Цифровая трансформация сектора энергетики. Международный опыт. Российская перспектива

Digital transformation of the energy sector. International experience. Russian opportunity

doi 10.26310/2071-3010.2020.255.1.009

Е. С. Балашова,
к. э. н., доцент, декан, зав. кафедрой
✉ elenabalashova@mail.ru

E. S. Balashova,
PhD in economics, associate professor, dean, head of department

К. С. Майорова,
старший преподаватель
✉ xs-ksu123@mail.ru

K. S. Maiorova,
senior lecturer

Международная высшая школа управления, кафедра инновационной экономики,
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

International graduate school of management, department of innovation economics, Saint-Petersburg state marine technical university

Говоря о цифровизации, следует обратить внимание не на эволюцию данного термина, но описываемого им феномена. На протяжении нескольких десятилетий речь шла о таком процессе, как «информатизация», который активно развивался при информационном технологическом укладе экономики. Под типом технологического уклада экономики понимается технологический процесс преобразования имеющихся в распоряжении человека природных, а позднее и искусственных ресурсов в полезные их виды, способные удовлетворять его потребности, а также характер взаимоотношений людей в процессе их совместной производственной деятельности.

В настоящее же время многие развитые страны мира интенсивно формируют новый технологический уклад цифровой экономики на основе развития наукоемких технологий и производств, в которых информационно-коммуникационные и цифровые технологии становятся основными видами ресурсов для производства товаров и услуг и одновременно новыми факторами производства. Приоритетной задачей национальный промышленный сектор ставит перед собой победу в глобальной технологической гонке, а также формулировку нового ориентира цифровизации, который обеспечит соединение финансового и интеллектуального потенциалов нашей страны.

В настоящем исследовании дана характеристика современного этапа развития «цифровой» энергетики на российском рынке. Рассмотрена специфика «цифровых» технологий, относящихся к энергетической отрасли. Раскрыты сущность и особенности внедрения «цифровых» технологий в отрасли топливно-энергетического комплекса. Проведен анализ бизнес-процессов промышленного предприятия EDF с применением «цифровых» технологий. Выявлены основные направления развития «цифровой» энергетики в Российской Федерации.

Talking about digitalization, we should pay attention not to the evolution of this term, but to the phenomenon it describes. For several decades, we have been talking about such a process as «Informatization», which has been actively developing under the information technology structure of the economy. Type technological structure of the economy refers to the process of transformation of available natural and later artificial resources into useful types, is able to meet his needs, and the nature of human relations in process of their joint production activities.

At present, many developed countries are intensively forming new technological mode of the digital economy through the development of high technologies and industries in which ICT and digital technologies have become major resources for production of goods and services and at the same time new factors of production. The priority task of the national industrial sector is to win the global technological race, as well as to formulate a new benchmark for digitalization, which will ensure the connection of the financial and intellectual potential of our country.

This study asses the current stage of «digital» energy development in the Russian market. The specifics of «digital» technologies related to the energy industry are evaluated. The main point and features of the implementation of «digital» technologies in the industry of the fuel and energy complex are realized. The business processes of the industrial enterprise EDF are analyzed using the digital technologies. The main trends for development of «digital» energy in the Russian Federation are identified.

Ключевые слова: цифровизация, энергетика, распределительные smart-сети, инновационные технологии, экономика промышленности, цифровая экономика.

Keywords: digitalisation, energy, distribution and smart-networks, innovation, industrial economy, digital economy.

Введение

2017 г. стал знаковым для развития топливно-энергетического комплекса Российской Федерации благодаря активному формированию и реализации новой политической стратегии, а именно перехода к цифровой экономике. В целях модификации основных производственных мощностей энергетической отрасли РФ и создания условий для внедрения инновационных технологий в цифровые платформенные решения национального топливно-энергетического комплекса Минэнерго Российской Федерации сформировало ведомственный проект «Цифровая энергетика». С учетом обозначенных Президентом РФ приоритетов, которые были утверждены в национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» в 2017 г., проект «Цифровая энергетика» планирует создать новый целевой подход к видению понятийного аппарата «цифровизация энергетики» и его активного внедрения в электроэнергетические производства с целью создания новой национальной технологической базы для ее дальнейшего развития и формирования предложений по повышению конкурентоспособности энергетической отрасли.

Существующий технологический уклад электроэнергетики достиг предела своей эффективности и в дальнейшей перспективе утратит высокую конкурентоспособность по сравнению с решениями цифровой энергетики. Понятийный аппарат «цифровой» энергетики многогранен и разнообразен, что является проблемой, с одной стороны, в силу возникновения различных точек зрения. Однако, с другой стороны,

данный феномен может стать единственным решением принципиальной смены внутренней архитектуры и управления топливно-энергетического комплекса.

Исходя из вышеизложенного, целью исследования является определение роли цифровых технологий в развитии электроэнергетической отрасли в условиях цифровой трансформации. В связи с установленной целью необходимо решить следующие задачи:

- дать характеристику современному этапу развития «цифровой» энергетики;
- рассмотреть специфику «цифровых» технологий в сфере энергетики;
- провести анализ бизнес-процессов промышленного предприятия EDF с применением цифровых технологий;
- выявить основные направления развития «цифровой» энергетики в РФ.

Данное исследование было проведено, основываясь на научной литературе по поставленной проблематике, была проанализирована нормативно-правовая база РФ в области «цифровой» энергетики и исследован международный опыт деятельности электроэнергетической компании в условиях «цифровизации».

Исходя из анализа указанных источников, были сделаны следующие предположения, а именно:

- «цифровые» технологии предполагают создание и внедрение новых методов коммуникации с потребителями;
- «цифровые» технологии затрагивают ключевые элементы организации, из чего следует возможность комплексного обследования на предмет готовности к трансформациям.
- предприятиям топливно-энергетического комплекса необходимо обладать подходящей управленческой стратегией и целым набором компетенций для эффективного развития с современных реалиях;
- ведется активная работа по внедрению «цифровых» решений по производственным вопросам на предприятиях, по созданию новых специфических контрольно-надзорных функций на государственном уровне, по трансформации профессионального образования для подготовки будущих специалистов в области цифровой энергетики, обладающих уникальными компетенциями.

Общие сведения о внедрении цифровых технологий в энергетическую отрасль

Существующий технологический уклад электроэнергетики достиг предела своей эффективности и в дальнейшей перспективе утратит высокую конкурентоспособность по сравнению с решениями цифровой энергетики. Одним из ключевых глобальных тенденций развития топливно- энергетического комплекса в современных реалиях является модификация цифровых и интеллектуальных технологических решений в управлении производственных мощностей энергетической отрасли.

Активное внедрение цифровых технологий во внутренние и внешние бизнес-процессы предприятий влекут за собой появление инновационных бизнес-моделей, обеспечивающих будущую конкурентоспособность отрасли. Приоритетной задачей национальный энергетический рынок ставит перед собой победу в глобальной технологической гонке, а также формулировку нового ориентира цифровизации, которое обеспечит соединение финансового и интеллектуального потенциалов нашей страны.

Для успешного развития в условиях цифровой трансформации предприятиям энергетической отрасли необходимо обладать подходящей управленческой стратегией и целым набором компетенций. Благодаря упомянутым составляющим организация будет способна более гибко воспринимать внутренние и внешние изменения своих бизнес-процессов и успешно создавать инновационные бизнес-модели и продукты. Так компании энергетической отрасли сохранят свою организационную маневренность независимо от масштабов производства, они будут способны обеспечить баланс между накопленным и полученным опытом, созданием и модификацией новых стратегий управления [1].

Многие компании, занимающиеся освоением энергии всех форм и потенциалов, озадачены проблемой защиты окружающей среды и потребителей, тем самым поставив перед собой задачу «чистого» производства энергии без вреда здоровью потребителей и всеобщего состояния экологической системы нашей планеты. Современные цифровые технологии позволяют компаниям мирового уровня в кратчайшие сроки преобразовать свои внутренние бизнес-процессы, модернизировать производственные мощности, и тем самым добиваться максимально эффективных результатов от своей деятельности.

Внедрение новейших цифровых и интеллектуальных технологических решений является одним из ключевых глобальных трендов развития энергетической отрасли на современном этапе. Постепенная цифровизация отечественной энергетики как процесс была запущена всего лишь несколько лет назад, но уже сейчас, согласно исследованиям ведущих специалистов в области экономики, IT и электроэнергетики, данный феномен оказал крайне положительное влияние на развитие топливно-энергетического комплекса [2]. Именно сейчас, тема цифровизации является центральной и неизменно затрагиваемой практически на всех дискуссиях, касающихся ключевых позициях отрасли энергетики, а также основных тенденций развития данной сферы экономики РФ.

Однако, помимо современных технологий, необходимо изменить подход не только к видению процесса, но и к самому управлению. Как сказал первый заместитель министра энергетики РФ Алексей Текслер в одном из интервью: «Цифровизация — это не про технологии, цифровизация — это изменение уклада» [3]. В силу активного внедрения цифровых технологий, как внутренние, так и внешние бизнес-процессы предприятий видоизменяются, что влечет за собой появление новых бизнес-моделей, которые становятся ключевым фактором обеспечения будущей конкурентоспособности. При этом цифровизация, как феномен, не только оказывает влияние на оптимизацию управленческих решений и снижение издержек предприятий, но и выступает в роли гаранта по во-

просу надежности энергосистем, в чем государство заинтересовано в первую очередь.

За последние пять лет произошли грандиозные изменения во всех отраслях топливно-энергетического комплекса благодаря внедрению уникальных инновационных технологий и разработке новейших цифровых продуктов. В секторе энергетики активно внедряются технологии «smart grids» (умные сети), виртуальная прогностика и мониторинг состояния генерирующего оборудования, а также диспетчеризация энергообъектов для повышения качества энергоснабжения.

Технологии «smart grids», которые рассматриваются как основа модернизации и усовершенствования электроэнергетической отрасли, в последние несколько лет активно применяются в компаниях Европейских стран (рис. 1) [4]. Накопленный опыт стратегических разработок и управленческих концепций в сфере интеллектуальной цифровой энергетики разных стран мира показывает, что ее создание нацелено не только на преодоление определенных инженерных, экономических или управленческих задач, но и на реализацию системной технологической платформы, которая будет отвечать энергетическим нуждам новой цифровой экономики.

Новейшие технологии, применяемые в сетях, основанные на адаптации характеристик оборудования в зависимости от режимной ситуации, активное взаимодействие с генерацией и потребителями позволяют создавать эффективно функционирующую систему, в которую встраиваются современные информационно-диагностические системы, системы автоматизации управления всеми элементами, включенными в процессы производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии. Электрическая сеть из пассивного устройства транспорта распределения электроэнергии превращается в активный элемент, параметры и характеристики которой изменяются в зависимости от требований режимов работы в реальном времени, в которой все субъекты электроэнергетического рынка (генерация, сеть, потребители) принимают активное участие в процессах передачи и распределения электроэнергии.

Для реализации этой новой функции сети оснащаются современными быстродействующими устройствами силовой электроники и электромашиновентильных систем, системами, обеспечивающими получение информации в режиме онлайн о режимах работы сети и состоянии различного рода накопители (аккумуляторы) электрической энергии, а потребители становятся активными участниками процесса распределения и потребления электроэнергии [5].

Изменение системы представлений о распределительной сети, развитие информационных и коммуникационных технологий, усовершенствование отдельных компонентов преобразования энергии, достижения в сфере устройств и систем защиты от сбоев способствовали появлению новых технологий, которые будут влиять на развитие электроэнергетической системы. Несколько конкретных примеров таких технологий приведены ниже:

- Распределенная энергетика, которая быстро развивается и оснащается подключаемыми автоматически настраиваемыми устройствами по типу «включай и работай».
- Интеллектуальные или коммуникационные счетчики. Некоторые страны приступили к реализации крупномасштабных проектов по замене обычных счетчиков в домах потребителей электроэнергии на интеллектуальные счетчики, которые позволяют произвести снятие показателей удаленно, а также служат порталом для других целей, касающихся качества электроэнергии и энергетических услуг.
- Исполнительные механизмы, интегрированные в электроэнергетическую систему. Эти устройства, как правило, основываются на электронике больших мощностей и служат для более эффективного

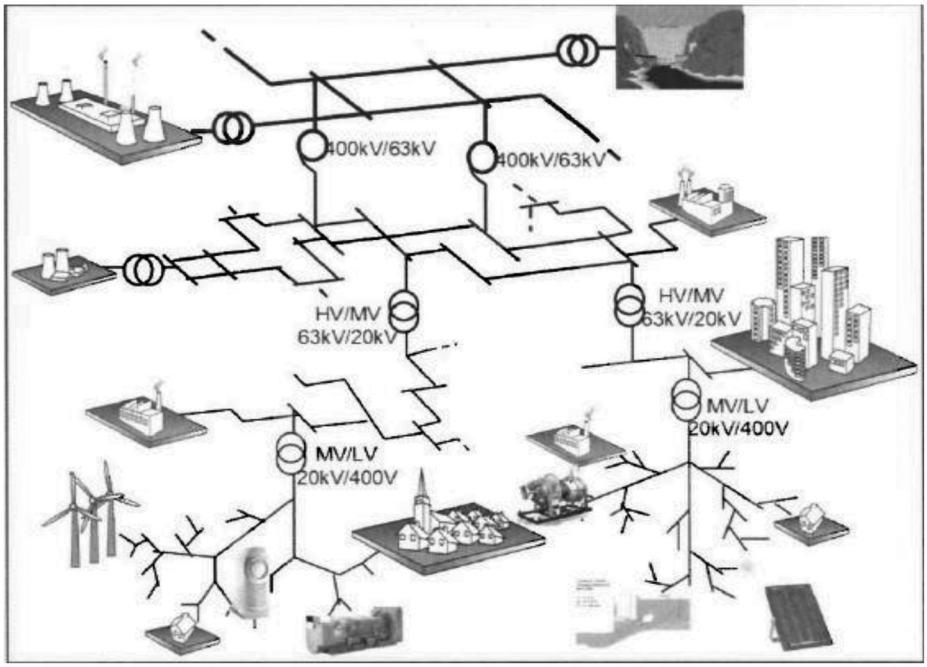

Рис. 1. Организация электроэнергетической системы [12]

управления потоками мощности или другими сетевыми переменными, такими как напряжение или токи короткого замыкания. Также они могут предоставлять возможности для управления архитектурами сети в условиях чрезвычайных ситуаций.

- Быстродействующие коммутационные устройства и интеллектуальная защита. В результате исследований были достигнуты значительные успехи в области коммутационных устройств, что привело к уменьшению стоимости и увеличению срока службы. Защита стала более эффективной и может самостоятельно адаптироваться к окружению.
- Высокопроизводительные и экономически эффективные датчики, сопоставленные или не сопоставленные с существующими устройствами: Распределительные сети, например, оснащены неэффективными измерительными приборами, что создает проблему наблюдаемости этих сетей. Появление недорогих датчиков в сочетании с соответствующими коммуникационными возможностями создает дополнительные перспективы наблюдаемости.
- Усовершенствованная EMS (система управления энергопотреблением) и особенно DMS (система управления распределением): данные функции могут находиться в традиционных центрах управления или быть рассредоточены по распределительным сетям (программируемой подстанции или децентрализованному устройству управления и сбора данных SCADA) [6].
- Накопители энергии. Несмотря на то, что на сегодняшний день возможности накопления энергии в больших масштабах чрезвычайно скудны, а общая стоимость данной операции относительно высока, в будущем можно ожидать значительного прогресса, особенно в отношении развития непостоянных источников возобновляемой энергии.
- Сверхпроводниковые устройства. В частности, они включают в себя ограничители тока короткого замыкания и сверхпроводящие кабели в интеллектуальной сети на уровне управления цепи «устранения повреждения» или на уровнях управления напряжением и потоками энергии.

После нескольких десятилетий постепенного развития энергетические системы претерпевают колоссальные изменения под влиянием таких факторов, как возрастающие потребности в интеграции возобновляемых видов энергии, устаревание оборудования, недостаточная энергоэффективность и усиливающаяся обеспокоенность по поводу уязвимости системы при увеличении количества действующих лиц в условиях либерализации энергетических рынков. Эксплуатация энергосистем становится все более трудоемкой, что в итоге потребует широкого внедрения интеллекта в интересах обеспечения безопасности, экономичности и эффективности, создавая при этом предпосылки к возникновению концепции «умных энергосистем» [7].

В настоящее время эксплуатация электрических сетей базируется на четырех сегментах, обусловленных структурой глобальной электроэнергетической системы [8]:

- большая часть электроэнергии производится крупными электростанциями, расположенными в стратегических точках единой энергетической системы;
- передающая электрическая сеть осуществляет передачу электроэнергии от электростанций в центры энергопотребления и распределительные сети. Она является основанием всей системы энергоснабжения и оснащена самым современным оборудованием. Управление электрической сетью осуществляется централизованно в соответствии с принятой иерархией;
- распределительные сети занимают место между передающей сетью и конечным пользователем. Они соединены с передающей сетью через «подстанции», посредством трансформаторов. В силу экономических причин и ради упрощения эксплуатации распределительные сети в основном используются в радиальных структурах. В условиях отсутствия значительных местных источников энергии распределительные сети характеризуются однонаправленностью потока энергии (энергия всегда идет в одном направлении, от подстанции к конечному пользователю);
- конечные пользователи, являющиеся преимущественно пассивными клиентами, характеризуются нерегулируемыми нагрузками и не участвуют в управлении системой.

Первые три сегмента, хоть они и институционально разделены по четко определенным сферам ответственности, тесно взаимосвязаны и подчиняются конкретным физическим законам, в частности, балансу производства–потребления и техническим ограничениям. В целом эта система была разработана с целью производства, передачи и распределения электрической энергии в соответствии с лучшими стандартами качества, безопасности и экономии. Считающаяся самой сложной системой из всех когда-либо построенных человеком, она состоит из миллионов километров проводов и кабелей, генераторов, трансформаторов, точек подсоединения и т. д. Она объединяет в себе несколько уровней напряжения, современные средства защиты, контрольное оборудование и центры управления.

Практическая реализация концепции интеллектуальных энергосистем, таким образом, станет стимулом для значительной эволюции всей энергетической цепочки. В рамках данной концепции будут предложены технические принципы широкомасштабной интеграции непостоянных источников энергии, повышения энергоэффективности и улучшения функционирования сети при осуществлении контроля над выполнением экологических задач и обеспечении лучшей защиты и качества электроснабжения при наилучших экономических условиях.

Инфраструктура интеллектуальных энергосистем будет играть более значимую роль, чем просто управление электроэнергетической системой, а именно:

- функции инфраструктуры позволят оказывать новые энергетические услуги (разумное управление энергопотреблением зданий и обеспечение энергоэффективности, услуги мониторинга и

безопасности, а также иные услуги, связанные с домашней автоматизацией);

- инфраструктура может быть объединена с другими потребностями: развитие совместных комплексных интеллектуальных сетей (электричество, газ, вода) и телекоммуникационных сетей посредством использования самой густой существующей сети.

Наконец, как любое техническое достижение, интеллектуальные сети станут причиной технологической и общественной эволюций, положительные результаты которых на данный момент невозможно оценить: передача технологий в другие сектора (домашняя автоматизация и бытовые электроприборы, логистика, многожидкостная гидродинамика, области применения искусственного интеллекта); катализ поведенческих и социальных эволюций (способствование тщательному управлению энергией, другими удобствами, поддержка моделей взаимодействия и объединения ресурсов).

Данный потенциал интеллектуальных сетей необходимо сохранить посредством сбалансированного рассмотрения ставок и действующих лиц в сочетании с эффективным и прагматичным управлением переходами с точки зрения экономики и промышленности. Помимо этого, интеллектуальные сети не должны терять из вида общечеловеческие, социальные и экологические цели, которые характеризуют использование энергии в целом и применение электричества в частности, а также потребности в режимах взаимодействия.

Внедрение «smart grid»-технологий — это сама по себе стратегическая, долгосрочная задача. По всем параметрам — по составу оборудования, по его экономичности, надежности энергоснабжения, эффективности, стоимости, — электроэнергетика должна отвечать требованиям экономики XXI века. Потребители интегрированы в энергосистему и в рынок, они должны стать активной частью и того, и другого, не чувствовать ограничений со стороны технологической или коммерческой инфраструктуры. Электроэнергетика должна действительно стать клиентоориентированной.

Внедрение технологий «smart grid» приведет к серьезному изменению функциональности в сфере генерации, передачи, распределения, потребления электроэнергии вследствие изменения существующих или появления новых технических свойств. Это, в свою очередь, станет причиной проявления технологических эффектов интеллектуализации, которые оцениваются через изменение производственных параметров отдельных технологических комплексов или энергосистемы в целом. Примерами таких комплексных технологических эффектов являются снижение прироста максимумов электрической нагрузки и потребности в резервах мощности за счет активно-адаптивного регулирования потребления, уменьшение потерь электроэнергии с ликвидацией их коммерческой составляющей, повышение пропускной способности линий электропередачи и сечений, а также улучшение загрузки генерирующих мощностей и возможностей по выдаче запертых мощностей электростанций.

Все технологические эффекты так или иначе влияют на изменение экономических характеристик работы энергосистемы и системы электроэнергетических рынков, что позволяет определить величину экономических эффектов, включая изменение капитальных затрат на вводы генерирующих мощностей и электросетевых объектов, расхода топлива за счет изменения объемов ввода и режимов загрузки тепловых электростанций. Также в генерации и сетях снижаются условно-постоянные эксплуатационные затраты, прежде всего — ремонтные и на оплату труда, за счет более высокой автоматизации и снижающейся вследствие этого аварийности оборудования.

Для потребителей электроэнергии эффекты от внедрения «smart grid»-технологий связаны, во-первых, со снижением ущербов от ограничений или низкого качества поставок электроэнергии, а во-вторых, с относительным снижением стоимости энергоснабжения по сравнению с традиционной схемой технологических и рыночных отношений с поставщиками и инфраструктурными организациями. Однако успешность решения задач энергетической и экономической эффективности работы отрасли в определяющей степени зависит от темпов перехода от концептуальной проработки, видения интеллектуальной энергетики к проектной реализации.

Международный опыт цифровизации сектора энергетики

Французская энергосистема, например, включает в себя 1300000 км линий электропередачи и кабелей. Кроме того, большинство электроэнергетических систем на континентах связаны между собой, придавая им огромные размеры, в то время как контроль все еще остается ограниченным в масштабах [9].

Сегмент конечного пользователя также заметно эволюционировал. Действительно, потребители, которые были «пассивными» и не взаимодействовали динамически с электроэнергетической системой, в настоящее время находятся в процессе преобразования, в особенности благодаря разработке интеллектуального счетчика и связанных с ним серверов и электрогенераторов. Они, например, имеют возможности управления нагрузкой, что позволяет им участвовать в разрешении некоторых сетевых ограничений, снижая пиковое потребление или предлагая другие услуги, необходимые системе.

Помимо этого, с развитием распределенной энергетики конечный пользователь может, будучи потребителем, стать еще и производителем или источником накопления энергии. Таким образом, потребитель становится «активным» или даже «сверхактивным», когда открываются возможности по регулированию нагрузки, местному производству или накоплению энергии, в зависимости от требований законодательства, структуры рынка или доступных технологий. Кроме того, ожидаемое развитие гибридных и электрических транспортных средств с их зарядными характеристиками и возможностями хранения будет способствовать усложнению управления системой. Эти изменения вдохновляют инженеров и исследователей на разработку нетрадиционных решений для преодоления проблем и удовлетворения меняющихся

потребностей, сводя к минимуму вложения в систему и оптимизируя всю энергетическую цепь [10].

В последнее десятилетие происходит активное внедрение передовых цифровых технологий в отрасли топливно-энергетического комплекса, что ведет за собой повышение эффективности деятельности предприятий посредством изменений внутренних бизнес-процессов, а также модернизации производственных мощностей. Дальнейшее активное освоение цифровых технологий и их практическое применение в деятельности отраслевых компаний откроет еще большие возможности и экономические выгоды. Как следствие, использование цифровых технологий в комплексных решениях приведет к изменению бизнес-среды, а также к повышению конкуренции для всех отраслевых предприятий [11].

По мнению большинства специалистов, масштаб данной трансформации требует системного целевого видения цифровизации на уровне отрасли. При этом, неотъемлемой частью цифровой трансформации должно выступать грамотное государственное регулирование. Энергетическая отрасль российского рынка не обладает данным опытом, однако, партнеры Сколково, а именно, французская электроэнергетическая компания EDF, руководство которой несколько лет назад обозначило необходимость создания единой коммуникационной площадки с участием компаний и экспертного сообщества, сформировала свою интегрированную позицию по задачам цифровизации энергетической отрасли.

Компания EDF, которая занимает лидирующие позиции на рынке Европы по объему своих производственных мощностей, неотъемлемой частью своей деятельности видит инновации и современные информационно-коммуникационные технологии, которые позволяют создавать smart-продукты, делающие жизнь потребителя и окружающую среду только лучше.

В 2015 г. на базе компании была создана уникальная площадка EDF Pulse, соединившая в себе инновации и науку, тем самым дав начинающим стартапам возможность реализовать свои инновационные проекты в различных сферах жизни. Данная инициатива нашла отклик у сотен рабочих групп, занимающихся разработкой инновационных продуктов, но не имевших ранее возможность их реализовать [12]. Компания EDF тем самым дала мощный толчок для развития определенной сферы ТПК, а именно цифровой электроэнергетики, которая помогает разрабатывать smart-продукты для жизни потребителей и компаний международного уровня в условиях активной цифровизации большинства отраслей экономики.

Исходя из вышесказанного, далее хотелось бы рассмотреть реализованные проекты компании, в основе которых лежат цифровые технологии. Представленные продукты компании EDF направлены на интеллектуальное потребление энергии, что лежит в основе идеи научно- производственного комплекса компании о создании «умного города» нового поколения.

Данную концепцию сотрудники научно-производственного центра компании разрабатывают уже больше пятнадцати лет, и за это время им удалось достичь грандиозных результатов. Каждый год научная площадка EDF Pulse организовывает конкурс на лучший инновационный проект в одной из трех категорий: «умный дом», «здоровье», «чистая энергетика». Лидирующее положение занимает категория «умный дом», что говорит об озабоченности разработчиков проектов здоровьем и комфортном потребителей.

Одной из последних разработок EDF Pulse является приложение E.quilibre, которое представляет собой своеобразный онлайн-сервис. Доступ к E.quilibre может получить любой клиент со своего личного кабинета на официальном сайте приложения. Визуальный интерфейс приложения достаточно прост и удобен в применении, что не вызовет сложностей у лиц пожилого возраста. Данная разработка помогает потребителю следить за уровнем потребляемой энергии и газа в режиме реального времени. Кроме того, приложение позволяет оптимизировать расходы на электроэнергию, если потребитель использует умный счетчик Linky™ [13].

Linky™ — это продвинутый счетчик следующего поколения, который построен на технологии дистанционного управления для удаленной передачи данных по распределительной сети (рис. 2). В период между 2013 и 2015 гг. был осуществлен пробный запуск данного проекта, результатами которого стало создание двухсот пятидесяти тысяч метров распределительной сети с использованием умного счетчика Linky™ [14]. Компания EDF планирует установить по всей территории Франции распределительную сеть в 35 млн м к 2020 г., основываясь на инновационной технологии Linky™. Эффективную работу распределительных сетей обеспечивают «умные» метры, которые предоставляют потребителям быстрый доступ к данным о потреблении энергии. Кроме того, данная технология имеет функцию распознавания возникшей на линии проблемы с удаленного доступа, не требуя вызова специалиста и не тратя время на диагностику.

Рис. 2. Структура интеллектуального счетчика LINKY

Еще одна разработка, контролирующая суммы платежей за электроэнергию и позволяющая регулировать температуру воздуха в помещении — это Sowee. Устройство Sowee представляет собой модификацию пульта управления, который настроен на контроль отопления в помещении, а также на регулирование работы всех «умных» устройств, находящихся в радиусе ста метров, что обеспечит максимальный комфорт. Данный проект представлен на рынке Франции с конца 2016 г., и компания EDF планирует, что в течение ближайших десяти лет устройство Sowee будет использоваться каждым пятым потребителем [15].

В дальнейшей перспективе научно-производственный центр компании EDF планирует модернизировать данный проект для потребителей, использующих в повседневной жизни электромобили и солнечные батареи. Усовершенствованное устройство Sowee будет рассчитано на самостоятельное управление и автономный контроль производства энергии всех смарт-устройств, имеющихся у потребителя.

Касательно электромобилей, уже созданы десятки многофункциональных пунктов посредничества и информирования (PIMMS), созданные специально для потребителей, которые могут неожиданно столкнуться с проблемой доступа к особым источникам энергии [16]. Данный проект был создан компанией EDF при поддержке партнеров и государственных служб, участвующих в координации деятельности социальных служб различных регионов Франции. В настоящее время проект реализован в количестве пятидесяти пяти центров, которые первоначально были расположены в крупнейших городах Франции, но теперь происходит активное распространение в сельские районы благодаря мобильным сетевым структурам.

Долгие годы ведущие специалисты в области информационно-коммуникационных технологий, инноваций и IT проводят исследования по созданию концепции «умный город», неотъемлемой частью которой считалась идея о полной автоматизации всех процессов, делающих жизнь потребителей практичнее и комфортнее [17]. Однако, относительно недавно лидеры глобального рынка электроэнергетики задумались о проблеме защиты окружающей среды, здоровье и безопасности потребителей, тем самым поставив перед собой задачу «чистого» производства энергии без вреда здоровью потребителей и всеобщего состояния экологической системы нашей планеты [18].

Отечественный опыт цифровой трансформации энергетической отрасли

В настоящее время в РФ ведется активная работа по внедрению цифровых технологий во все ведущие отрасли экономики, особое внимание уделяется так называемой цифровизации ТЭК комплекса РФ. Так, например, компания Русал — внедряет инновационные информационные технологии в свое производство, охватывая все этапы производственного процесса. В условиях жесткой конкуренции именно цифровые технологии становятся важнейшим преимуществом на российском рынке и позволяют компаниям удержать лидирующие позиции в своей отрасли, перейдя при этом на качественно новый уровень развития.

Применительно к компании Русал цифровая трансформация проходит следующим образом. В первую очередь используются инновационные технологии, которые позволяют выполнить измерения разных типов с помощью специальных датчиков и сенсоров, отслеживающих, например, различные технические параметры конкретного производственного процесса. Применяемые технологии передачи данных, корпоративные информационные системы, а также системы управления производством, так называемые MES-системы ((от англ. Manufacturing Execution System, система управления производственными процессами) — специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках производства.) являются как проводными, так и беспроводными.

В рамках цифровой трансформации производственных процессов компании Русал весь массив оперативной информации, которая касается технологических, производственных и других процессов, будет доступен в режиме онлайн на всех уровнях управления бизнес-процессами. Кроме того, режим реального времени дает возможность получения обратной реакции при принятии какого-либо управленческого решения сразу же. Цифровые технологии используются не только в производственных процессах компании, но и при работе с клиентами. На специальном мобильном портале клиент может разместить свой заказ и отслеживать все стадии его выполнения в режиме реального времени.

Таким образом, можно сказать, что условно стратегия сквозной цифровизации компании Русал включает в себя три направления, а именно:

- усовершенствование и наполнение производственных процессов техническими датчиками, сенсорами и управляющей ими аппаратурой;
- внедрение MES-систем в производственные процессы компании;
- совершенствование и внедрение корпоративных систем.

На 2018 г. в Русале уже существовала и функционировала корпоративная бухгалтерская система, или ERP-система, но на текущий момент остро встал вопрос о дальнейшем развитии. Так, руководством компании был предложен запуск мобильного портала для клиентов, а также системы управления цепочками поставок, которая позволила бы отслеживать заказ на каждом этапе его реализации.

Помимо этого, на некоторых предприятиях алюминиевого дивизиона компании Русал были запущены несколько проектов, ориентированных на машинное обучение и искусственный интеллект, совместно с Yandex Data Factory. Технологии искусственного интеллекта будут эффективны в том случае, когда необходима обработка больших массивов данных, которая в свою очередь ведет к выявлению определенных закономерностей. В перспективах компании Русал стоит задача привести все технологические, ремонтные, коммерческие, логистические, экономиче-

ские, маркетинговые и другие процессы производств в единую системы, управление которой будет возможно из любой точки мира, для реализации которой необходимо привести в унифицированный вид все данные заводов Русал, которые можно будет обрабатывать, сравнивать и получать в онлайн-режиме.

Для осуществления такой масштабной кампании цифровой трансформации производства финансовая сторона вопроса предусматривает инвестирование о десятках, а то и сотнях миллионов долларов. Даже с учетом падения цен на вычислительную технику данный процесс явно является недешевым, так как он предполагает инновационную перестройку архитектуры и иерархии системы, а также внедрение новейшего программного обеспечения и MES-систем. Каждый этап сквозной цифровизации производства влечет за собой новые финансовые вложения. Если был установлен условный технический датчик, то необходимо устройство, которое будет передавать с него информацию, а следовательно, необходимо другое устройство, которое будет принимать эти массивы данных. Помимо мощных станций и хранилищ данных, необходимы десятки и сотни тысяч мобильных устройств, различные интерфейсы, мобильные приложения и т. д. Все это требует определенных финансовых вложений, которые, если их собрать воедино, представляют собой существенные суммы.

Однако, если компания не осуществит цифровую трансформацию производства, это сделают ее конкуренты, тем самым сократив себестоимость своей продукции на несколько процентов. Сама же компания окажется не конкурентоспособной и потеряет свои лидирующие позиции на рынке. Поэтому с точки зрения бизнеса, данные финансовые затраты будут оправданы, экономический эффект от инвестиций в цифровую трансформацию производства достаточно быстро окупится за счет повышения технологических процессов, сокращения сроков поставок продукции, усовершенствования клиентских служб и т. д.

При условии дальнейшего бурного развития IT остро встает вопрос об участии человека во всех этапах производства. Компания Русал придерживается той стратегии, на ближайшие 10-15 лет, при которой система, основанная на искусственном интеллекте, будет выступать в роли подсказчика, но окончательное управленческое решение будет оставаться за человеком. В компании внутренние процессы, работа с клиентами, поставщиками, сотрудниками, развитие человеческого капитала — все эти составляющие нуждаются в человеческом взаимодействии. Несмотря на внедрение цифровых технологий во все эти сферы для повышения качества уровня сервиса и облегчения доступа к информации, а также сокращения временных затрат на рутинные операции, стратегическое управление производством и компании в целом требует человеческого вмешательства.

В связи с цифровой трансформацией производства возникает следующий вопрос — появится ли необходимость в новых специалистах? Ведь в дальнейшей перспективе многим сотрудникам понадобятся дополнительные навыки и умения, знания обработки данных, программирования, IT. Например, в том же Yandex Data Factory, с которым сотрудничает Русал, появились представители новой специальности — Data Scientist, «ученые по данным». Это специалисты в сфере построения алгоритмов нейронных сетей, которые также имеют представление о машинном обучении и т. д. Безусловно, с течением времени и развитием цифровых технологий новые профессии появятся, однако не всем специалистам предстоит освоить непосредственно области искусственного интеллекта или программирования.

С уверенностью можно сказать, что традиционные специальности с течением времени будут видоизменяться в силу того, что цифровые технологии будут ориентировать специалистов в большей степени на причинно-следственные связи в производственных процессах. Будут появляться центры компетенций, где специалисты будут удаленно отслеживать все этапы производства и дистанционно регулировать возникшие отклонения.

Цифровизация производства стала чрезвычайно актуальной темой в последние несколько лет в силу нескольких причин. Прежде всего, это произошло из-за изменений конкурентной среды, в частности, многие предприятия алюминиевой и других отраслей все больше «уходят в цифру». И если раньше цифровая трансформация касалась преимущественно сферы телекоммуникации, банковского дела, информационных технологий, то теперь данный процесс затронул и промышленное производство. В этой сфере происходит несколько одновременных процессов, а именно: благодаря повышенной конкуренции и быстрому развитию технологий происходит удешевление оборудования и аппаратуры, которая цифровизирует производство (датчики, сенсоры, обрабатывающие информацию устройства). Помимо этого, с молниеносной скоростью разрабатываются интересные инновационные решения, которые делают цифровизацию еще более актуальной: технологии искусственного интеллекта или машинного обучения, позволяющие достичь такой оптимизации производственных процессов, которую даже самые квалифицированные сотрудники не в состоянии продемонстрировать просто потому, что возможности машины по обработке и анализу больших массивов данных не соизмеримы с человеческими возможностями. И наконец, появление инновационных и очень интересных программных решений, которые делают цифровизацию производства не только экономически выгодным мероприятием, но и сверхпривлекательным и перспективным направлением.

Резюмируя вышеизложенное невозможно не отметить ряд преимуществ, которые цифровые технологии могут дать энергетической отрасли РФ, а именно:

- повышение гибкости производства благодаря динамичного изменения технических характеристик производственного процесса. Данная оперативность в управлении бизнес-процессами производств создает новое конкурентное преимущества и потенциально может привести к росту прибыли;
- реализуется информационная интеграция всех этапов жизненного цикла производства продукции, что позволяет оптимально и комплексно подходить

к решению задач эффективного производственного процесса, а также качества производимой продукции, экологической безопасности, создания новых бизнес-моделей и т. д.

Однако, с другой стороны, происходит повышение уровня зависимости предприятия от применяемых цифровых технологий в производственных процессах. По мере роботизации и автоматизации производства, сотрудники предприятий все больше отстраняются от принятия корректирующих и управленческих решений, происходит активное снижение возможностей оперативного влияния на производственные процессы.

Тем не менее, большинство специалистов убеждены, что в ближайшее время цифровизация промышленного комплекса приведет к росту производительности, улучшению качества продукции, снижению себестоимости продукции, к повышению эффективного использования инвестиций и быстрому выводу на рынки новых продуктов. В результате мы получим рост показателей производительности, улучшение качества проектирования деталей и изготовления продукции, снижение себестоимости продукции, контроль за эффективным использованием инвестиций, высокую скорость выпуска новых продуктов.

Нужно стремиться к цифровой трансформации всей энергетической отрасли, что даст максимальный эффект. Переход на процесс цифровизации энергетического комплекса подразумевает переход вертикальных и горизонтальных связей компаний-производителей с заказчиками, подрядчиками, транспортными компаниями в цифровой формат. Таким образом, единое цифровое пространство создаст инструмент мониторинга за ТЭК РФ, а также для быстрого реагирования и принятия управленческих решений при возникновении оперативных вопросов. Такое цифровое пространство позволит стать национальным предприятиям более быстрыми, гибкими и конкурентоспособными как на отечественном рынке, так и международном.

В силу технической и организационной сложности формирования такого рода цифровых площадок, высоких рисков их разработки и успешного внедрения, в работе по цифровой трансформации ТЭК важную роль должно играть государство. Значимость государственного регулирования и поддержки новых цифровых технологий подтверждается как отечественным, так и зарубежным опытом. В этой связи меры по цифровизации должны быть инкорпорированы в государственную промышленную политику. Это позволит за счет цифровизации решить актуальные для цифровой экономики задачи ускорения промышленного роста, создания импортозамещающих производств, повышения производительности труда в промышленности и др.

В конечном итоге, развитие и внедрение цифровых технологий дало толчок и продолжает стимулировать производства топливно-энергетического сектора экономики не только к решению важных вопросов конкуренции, эффективного производства, но и проблем увеличения эффективности российский промышленных предприятий и снижения себестоимости конечной продукции, так как новые условия, в которых производства вынуждены существовать, отличаются необходимостью быстро и гибко подстраиваться, видоизменяться и развиваться. Опыт разработки и внедрения цифровых технологий в производственные процессы промышленных предприятий, создание единого цифрового промышленного пространства создает предпосылки для создания новых стратегий управления в современных условиях, а также совершенно новой модели промышленного производства в условиях цифровой трансформации.

Подход, используемый компанией EDF, к изменению внутренних бизнес-процессов и выведению цифровых технологий в энергетической отрасли на новый уровень, позволили компании создать некий баланс с одной стороны, стимулов для успешного технологического развития компаний и привлечения инвестиций, а с другой — требований по обеспечению надежности и безопасности работы объектов ТЭК. Кроме того, единый взгляд на приоритеты цифровой трансформации на уровне отрасли позволит создать на основе общих для всех стандартов доверенную цифровую среду. Она состыкует в себе различные цифровые решения и обеспечит максимизацию всех преимуществ, которые несет в себе цифровизация, а также ускорит выход на экспорт высокотехнологичных российских решений.

Заключение

Российский энергетический рынок приоритетной задачей перед собой ставит победу в глобальной технологической гонке, а также формулировку целевого направления цифровизации, которое обеспечит соединение финансового и интеллектуального потенциалов. Умные сети, цифровые подстанции, возобновляемая энергетика — все это активно внедряется в отраслях ТЭК России.

Цифровые технологии предполагают создание и внедрение новых методов коммуникации с потребителями. Если раньше взаимодействие между компаниями и потребителями было одностороннее: о товарах и услугах потребители узнавали через рекламу и СМИ, то теперь же появилась обратная связь, где отзывы покупателей играют более важную роль, чем реклама в СМИ. Цифровые технологии затрагивают все важные элементы организации, из чего следует возможность комплексного обследования на предмет готовности к данным трансформациям. Эффективная цифровая трансформация предприятий требует мастерства в двух видах руководящей деятельности: в разработке инновационных идей и их внедрения во все бизнес-процессы организации.

Для эффективного развития в условиях цифровой трансформации в энергетической отрасли предприятиям необходимо обладать подходящей управленческой стратегией и целым набором компетенций. Благодаря упомянутым составляющим организации будут способны более гибко воспринимать внутренние и внешние изменения своих бизнес-процессов и успешно создавать инновационные продукты и бизнес-модели. Таким образом, предприятия сохранят свою органи-

зационную маневренность независимо от масштабов производства, будут способны обеспечить баланс между накопленным и полученным опытом и созданием новых стратегий управления.

Цифровизация энергетической отрасли только начинается, но уже сейчас ведется активная работа по внедрению инновационных решений по вопросам производства на предприятиях, по созданию новых специфических, уникальных контрольно-надзорных функций на государственном уровне, по трансформации профессионального образования для подготовки будущих специалистов в области цифровой энергетики. Ключевыми результатами реализации данных мероприятий должно стать повышение эффективности деятельности предприятий топливно-энергетического сектора экономики РФ, оптимизация бизнес-процессов смарт-сетей газораспределения и электрических смарт-сетей, повышение уровня технического состояния производственных фондов электроэнергетики и рост надежности электроснабжения потребителей.

Список использованных источников

1. Е. С. Балашова. Оценка резервов производства, способствующих формированию эффективной и результативной производственной системы//Информационно-управляющие системы. 2014. № 6. С. 123-128.
2. М. Хаммер, Быстрее, лучше, дешевле: Девять методов реинжиниринга бизнес-процессов. М.: Альпина Паблишер, 2012. 356 с.
3. Г. Гирсберг. Сетевизация мира. Deutschland, 2014. С. 43-47.
4. Д. Джестон, Й. Нелис. Управление бизнес-процессами. Практическое руководство по успешной реализации проектов. М.: Символ, 2015. 512 с.
5. Т. Н. Юдина, И. М. Тушканов. Цифровая экономика сквозь призму философии хозяйства и политической экономии//Философия хозяйства. 2017. № 1.
6. И. М. Тушканов, Т. Н. Юдина. Форсаж цифровой экономики/Под ред. В. Г. Гребенникова, И. Н. Щепиной//Системное моделирование социально-экономических процессов: труды 39-й международной научной школы-семинара, г. Санкт-Петербург, 30 сентября – 6 октября 2016 г. Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2016.
7. Т. Н. Юдина. Осмысление цифровой экономики/Под ред. Ю. М. Осипова//Современность: хозяйственные алгоритмы и практики: сборник статей. М., Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2016.
8. В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, С. А. Синягов, А. П. Добрынин. О работах по цифровой экономике//Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. № 1.
9. В. Ю. Катасонов. Цифровые финансы. Криптовалюты и электронная экономика. Свобода или концлагерь? М.:Книжный мир, 2017.
10. M. A. Sneps-Sneppe, D. E. Namiot. On Open Source Smart City Platform: How to Get It?//Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. № 1.
11. А. Л. Текслер. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли//Энергетическая политика. 2018.
12. Официальный сайт компании EDF. https://www.edf.fr/en/the-edf-group/industrial-provider/renewable-energies.
13. Официальный сайт «Атомная энергетика 2.0» – Electricite de France (EDF). http://www.atomic-energy.ru/EDF.
14. Официальный сайт представительства компании EDF в России и странах СНГ – «Электроэнергетика: инновационный подход». https://russia.edf.com/ru/meta-home/homepage-edf-in-russia-ru.
15. Д. В. Холкин, И. С. Чаусов. Цифровой переход в энергетике России: в поисках смысла//Энергетическая политика. 2018. № 4. С. 8-17.
16. Л. В. Массель. Методы и интеллектуальные технологии научного обоснования стратегических решений по цифровой трансформации энергетики//Энергетическая политика. 2018. № 4. С. 30-41.
17. Ф. В. Веселов, В. В. Дорофеев. Интеллектуальная энергосистема России как новый этап развития электроэнергетики в условиях цифровой экономики//Энергетическая политика. 2018. № 4. С. 43-57.

References

1. E. S. Balashova. Ocenka rezervov proizvodstva, sposobstvuyushchih formirovaniyu effektivnoj i rezul'tativnoj proizvodstvennoj sistemy//Informacionno-upravlyayushchie sistemy. 2014. № 6. S. 123-128.
2. M. Hammer, Bystree, luchshe, deshevle: Devyat' metodov reinzhiniringa biznes-processov. M.: Al'pina Pablisher, 2012. 356 s.
3. G. Girsberg. Setevizaciya mira. Deutschland, 2014. S. 43-47.
4. D. Dzheston, J. Nelis. Upravlenie biznes-processami. Prakticheskoe rukovodstvo po uspeshnoj realizacii proektov. M.: Simvol, 2015. 512 s.
5. T. N. Yudina, I. M. Tushkanov. Cifrovaya ekonomika skvoz' prizmu filosofii hozyajstva i politicheskoj ekonomii//Filosofiya hozyajstva. 2017. № 1.
6. I. M. Tushkanov, T. N. Yudina. Forsazh cifrovoj ekonomiki/Pod red. V. G. Grebennikova, I. N. Shchepinoj//Sistemnoe modelirovanie social'no-ekonomicheskih processov: trudy 39-j mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly-seminara, g. Sankt-Peterburg, 30 sentyabrya – 6 oktyabrya 2016 g. Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet, 2016.
7. T. N. Yudina. Osmyslenie cifrovoj ekonomiki/Pod red. Yu. M. Osipova//Sovremennost': hozyajstvennye algoritmy i praktiki: sbornik statej M., Tambov: Izdatel'skij dom TGU im. G. R. Derzhavina, 2016.
8. V. P. Kupriyanovskij, D. E. Namiot, S. A. Sinyagov, A. P. Dobrynin. O rabotah po cifrovoj ekonomike//Sovremennye informacionnye tekhnologii i IT-obrazovanie. 2016. T. 12. № 1.
9. V. Yu. Katasonov. Cifrovye finansy. Kriptovalyuty i elektronnaya ekonomika. Svoboda ili konclager'? M.:Knizhnyj mir, 2017.
10. M. A. Sneps-Sneppe, D. E. Namiot. On Open Source Smart City Platform: How to Get It?//Sovremennye informacionnye tekhnologii i IT-obrazovanie. 2016. T. 12. № 1.
11. A. L. Teksler. Cifrovizaciya energetiki: ot avtomatizacii processov k cifrovoj transformacii otrasli//Energeticheskaya politika. 2018.
12. Oficial'nyj sajt kompanii EDF. https://www.edf.fr/en/the-edf-group/industrial-provider/renewable-energies.
13. Oficial'nyj sajt «Atomnaya energetika 2.0» – Electricite de France (EDF). http://www.atomic-energy.ru/EDF.
14. Oficial'nyj sajt predstavitel'stva kompanii EDF v Rossii i stranah SNG – «Elektroenergetika: innovacionnyj podhod». https://russia.edf.com/ru/meta-home/homepage-edf-in-russia-ru.
15. D. V. Holkin, I. S. CHausov. Cifrovoj perekhod v energetike Rossii: v poiskah smysla//Energeticheskaya politika. 2018. № 4. S. 8-17.
16. L. V. Massel'. Metody i intellektual'nye tekhnologii nauchnogo obosnovaniya strategicheskih reshenij po cifrovoj transformacii energetiki//Energeticheskaya politika. 2018. № 4. S. 30-41.
17. F. V. Veselov, V. V. Dorofeev. Intellektual'naya energosistema Rossii kak novyj etap razvitiya elektroenergetiki v usloviyah cifrovoj ekonomiki//Energeticheskaya politika. 2018. № 4. S. 43-57.