

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

### THE PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY IN RUSSIA

*V. Semenova*

*Summary.* This article is devoted to the analysis of the current state of development of the electric power industry in Russia. In the modern world, electrical energy is considered one of the leading types of energy. In various regions of the country, such as Moscow, St. Petersburg, Tyumen, etc., excess growth in electricity occurred several years ago, and also became a serious deterrent to regional development. But as in any industry in the electric power industry, there are a number of problems that require quick solutions. The most important of these issues today is the integration of the electricity industry with the digitalization of society.

*Keywords:* electric power industry, energy problems, development of electric power, power consumption, energy.

**Семёнова Вероника Алексеевна**

*К.э.н., доцент, Санкт-Петербургский  
государственный университет аэрокосмического  
приборостроения  
9767871@mail.ru*

*Аннотация.* Данная статья посвящена анализу современного состояния развития электроэнергетики в России. В современном мире электрическая энергия считается одним из ведущих видов энергии. В разных регионах страны, таких как Москва, Санкт-Петербург, Тюмень и др. превышение прироста электроэнергии произошло уже несколько лет назад, а также стало серьезным сдерживающим фактором регионального развития. Но как и в любой отрасли в электроэнергетике существует ряд проблем, которые требуют скоростных решений. Наиболее важной из этих проблем сегодня является интеграция электроэнергетики с цифровизацией общества.

*Ключевые слова:* электроэнергетика, энергетические проблемы, развитие электроэнергии, электропотребление, энергия.

Электронергетическая отрасль России — это расширяющийся и совершенствующийся высокоавтоматизированный комплекс электростанций, электрических сетей и объектов электросетевого хозяйства, объединенных единым технологическим циклом и централизованным оперативно-диспетчерским управлением. Стоит добавить, что основной задачей данного подразделения энергетики является производство, распределение и передача электрической энергии. От устойчивого функционирования и совершенствования электронергетического комплекса зависит развитие промышленных отраслей, сельского хозяйства, социального сектора, инфраструктуры рынка.

Реализация долгосрочной стратегии развития нашей страны на период до 2030 г. невозможна без создания инновационного, технически надежного электронергетического комплекса. В качестве приоритетных направлений развития энергетического сектора названы создание и внедрение в электросетевую инфраструктуру современных цифровых технологий и интеллектуальных систем управления, формирование гибких и надежных автоматизированных центров обработки данных и систем интеллектуального учета электрической энергии. Ожидается, что реализация национального проекта по формированию интеллектуальной энергосистемы в России приведет к сокращению инфраструктурных

затрат и создаст условия для расширения инвестиций не только в энергетику, но и в другие отрасли промышленности.

В результате длительного процесса реформирования энергетического сектора ухудшились практически все отраслевые технико-экономические показатели. Увеличились удельные расходы топлива на производство электроэнергии, в генерации и электросетевом хозяйстве снизилась загрузка установленных мощностей, выросли потери электроэнергии на ее передачу, существенно увеличилась численность производственного персонала (соответственно и расходы на оплату труда), стоимость строительства энергетических объектов возросла не только с дореформенным периодом, но и в сравнении с аналогами строительства энергообъектов ведущими зарубежными строительными компаниями. Принято более полутора сотен законодательных актов по реструктуризации, приватизации и упорядочению правил работы энергетических компаний в рыночной среде, накоплен значительный опыт работы с потребителями энергоресурсов и услуг энергокомпаний. Однако нерешенность целевой задачи реформирования — либерализации рынка электроэнергии и усиление конкуренции, результатом которой должно было стать снижение тарифов на электроэнергию для потребителей, приводит отрасль к обратным эффектам.

В среднем, по стране доля сетевой составляющей в цене на электроэнергию для потребителей достигает 50%, что существенно выше мировой практики. В регионах ситуация еще хуже: стоимость электроэнергии для потребителей за счет сетевой составляющей в ценах оптового рынка вырастает от 1,5 до 3-х раз. Учитывая, что стоимость газа, на котором работают более 60% тепловых электростанций в России, ниже мирового уровня, такая структура цены свидетельствует о крайне низкой эффективности всей электрической отрасли. Бесконтрольный рост числа территориальных сетевых компаний, получающих вне зависимости от объема оказанных услуг составляющую «котлового» тарифа на основе обеспечения необходимой валовой выручки, также способствовало росту тарифов на электроэнергию.

Указанные негативные изменения привели к росту расходов всех экономических агентов на оплату электроэнергии. По оценкам российских экспертов величина финансовых ресурсов, отвлекаясь из финансового оборота предприятий реального сектора в результате роста тарифов на электроэнергию составила не менее 550 млрд. рублей в год, в том числе только за счет перекрестного субсидирования населения и приравненных к ним группам потребителей почти на 300 млрд. рублей. В настоящее время суммарная максимальная мощность потребителей с максимальной мощностью не менее 670 кВт, присоединенных к электрическим сетям распределительных дочерних обществ ПАО «Россети», составляет 87 ГВт, а используется потребителями примерно на уровне 44%. Такое неэффективное использование мощностей происходит на фоне хронического недостатка инвестиций в электросетевую комплекс, значительного физического и технологического износа электрических сетей. Средний технический уровень установленного оборудования в распределительных электрических сетях по ряду параметров соответствует оборудованию, которое эксплуатировалось в развитых странах 25–30 лет назад. Фактически 50% распределительных электрических сетей выработали свой нормативный срок, а 75 — два нормативных срока. Общий износ распределительных электрических сетей достиг 70%, магистральных электрических сетей — около 50%, что значительно выше аналогичных показателей в других странах с аналогичной территорией, где показатель износа составляет 27–44%.

Оптимизировать управление энергетической системой и повысить качество энергоснабжения не позволяет отсутствие современных технологий. Проникновение цифровых технологий приводит к значительным положительным эффектам во всех секторах экономики, поскольку ключевой характеристикой интеллектуальной сети является ее способность автоматически предотвращать (сокращать) перерывы в электроснабжении,

решать задачи управления качеством электроснабжения и контроля аварий, в том числе каскадного типа. Для того, чтобы «умная» сеть работала, необходимо сформировать так называемые энергокластеры — единое информационно — технологическое пространство отдельных территорий, в состав которых входят предприятия генерации и транспортировки энергии, компании, осуществляющие инжиниринг, услуги энергосервиса, предприятия энергетического машиностроения и приборостроения, образовательные организации. Мировая практика свидетельствует, что цифровая сеть, в первую очередь, позволяет снизить операционные затраты, оптимизировать бизнес — процессы и повысить удовлетворенность клиентов.

В разработанном Минэнерго и принятом Законе «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации» под «цифровизацией» понимается «ускорение процесса развития интеллектуального учета электрической энергии (мощности)», создание систем распределенной автоматизации учета и контроля оперативного состояния оборудования и качества энергоснабжения, создание цифровых моделей для оптимального управления энергосистемой [1].

Переход к цифровой энергетике предполагает глубокое взаимодействие бытовых организаций с потребителями и с новыми субъектами рынков (микрогенерация, просьюмеры — активные потребители, агрегаторами, накопителями и пр.), в том числе с учетом возможностей предоставления услуг по управлению нагрузкой (ценочувствительное потребление на розничных рынках электроэнергии).

Внедрение интеллектуальных технологий управления энергосистемой (интеллектуальная энергосистема), в конечном счете, призвана решить следующие задачи:

- ♦ интеграцию централизованной и распределительной генерации, включая генерирующие объекты потребителей при достижении определенной необходимой их доли в энергобалансе. Речь в данном случае идет о ВИЭ (возобновляемые источники энергии), наиболее распространенные виды которой (солнечная и ветрогенерация) отличаются низкой стабильностью выработки.
- ♦ выравнивание пикового спроса на мощность в энергосистеме (снижение пиков электропотребления и подъем/выравнивание провалов) для снижения общей потребности в генерирующей мощности и соответствующей ей сетевой инфраструктуре, а также сетевых потерь на пиковую нагрузку. Эффект в системе обеспечивается за счет обратной связи, в том числе через интерфейс

систем учета как части интеллектуальной инфраструктуры. Потребителям дается сигнал снизить потребление или перевести нагрузку на собственные источники энергоснабжения, то есть на малую генерацию или на устройства хранения электроэнергии. Эффект имеет «отложенный характер», поскольку основывается на будущем существенном росте электропотребления в связи с отказом от потребления углеводородов и переходом на электротранспорт, электроотопление, электроплиты [3].

Активное развитие ВИЭ началось в первом десятилетии XXI в. Стратегия масштабного развития ВИЭ генерации характерна для энергодефицитных стран и районов. Наиболее активно «цифровизация» электросетевой инфраструктуры происходит в Европе, где доля ВИЭ в производстве электроэнергии составляет порядка 15%, а по оценкам Европейской Комиссии к 2030 г. должна достичь 27% (Digital technologies, 2019). Стремясь к уменьшению зависимости от энергоресурсов, правительства западных стран разработали и приняли и реализуют программы масштабного развития и поддержки возобновляемой энергетики. Результатом стало существенное сокращение (в разы) стоимости решений в области солнечных и ветряных установок при одновременном росте их технической эффективности.

Внедрение интеллектуальных систем учета эффективно, в первую очередь, для стран без централизованного теплоснабжения и с теплым климатом. Меньший эффект характерен для перехода на домовые солнечные панели в пиковые периоды. В Китае степень проникновения «умных» приборов учета на электросетевой рынок составляет 95%. Китай — страна с активной государственной поддержкой интеллектуальных инфраструктурных проектов, развитие и поддержка интеллектуальных сетей является составной частью двух последних пятилетних планов социально — экономического развития страны.

За период с 2009 по 2017 гг. стоимость электроэнергии от ВИЭ сократилась на 70–80%. По предварительным данным в 2018 г. в мире совокупный ввод объектов ВИЭ превысил ввод объектов централизованной генерации. Даже страны, имеющие значительные запасы углеводородов (Иран, Саудовская Аравия, ОАЭ), реализуют крупные инвестиционные проекты, направленные на развитие «зеленой генерации». Увеличить объемы малой распределительной генерации в общем электропотреблении позволят развитие технологий накопления энергии. В настоящее время уже реализованы проекты промышленных накопителей мощностью до 100МВт. Удешевление таких технологий усилит позиции возобновляемых источников энергии на мировых энергетических рынках.

Интеллектуальный учет, сам по себе, не является самодостаточной технологией. Вне функционирования «интеллектуальной энергосистемы» такой учет не обеспечивает дополнительных преимуществ по сравнению с обычной и удаленной передачей показателей приборов учета и «точечным» внедрением отдельных элементов управления. Если задача заключается в необходимости снижения так называемых коммерческих потерь, то при организации должной работы с потребителями и сотрудниками энергокомпаний существующие системы учета достаточно эффективны.

В России доля генерации на ВИЭ не превышает 0,3% от общего объема генерирующих мощностей ЕЭС. Строительство объектов на основе использования ВИЭ в нашей стране осуществляется в соответствии с программой стимулирования использования ВИЭ, действующей до 2024 г. [2]. В соответствии с Энергетической стратегией России к 2035 г. в Российской Федерации должно появиться 8,5 ГВт генерирующих объектов ВИЭ, из которых 5,5 ГВт должны быть введены к 2024 г. Климатические условия в нашей стране (уровень инсоляции, большие территории) не могут обеспечить загрузку ВИЭ на уровне мировых аналогов [3]. Большинство специалистов считают, что создание ВИЭ не может решить задачу по долгосрочному обеспечению надежности энергоснабжения, так как объекты ВИЭ не диспетчеризируются и не могут выполнять команды Системного оператора в связи с отсутствием диапазона регулирования. Требуется поиск «гибридных решений» комбинации альтернативной и традиционной энергетики [5].

Организация интеллектуального учета является высокотехнологичным и исключительно затратным проектом. Дорогие микропроцессорные измерительные приборы должны поддерживаться соответствующими технологиями передачи информации, необходимо создание так называемых дата — центров (центров обработки массивов информации), программного комплекса, обеспечение доступа участников рынков электроэнергии к создаваемой IT-системе, установка и содержание устройств ограничения нагрузки для всех потребителей — участников интеллектуальной системы учета. Одновременно возникают проблемы быстрого устаревания IT- технологий и необходимость обеспечения кибербезопасности энергосистемы [6].

Интеграция «интеллектуальной» и существующей систем учета электроэнергии требует тщательной проработки возможностей для строительства дополнительных (к централизованным) местных источников электроэнергии, установления необходимости в значительных дополнительных объемах малой распределительной генерации и наличия соответствующего оборудования у потребителей. Отсутствие перечисленных параметров

не позволяет рассматривать масштабное распространение технологий интеллектуальной энергосистемы как экономически обоснованное. Отрыв (разнесение во времени) реализации проекта по внедрению интеллектуального учета от реализации системных мер по формированию распределенной энергосистемы приведет к нерациональным финансовым и организационным расходам.

Достаточно новым направлением модернизации энергетики является реализация проекта Национальной технологической инициативы (EnergyNet), направленного на внедрение в распределительных сетях технологии Smart Grids с современными приборами контроля и управления. Smart Grids включают предназначенный для передачи электроэнергии от производителя к потребителю обширный комплекс технологических процессов, современных информационных и коммуникационных технологий, инновационного оборудования и приложений. Интеллектуальная сеть представляет совокупность подключенных к генерирующим источникам и электроустановкам потребителей программно-аппаратных средств и информационно — аналитических и управляющих систем, обеспечивающих надежную и качественную передачу электрической энергии от источника к приемнику в нужное время и в нужном количестве. Новые принципы, технологии передачи и управления процессом позволяют объединить на технологическом уровне потребителей и производителей электроэнергии в единую интеллектуальную автоматизированную систему,

Основными преимуществами внедрения такой системы (в сравнении с существующей системой) являются:

- ◆ обеспечение высокого качества и надежности энергоснабжения на основе внедрения дистанционного контроля исправности работы оборудования;
- ◆ способность энергосистемы к самовосстановлению в кратчайшие сроки после аварийных отключений;
- ◆ высокая сопротивляемость к физическим и информационным атакам;

- ◆ интеграция любых типов генерации и хранилищ энергии, использование коммуникационных и информационных технологий;
- ◆ активное вовлечение потребителей электроэнергии к управлению сетью.

Интеллектуальная обработка массива данных, поступающих от компонентов сети, осуществляется на основе технологической платформы Smart Grid, что позволяет оптимизировать использование электроэнергии, повысить надежность и эффективность энергетических систем, сократить потери электроэнергии, уменьшить ресурсные затраты, решить задачу объемов выброса вредных веществ в атмосферу, повысить качество жизни населения. По экспертным оценкам компании SAP, потенциал роста ВВП, связанный с развитием цифровой энергетики, составит 200 млрд. руб., из них 100 млрд. рублей — в электросетях. В результате цифровой трансформации сетевого бизнеса прирост прибыли энергокомпаний составит 4,3% от текущих показателей [4].

Несомненно, внедрение умных сетей позволит повысить пропускную способность воздушных линий электропередачи и надежность энергоснабжения примерно на 30%. Применение новых материалов и технологий позволит сократить площади, занимаемые электросетевыми объектами. Использование сверхпроводящих, индуктивных технологий позволит сократить потери электроэнергии, увеличить сроки эксплуатации кабельных линий, повысить их пожарную и экологическую безопасность; наличие возможности мониторинга прогнозирования режимов позволит повысить эффективность противоаварийного управления электрическими системами. Перечисленные положительные эффекты возможны при формировании оптимальной для национальной экономики стратегии развития интеллектуальной энергосистемы, определении конкретных территорий, где целесообразно внедрение таких технологий, тщательном анализе затрат и выгод от реализации проекта по созданию интеллектуальной энергосети.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедзянов А.Р., Богданова Ю. З. Геотермальная энергетика в Германии // В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов I Международной студенческой научно-практической конференции. — 2017. — С. 183–185.
2. Щукин В.В., Богданова Ю. З. О возможности применения солнечной энергии // В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов I Международной студенческой научно-практической конференции. — 2017. — С. 236–237.
3. Кремлёва А.А., Щеглова М. В., Таратута И. В. Энергосбережение в быту // В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов II Международной студенческой научно-практической конференции. — Тюмень, 2018. — С. 259–260.
4. Поперечный А.А., Чанчаров Д. Р., Таратута И. В. Система отопления в коровниках и иных животноводческих помещениях // В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов III Международной студенческой научнопрактической конференции. — Тюмень, 2018. — С. 296–298.

5. Шашков М.М., Сибгатуллин А.И., Таратута И.В. Специализированные роботы в энергетике // В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов LII Международной студенческой научно-практической конференции. — Тюмень, 2018. — С. 325–327.
6. Кремлёва А.А., Щеглова М.В., Таратута И.В. Энергетическое будущее Тюмени // В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов LI Международной студенческой научно-практической конференции. — Тюмень, 2017. — С. 189–190.

© Семёнова Вероника Алексеевна (9767871@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения