–65
14. Статистический Ежегодник мировой энергетики 2018 ENERDATA // <https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-consumption-statistics.html>
15. Федеральный закон от 26.03.2003 N35-ФЗ «Об электроэнергетике»
16. Цифровые технологии в сетевом комплексе / Энергетический бюллетень № 53 (октябрь). 2017. с.14. // <http://ac.gov.ru/files/publication/a/14737.pdf>

Поступила в редакцию 25.09.2018