

# «НОВАЯ» ЭКОНОМИКА: ВЫЗОВЫ И ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ

## «NEW» ECONOMICS: CHALLENGES AND PROBLEMS OF FORMATION

---

УДК 338.2

**О. В. Данилова<sup>1</sup>, И. В. Новикова<sup>2</sup>, В. Б. Криштаносов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет

### **ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ КЛЮЧЕВЫХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: SMART GRID В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**

Цифровая трансформация топливно-энергетического комплекса – это не просто глобальный тренд, а непереносимое условие устойчивого и конкурентоспособного развития национальных экономик, скорректированного с учетом ESG-факторов. В статье рассматривается развитие цифровых технологий в российской и белорусской энергетике. Сравнительный анализ и оценка концепций внедрения интеллектуальных цифровых решений в России и Беларуси позволили сформулировать проблемы и определить точки роста российской и белорусской энергетике. Россия и Беларусь – страны, входящие в одну интеграционную группу – «Союзное государство России и Беларуси». В этой группе нет единого энергетического рынка. Беларусь и Россия могут создать общие рынки для нефти, нефтепродуктов, газа и электроэнергии в лучшем случае только к 2022 г. Целью данной статьи является обсуждение результатов реформирования российской и текущих проблем белорусской электроэнергетики, разработка и обоснование предложений по формированию согласованной стратегии развития электроэнергетики России и Беларуси. Серьезной проблемой, объединяющей Россию и Беларусь по отношению к другим странам, и прежде всего к ЕС, является введение в марте 2021 г. налога на выбросы CO<sub>2</sub>, который окажет существенное влияние на экономическое развитие этих стран.

Решение отмеченных проблем возможно за счет максимальной интеграции, автоматизации и компьютеризации существующих сетей электроснабжения на основе создания и повсеместного внедрения «умных сетей» (Smart Grid). Исследование направлено на раскрытие результатов развития цифровой энергетики и интеллектуальных электрических сетей, обзор мировых тенденций цифровизации энергосетей и рынков электроэнергии в контексте Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г. и Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 г. (далее – НСУР-2035). Оценка эффективности цифровизации электрических сетей проводилась на основе изучения позиций экспертного сообщества и практики цифровизации системы управления, сбора, обработки и анализа данных энергопотребления в субъектах Российской Федерации и Республики Беларусь.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, электросетевой комплекс, Smart Grid, цифровая трансформация, интеграция информационных систем платформ и технологий.

**Для цитирования:** Данилова О. В., Новикова И. В., Криштаносов В. Б. Проблемы цифровизации ключевых секторов экономики в Российской Федерации и Республике Беларусь: Smart Grid в электроэнергетике // Труды БГТУ. Сер. 5, Экономика и управление. 2021. № 2 (250). С. 5–14.

**O. V. Danilova<sup>1</sup>, I. V. Novikova<sup>2</sup>, V. B. Kryshanosau<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Financial University under the Government of the Russian Federation

<sup>2</sup>Belarusian State Technological University

### **PROBLEMS OF DIGITALIZATION OF KEY SECTORS OF THE ECONOMIES IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THE REPUBLIC OF BELARUS: SMART GRID IN ELECTRIC POWER INDUSTRY**

The digital transformation of the fuel and energy complex is not just a global trend, but an indispensable condition for the sustainable and competitive development of national economies, adjusted for ESG

factors. The article examines the development of digital technologies in the Russian and Belarusian energy sector. Comparative analysis and assessment of the concepts of introducing intelligent digital solutions in Russia and Belarus made it possible to formulate problems and determine the growth points of the Russian and Belarusian energy sector. Russia and Belarus are countries belonging to the same integration group – the “Union State of Russia and Belarus”. This group does not have a single energy market. Belarus and Russia can create common markets for oil, oil products, gas and electricity, at best, only by 2022. The purpose of this article is to discuss the results of reforming the Russian and current problems of the Belarusian electric power industry, develop and substantiate proposals for the formation of an agreed strategy for the development of the electric power industry in Russia and Belarus. A serious problem uniting Russia and Belarus in relation to other countries, and above all to the EU, is the introduction in March 2021 of a tax on CO<sub>2</sub> emissions, which will have a significant impact on the economic development of these countries.

The solution to these problems is possible due to the maximum integration, automation and computerization of existing power supply networks based on the creation and widespread implementation of “smart grids”. The study is aimed at disclosing the results of the development of digital energy and smart grids, an overview of global trends in the digitalization of energy grids and electricity markets in the context of the Energy Strategy of the Russian Federation for the period up to 2035 and the National Strategy for Sustainable of the Republic of Belarus up to 2035 (hereinafter NSDS-2035). Evaluation of the efficiency of digitalization of electrical networks was carried out on the basis of a study of the positions of the expert community and the practice of digitalization of the control system, collection, processing and analysis of energy consumption data in the constituent entities of the Russian Federation and the Republic of Belarus.

**Key words:** electric power industry, power grid complex, Smart Grid, digital transformation, integration of information systems platforms and technologies.

**For citation:** Danilova O. V., Novikova I. V., Kryshanosau V. B. Problems of digitalization of key sectors of the economies in the Russian Federation and the Republic of Belarus: Smart Grid in electric power industry. *Proceedings of BSTU, issue 5, Economics and Management*, 2021, no. 2 (250), pp. 5–14 (In Russian).

**Введение.** Электроэнергетика является основополагающей системой жизнеобеспечения общества и реализации целей устойчивого развития. Даже в период локдаунов, когда экономическая активность большинства российских компаний и производств была минимальна, рост энергопотребления практически не изменился. Из всех инфраструктурных отраслей энергетика недополучила менее 3% годовой выручки (порядка 169 млрд руб.).

Экономика России и Беларуси характеризуется высокой энергоемкостью, значительным износом распределительных и передающих сетей, большими потерями электроэнергии, высокой платой за услуги энергокомпаний [1]. Средний технический уровень установленного оборудования в распределительных электрических сетях по ряду параметров соответствует тому оборудованию, которое применялось в развитых странах 25–30 лет назад. Фактически 50% распределительных сетей выработали свой срок службы, а 75% – два нормативных срока службы. Общий износ распределительных электрических сетей достиг 70%, магистральных электрических сетей – около 50%, что значительно выше аналогичных показателей в других странах с аналогичной территорией, где степень износа составляет 27–44%. К перечисленным необходимо добавить проблемы организационного и экономического характера: одна страна в основном поставляет

энергию, обладая энергетической независимостью (Россия), другая в зависимости от этого потребляет (Беларусь). Россия – страна с диверсифицированными энергоресурсами, а Беларусь делает первые попытки (строительство атомной электростанции) диверсифицировать энергоресурсы. В энергетике Россия решает задачи внедрения высокотехнологичных способов, переступая некоторые этапы традиционного развития, в Беларуси делаются лишь первые попытки перехода к рыночным отношениям.

Сегодня энергетика рассматривается как сложная система, включающая умные города, транспортные системы и другие сети, которые связаны и взаимодействуют с помощью Интернет-технологий. Внедрение интеллектуальных сетей повысит качество и надежность электроснабжения, решит финансово-экономические проблемы сетевого комплекса без повышения тарифов и дополнительной нагрузки на потребителей, а также снизит вредное воздействие на окружающую среду. Именно развитие данной отрасли позволяет другим отраслям создавать конкурентные преимущества и осваивать новые рынки на единой технологической платформе [2]. Ведущие мировые компании – ABB, Cisco, SAP, IBM, Legrand, Oracle, Microsoft, Schneider Electric, Siemens – разрабатывают новые проектные решения моделей и продуктов на базе цифровых систем. Важным элементом

концепции Smart Grid являются облачные вычисления Cloud Computing, обеспечивающие удаленное хранилище данных, автоматические обновления, сокращение расходов на обслуживание ИТ-систем за счет экономии энергии, финансовых ресурсов и рабочей силы. Прорабатываются возможности интеграции технологий блокчейн [3] в концепции Smart Grid. Блокчейн позволит обеспечить устойчивую тенденцию к децентрализации [4], концепции которой имеют несколько схожих наименований, таких как «микросеть» («microgrid»), «энергетический хаб» («energy hub») [5], «наносеть» («nanogrid») [6], «мезосеть» («mesogrid»), «энергетический Интернет» («energy Internet»), «коммунальная энергосеть» («community energy network»), «социальная энергосеть» («social energy network»), «одноранговая энергосеть» («peer-to-peer (P2P) energy network») и «виртуальная электростанция» («virtual power plant (VPP)») [7].

Электроэнергетика переходит к эффективной, гибкой и устойчивой системе на основе цифровой трансформации и интеллектуализации важнейших процессов [8]. Главными требованиями такого перехода являются интеграция информационных систем разных платформ и технологий, создание единого информационного пространства, в границах которого системы управления получают возможность своевременно обмениваться доверенными данными. Единое информационное пространство производителей и потребителей формируется на основе сквозной передачи первичных оцифрованных технологических данных, создания единой цифровой платформы взаимодействия с потребителями, внедрения интеллектуальных систем учета электроэнергии, создания новых клиентских сервисов. Результатом таких изменений должно стать обеспечение возможности клиента получить дистанционно любую услугу в сфере электроснабжения в цифровом формате.

**Основная часть.** Проблемы создания активно-адаптивной сети, умной сети (Smart Grid) как основы интеллектуальной электроэнергетической системы типичны практически для всех регионов России и Беларуси. Идея интеллектуализации электроэнергетики заключается в формировании цифрового электросетевого комплекса, создании единой технической и информационной инфраструктуры производителей и потребителей. Интеллектуальная энергосистема обеспечивает двусторонний обмен информацией между энергосистемой и потребителем:

1) предоставляет потребителям лучший выбор поставщиков электроэнергии, а генерируемая сетью информация делает возможным участие потребителей в оптимизации работы системы. Smart Grid позволяет управлять спросом (demand side management – DSM) и реагировать

на спрос (demand response – DR) путем включения интеллектуальных приборов, интеллектуальных счетчиков, микрогенерации, сохранения электроэнергии и коррекции потребительских нагрузок, а также путем предоставления потребителям информации об объемах потребления электроэнергии и актуальных тарифах. Потребители получают информацию и стимулы для пересмотра структуры их потребления с целью нивелирования текущих ограничений в работе энергосистемы и повышения эффективности;

2) позволяет подключать и эксплуатировать электрогенераторы различных технологий и мощностей, а также приспособления для хранения и прерывистой генерации, тем самым значительно снижает воздействие всей системы электроснабжения на окружающую среду. Дает возможность микрогенераторам работать по принципу «включай и работай», что повышает гибкость электросетей;

3) оптимизирует и эффективно управляет активами с помощью оперативной системы доставки (работает автономно, регулирует мощность) в соответствии с потребностями;

4) работает устойчиво в условиях кибератак и физических атак, стихийных бедствий и доставляет электроэнергию потребителям с повышенным уровнем безопасности и надежности. Это улучшает безопасность и надежность поставок, предсказывая и реагируя автоматически;

5) открывает доступ к новым рынкам посредством увеличения совокупного предложения, путей передачи, вспомогательных услуг и инициатив. Растет роль потребителей в цепочке поставок энергии, они превращаются из чистых потребителей электроэнергии в частично потребителей и частично производителей.

Следует отметить отсутствие единого определения Smart Grid. Вместе с тем анализ различных подходов (табл. 1) позволяет охарактеризовать данную концепцию как построение прозрачной, бесперебойной двусторонней энергосети, направленной на передачу электроэнергии и информации, позволяющей энергосистеме более эффективно управлять доставкой и перераспределением электроэнергии, а потребителям – больший контроль над потребляемыми энергоресурсами.

Анализ определений понятия Smart Grid, приведенных в табл. 1, а также направлений трансформации энергосистем Российской Федерации и Республики Беларусь позволяет определить понятие Smart Grid как комплексную трансформацию существующих и строительство новых энергосистем в направлении внедрения инновационных цифровых решений, призванных обеспечить бесперебойное, эффективное и гибкое предоставление соответствующих энергетических услуг конечным потребителям.

## Технологические и экономические определения концепции Smart Grid

Определение Smart Grid	Автор
Smart Grid – модернизированная сеть, которая обеспечивает двунаправленные потоки энергии и использует возможности двусторонней связи и управления, что создает условия для появления множества новых функций и приложений. В отличие от сегодняшней сети, которая в основном поставляет электроэнергию односторонним потоком от генератора к розетке, интеллектуальная сеть позволит обеспечить двусторонний поток как электроэнергии, так и информации	Национальный институт стандартов и технологий ( <a href="https://www.nist.gov/el/smart-grid/about-smart-grid/smart-grid-beginners-guide">https://www.nist.gov/el/smart-grid/about-smart-grid/smart-grid-beginners-guide</a> )
Smart Grid – это электроэнергетическая система, которая использует технологии обмена информацией и управления, распределенные вычисления и связанные с ними датчики и исполнительные механизмы для таких целей, как: – интеграция пользователей сети и других заинтересованных сторон; – обеспечение эффективных, устойчивых, экономичных и безопасных поставок электроэнергии	Международная электротехническая комиссия (IEC) ( <a href="https://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&amp;ievref=617-04-13">https://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&amp;ievref=617-04-13</a> )
Smart Grid – это революционное начинание, предполагающее новые возможности связи и управления, источники энергии, модели генерации и соблюдение структур регулирования, действующих в разных юрисдикциях. Успешное развертывание потребует объективного сотрудничества, интеграции и взаимодействия между широким набором дисциплин, включая вычислительные и коммуникационные системы управления для генерации, передачи, распределения клиентов, операций, рынков и поставщиков услуг	Институт инженеров электротехники и электроники (IEEE) ( <a href="https://smartgrid.ieee.org/about-ieee-smart-grid">https://smartgrid.ieee.org/about-ieee-smart-grid</a> )
Smart Grid – это продвинутая цифровая двусторонняя система подачи энергии, способная к самовосстановлению, адаптивности, устойчивости и устойчивости с предвидением для прогнозирования при различных неопределенностях. Она оснащена для обеспечения совместимости с существующими и будущими стандартами компонентов, устройств и систем, которые устойчивы к кибератакам	G. Dileep ( <a href="https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.092">https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.092</a> )
Smart Grid относится к компьютерным технологиям дистанционного управления и автоматизации, которые позволяют повысить эффективность использования энергии для потребителей. Smart Grid опирается на цифровое управление, мониторинг и телекоммуникации для обеспечения двунаправленного потока энергии и информации различным заинтересованным сторонам в энергетической цепочке, включая электростанцию, коммерческих, промышленных пользователей и домохозяйства	A. Sorini and E. Staroswiecki ( <a href="http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-805321-8.00008-2">http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-805321-8.00008-2</a> )

Smart Grid сочетает в себе преимущества информационных технологий и передовых коммуникаций для доставки информации в режиме реального времени и обеспечения почти мгновенного баланса спроса и предложения в электрической сети. Внедрение интеллектуальных технологий позволит снизить стоимость электроэнергии, улучшить качество и надежность электроснабжения, сократить потери в электрических сетях, создавать достаточный резерв мощности для конечных пользователей [8].

Электротехника является одной из наиболее консервативных отраслей. В результате длительного процесса реформирования российского энергетического сектора отлаженная советская энергосистема была разделена на множество частных предприятий, что значительно снизило качество управления, надежность и безопасность энергоснабжения, выросли потери электроэнергии на ее передачу. За 30 лет принято более двухсот законодательных актов по реструктуризации, приватизации и упорядочению правил работы энергетических компаний в рыночной

среде. Несмотря на то, что основные механизмы рынка сформированы, сохраняется сложная структура по видам генерации, размерам производителей и потребителей, удаленности регионов [9]. Нерешенность целевых задач реформирования привела к значительной зарегулированности электроэнергетического рынка, низкому уровню конкуренции в сбытовом сегменте, а в структуре генерации преобладает централизованная модель.

В 2020 г. утверждена Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 г. Основная цель стратегии – осуществить модернизационный прорыв и обеспечить «структурно и качественно новое состояние энергетического сектора страны, максимально содействующее ее динамичному социально-экономическому развитию» [10]. Этот прорыв предполагает, прежде всего, «структурную диверсификацию, в рамках которой углеродная энергия будет дополняться неуглеродной энергией», а также «цифровую трансформацию и интеллектуализацию отраслей топливно-энергетического комплекса,

в результате которой все процессы в электроэнергетике приобретут новое качество, потребители получат новые права и возможности, продукты и услуги топливно-энергетического комплекса».

Основными проблемами российской электроэнергетики, напрямую определяющими ее низкий уровень энергоэффективности, являются:

– неэффективная малая генерация, основанная на ископаемых видах топлива (мазут, дизельное топливо, нефть). В 2018 г. 97% объектов генерации, внесенных в Реестр объектов генерации в изолированных и труднодоступных территориях, осуществляют выработку электроэнергии на основе дизельного топлива, нефти и угля (табл. 2);

– децентрализованная сетевая инфраструктура с низкой пропускной способностью;

– низкая надежность изолированных энергосистем, отражающаяся в длительных перерывах в энергоснабжении.

Низкая надежность сетей, недостаточный уровень развития сетевой инфраструктуры и высокая себестоимость генерации приводят к региональному перекрестному субсидированию.

Все перечисленное заставляет участников рынка при формировании операционных стратегий ориентироваться на повышение эффективности персонала и внутренних процессов на всех этапах цепочки создания стоимости.

Обладая большим потенциалом выхода на аналоговый и цифровой уровень развития, российская экономика сталкивается с рядом серьезных трудностей при создании интеллектуальной системы учета (табл. 3).

Таблица 2

**Основные характеристики генерации на основе различных источников**

Вид сырьевого источника, используемого для генерации	Объем эмиссии CO <sub>2</sub> , г CO <sub>2</sub> /кВт	Средние овернайт-затраты на строительство объекта, долл. США/кВт	КПД, %
Нефть, дизельное топливо	600, 700	–	33–35
Газ	400	955	41–64
Вода	0	2778–3966	41,5
Атом	0	3370	92,5
Солнечная энергия	0	860–1653	20,5–24,9
Энергия ветра	0	1439–2852	35,4
Уголь (антрацит)	860	1785	21–45

Примечание. Составлено авторами на основе [11].

Таблица 3

**Текущее состояние и направления цифровизации электросетевого комплекса Российской Федерации и зарубежных стран**

Показатели	Российская Федерация		Опыт развитых стран	
	Текущее состояние	Целевой ориентир	Текущее состояние	Целевой ориентир
Уровень потерь электроэнергии в распределительных сетях, %	53	4	6	4
Наличие интеллектуальных приборов учета, %	9	100	50	100
Наличие единой базы данных, стандартов и центра сбора данных	Отсутствует	Сетевая организация	Сетевая организация	
Единый оператор учета	Свыше 70 млн собственников приборов учета	Сетевая организация	Сетевая организация	
Совместимость приборов учета	Отсутствует, более 300 модификаций	100%-ная совместимость	100%-ная совместимость	
Доступ субъектов рынка к данным учета	Ограничен	Недискриминационный доступ	Недискриминационный доступ	
Защищенность и безопасность данных	Отсутствует	Соответствует Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г. (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р)	Соответствует европейским стандартам	

Примечание. Составлено авторами на основе [9].

Серьезная проблема отмечается в области урегулирования лицензионных прав на результаты интеллектуальной деятельности. Компании энергокомплекса как заказчики информационных технологий предпочитают сохранять права на результаты интеллектуальной деятельности и не готовы приобретать права на программное обеспечение как на лицензионный объект. В результате лишь 11% доходов IT-компаний составляют доходы от покупки лицензий, а 89% – доходы от заказной разработки. Такое поведение заказчиков становится причиной неравномерной автоматизации отрасли, а программные продукты отдельных компаний не дают синергетического эффекта отрасли. Продукты, принадлежащие отдельным заказчикам, не развиваются, не масштабируются, не капитализируются, рынок новых технологий развивается недостаточными темпами.

Стратегия развития Беларуси в контексте Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 г. (далее – НСУР-2035) в этот период реализуется в следующем направлении. При снижении нагрузки на окружающую среду будет продолжено развитие топливно-энергетического комплекса за счет роста энергоэффективности в различных сегментах экономики. Решение данной проблемы возможно на базе развития в республике информационно-телекоммуникационного кластера, который должен стать триггером, обеспечивающим оптимизацию и интеллектуализацию всей системы управления электросетью. Что это даст в сфере энергоэффективности? Ожидаемый результат – сокращение издержек на эксплуатацию сети и снижение потерь электроэнергии, что в конечном счете позволит сократить издержки для потребителей.

Воздействие цифровизации на различные части цепочки создания стоимости электроэнергии включает в себя [2, 12]:

1) преимущества в управлении генерирующими активами в основном сосредоточены на оптимизации технического обслуживания оборудования, топлива и запасных частей. Используемые технологии будут включать дистанционное зондирование и цифровые мониторы, новые системы управления с автоматическим прогнозированием и дистанционным обслуживанием / контролем – возможно, связанные с прогнозируемыми рыночными условиями, – расширенный интеллект для принятия решений и машинное обучение для улучшения краткосрочных прогнозов для балансирования и торговли;

2) цифровизация может улучшить принятие решений в торговле и планирование генерации за счет использования стратегий, основанных на больших данных, новых моделях управления

рисками и новых торговых продуктах, основанных на более быстром принятии решений и алгоритме торговли, включая оптимизацию краткосрочных целей и генерирующие операции;

3) сокращение потерь, снижение трудозатрат и прогнозное обслуживание в сетях передачи и распределения благодаря дистанционному мониторингу в реальном времени, данным датчиков в реальном времени, помогающим в прогнозировании, в центрах данных, собирающих данные интеллектуальных счетчиков, и расширенному интеллекту для управления работой сети. Кроме того, цифровизация и интеллектуальное переключение в сетях с более низким напряжением могут способствовать отложенным / исключенным инвестициям в сеть и переходу к активному управлению распределительными сетями. Новые регулирующие подходы могут появиться на основе общих данных, которые могут сузить информационную асимметрию между компаниями и регулирующими органами;

4) цифровизация розничного сектора. Установление прямых отношений с клиентами приведет к предоставлению новых продуктов и услуг, снижению цен, большей дифференциации клиентов с помощью цифрового маркетинга, электронного выставления счетов / урегулирования, взимания платы за доступ к сети, объединения других услуг с энергией и (или) ее поставкой, одноранговой торговли и др. Цифровизация позволит предлагать более персонализированные услуги и тарифы [9].

Внедрение технологий Smart Grid в Беларуси только начинается. На базе реализации пилотного проекта с 2017 г. в Бобруйском сельском районе РУП «Могилевэнерго» начата эксплуатация электрических сетей на основе Smart Grid. По состоянию на 2020 г. 99% от общего количества подстанций напряжением 35–110 кВ оснащены телесигнализацией и 88% – телеуправлением. При этом все указанные подстанции оборудованы средствами телемеханики.

В Беларуси практически полностью имплементирована автоматизированная система контроля и учета электрической энергии. Данная система по сбору, обработке, хранению и визуализации информации о производстве электроэнергии, импорте, экспорте, передаче и продаже электроэнергии – важный шаг по переходу к технологии Smart Grid.

Республика Беларусь, реализуя стратегию НСУР-2035, закладывает основы перехода к принципиально новой секторальной стратегии – цифровизации энергетического сектора. И данный переход обуславливается задачами, которые поставлены в НСУР-2035, где отмечается, что в развитии энергетической инфраструктуры предусматривается обеспечить переход к системам управления всеми стадиями производства,

распределения и потребления энергии в режиме реального времени (умные сети) [13].

Наряду с цифровизацией энергетической отрасли, переход к новой стратегии вызван и рядом других факторов. Это ввод в действие Белорусской АЭС, эксплуатация первого энергоблока которой началась 22 декабря 2020 г. Физический пуск первого энергоблока состоялся в августе 2020 г. БелАЭС строят рядом с Островцом (Гродненская область, Республика Беларусь) по российскому проекту ВВЭР-1200. АЭС имеет два энергоблока мощностью 1200 МВт каждый. Генподрядчиком строительства выступает группа АСЕ госкорпорации «Росатом». Ввод в эксплуатацию второго энергоблока намечен на первое полугодие 2022 г. В результате БелАЭС сможет производить 18,5 млрд кВт/ч в год, что обеспечит почти 40% потребностей страны в электроэнергии.

Введение в эксплуатацию БелАЭС позволяет имплементировать стране сразу несколько задач НСУР-2035 в соответствии с определенными критериями: снижение с 61% в 2015 г. до 52% в 2035 г. доли доминирующего вида топлива (природного газа) в валовом потреблении ТЭР и доли доминирующего поставщика энергоресурсов (России) в общем импорте топливно-энергетических ресурсов с 99,7% в 2015 г. до 75% в 2035 г.; повышение уровня энергетической самостоятельности страны с 13,9% в 2015 г. до 18% в 2035 г. Для сравнения в России энергетическая самостоятельность составляет 195%, в Германии – 37%, в США – 92%, в Канаде – 176%, во Франции – 53%, в Китае – 80%, в Индии – 63%, в Британии – 68% [14].

При внедрении цифровых технологий и продуктов в российской практике речь идет в основном о создании систем интеллектуального учета энергетических потоков, внедрении систем учета распределенной автоматизации, контроля оперативного состояния оборудования и качества энергоснабжения, создании цифровых моделей управления энергосистемой [8].

В российском электроэнергетическом законодательстве пока не закреплён перечень понятий: «интеллектуальные сети», «интеллектуальные системы управления электросетевым комплексом», «необходимая и достаточная надёжность электроснабжения» и пр. Следует подчеркнуть, что сам по себе интеллектуальный учет не является самодостаточной технологией. Вне функционирования «интеллектуальной энергосистемы» такой учет не даёт дополнительного эффекта по сравнению с обычной и удаленной передачей показателей приборов учета и «точечным» внедрением отдельных элементов управления. Цифровизация взаимодействия с потребителями может создать необходимую основу для перехода к формированию эластичного по цене спроса на электроэнергию, т. е. создать необходимое конкурентное

давление на цены, толчок к развитию смежных рынков на основе информации о характере энергопотребления, составе оборудования [4].

В Беларуси в результате процессов оцифровки всего должны быть созданы новые умные цифровые сети сетей, которые изменят не только способ жизнедеятельности общества, но и способы функционирования (управления, оптимизации, совместного использования) и развития самой энергетики как отрасли. Для этого требуется связь нового поколения – 5G.

В данной ситуации становится очевидным, что в будущем к сети будет подключено огромное количество устройств (умный город, умное предприятие, умный дом, умные сети), которые требуют работы по принципу «всегда онлайн». В этом случае необходимо снижение энергопотребления. И именно оно будет важнейшим параметром при использовании технологии Smart Grid [14].

Важными критериями достижения целей устойчивого развития и перехода на низкоуглеродные технологии в Республике Беларусь, наряду с вышеуказанными, являются замещение в топливном балансе 5 млрд м<sup>3</sup> импортируемого природного газа и снижение уровня выбросов парниковых газов на 7–10 млн т в год после ввода в эксплуатацию БелАЭС; сегодня по выбросам CO<sub>2</sub> Беларусь имеет неплохие показатели – 6,1 т на душу населения (рисунок). Реализация данного параметра приведет к сокращению показателя выбросов до 5 т на душу населения. Пока же общая тенденция к снижению эмиссии CO<sub>2</sub> на душу населения по странам, включая Беларусь, не наблюдается за последние годы. Увеличение в 2018 г. имели следующие страны: Китай – на 0,2 Мт на душу населения, ЕС – на 0,1 Мт, Польша – на 0,3 Мт, Латвия – на 0,4 Мт, Беларусь – на 0,2 Мт. Хотя страны ОЭСР в целом снизили эмиссию на 0,2 Мт на душу населения, Литва – на 0,4 Мт, Украина – на 0,3 Мт, Россия – на 0,9 Мт, Казахстан – на 1,0 Мт [15, 16].

Важный фактор, обуславливающий переход к новой стратегии развития энергетики, связан с изменениями в макроструктуре валового продукта. Так, сфера услуг формирует почти половину внутреннего валового продукта Беларуси – 49,1% в 2020 г. [17].

Рост и развитие данного сегмента национальной экономики предполагает значительное увеличение финансовых и информационных структур, технологических и инновационных парков, логистических и сервисных центров, что в свою очередь обуславливает требования к надёжности в энергоснабжении. Ибо сбои в энергетической сфере ведут к значительным убыткам. И совершенствование в этом сегменте, тем более с привлечением иностранного капитала, зарубежных заказчиков, без надёжности в энергоснабжении невозможно.



**Заключение.** Конкретный опыт цифровой трансформации электроэнергетики в России и Беларуси показывает, что по текущему состоянию и скорости проведения цифровизации страны не относятся к странам-лидерам, а включены в группу перспективных стран (заметные страны этой группы – Китай, Индия, Индонезия), где цифровая инфраструктура пока ограничена, но она стремительно развивается. Положительный эффект роста цифровых технологий при их проникновении во все секторы экономики не вызывает сомнений.

Стратегическое видение развития электроэнергетической отрасли формируется исходя из необходимости, оптимального сочетания постепенной трансформации электроэнергетического сектора в сторону большей диверсификации рынка с централизованной системой управления, сохранением и постепенной заменой традиционных источников в энергетическом балансе. Цифровизация электросетевого комплекса предполагает организацию глубокого взаимодействия сбытовых организаций как с традиционными потребителями, так и с новыми субъектами рынков. К последним относятся микрогенерация, просьюмеры (активные потребители), агрегаторы, накопители и пр. Обязательно должны быть учтены возможности предоставления услуг по регулированию нагрузки – ценозависимое потребление на розничных рынках электроэнергии [3]. Наряду с развитием распределенной генерации

(развитие альтернативных источников электроэнергии) и потребительских сервисов, качественное электроснабжение потребителей обеспечивается созданием надежных и гибких сетей. Речь идет о создании на базе цифровых технологий умной системы хранения энергии у потребителей и (или) в распределительных сетях низкого и среднего напряжения максимально близко к потребителям.

В целом достигнутые результаты свидетельствуют о системном подходе к процессам цифровой трансформации российской и белорусской экономики. В условиях развитой информационно-коммуникационной инфраструктуры, расширения спектра базовых отраслевых информационных ресурсов и технологий в странах формируется основа для перехода к современным цифровым стандартам оказания услуг населению, принятия управленческих решений и реализации ключевых бизнес-процессов. Вместе с тем, с учетом сложной политической и экономической ситуации, санкционных ограничений в сфере внешнего финансирования, реализации намеченных программ и проектов цифровизации белорусской экономики, в том числе в рамках концепции Smart Grid, представляется в среднесрочной перспективе трудно достижимой. При этом откладывание внедрения комплексных современных цифровых технологий будет вести к технологическому отставанию белорусской промышленности и снижению конкурентоспособности производимых в стране товаров.

Внедрение инновационных технологий в энергетике необходимо для создания новых рынков, на которых потребителям будет предоставлена возможность оперативно корректировать свои потребности. Энергетический комплекс должен обеспечить надежность и доступность энергоснабжения, сократить сетевые потери, адаптироваться к любым источникам энергии и новым участникам рынка.

Решение перечисленных задач возможно при наличии достоверной и полноценной системы учета потребляемых энергетических ресурсов, позволяющей объективно определять объемы взаимных обязанностей по оплате за поставленные энергетические ресурсы, формировать достоверный баланс производства и потребления, обеспечивать прозрачность в деятельности естественных монополий.

### Список литературы

1. Алешина Е. В. Проблемы и перспективы развития электросетевого бизнеса холдинга «РЖД» // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 3 (113). С. 36–40.
2. Новикова И. В. Цифровая техноэкономическая парадигма в смене стратегии цифровизации Республики Беларусь // Труды БГТУ. Сер. 5, Экономика и управление. 2020. № 1. С. 5.
3. Aggregated battery control for peer-to-peer Energy sharing in a community Microgrid with PV battery systems / C. Long [et al.] // Energy Procedia. 2018. No. 145. P. 522–527.
4. Khalilpour K. Design and Operational Management of Energy Hubs: A DS4S (Screening, Selection, Sizing, and Scheduling) Framework. Polygeneration with Polystorage 2019 // Elsevier Inc. 2019. P. 493–512. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813306-4.00015-X> (date of access: 14.09.2021).
5. Khalilpour K., Vassallo A. Community energy networks with storage: modeling frameworks for distributed generation. Singapore: Springer, 2016. 191 p.
6. Khalilpour K., Vassallo A. A generic framework for DGS nanogrids // Community energy networks with storage: modeling frameworks for distributed generation. Singapore: Springer, 2016. P. 41–59.
7. Данилова О. В. Цифровые технологии и перспективы развития электросетевого комплекса России // Вестник Тверского государственного университета. 2019. № 2 (46). С. 95–104.
8. Криштаносов В. Б. Цифровая экономика: современные направления, динамика развития и вызовы // Труды БГТУ. Сер. 5, Экономика и управление. 2020. № 1. С. 23.
9. Чебанов К. А., Карамян О. Ю., Соловьева Ж. Результат реформы электроэнергетики в России. Технологическое развитие топливно-энергетического комплекса России под влиянием экономических санкций // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 16–18.
10. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4lgsApssm6mZRb7wx.pdf> (дата обращения: 21.03.2021).
11. Министерство энергетики Республики Беларусь: [сайт]. URL: <https://minenergo.gov.by/> (дата обращения: 21.03.2021).
12. Новикова И. Ю., Криштаносов В. Б. Цифровые валюты центральных банков: современные тенденции и возможности внедрения в Республике Беларусь // Bankauski vesnik. 2021. № 4. С. 13.
13. Повышение эффективности энергетики России // Энергетический вестник. 2021. № 97. URL: [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/2021/energo\\_june21.pdf](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/2021/energo_june21.pdf) (дата обращения: 02.07.2021).
14. Ковалев М. М., Кузнецов А. С. Будущее белорусской энергетики на фоне мировых тенденций. Минск: Издат. центр БГУ, 2018. 223 с.
15. Всемирный банк. 2021. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC> (дата обращения: 02.07.2021).
16. Манцеров Т. Ф., Лапченко Д. А., Корсак Е. П. Использование технологии Smart Grid в условиях цифровизации электроэнергетики Республики Беларусь // Бизнес. Образование. Экономика: науч. практ. конф., Минск, 2 апр. 2020 г. Минск, 2020. Ч. 1. С. 106–111.
17. Министерство экономики Республики Беларусь: [сайт]. URL: [www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf](http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf) (дата обращения: 21.03.2021).

### References

1. Aleshina E. V. Problems and prospects of development of electric grid business Russian Railways holding. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of Samara State University of Economics], 2014, no. 3 (113), pp. 36–40 (In Russian).
2. Novikova I. V. Digital techno-economic paradigm in changing the digitalization strategy of the Republic of Belarus. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 5, Economics and Management, 2020, no. 1, p. 5 (In Russian).
3. Long C., Wu J., Zhou Y., Jenkins N. Aggregated battery control for peer-to-peer Energy sharing in a community Microgrid with PV battery systems. *Energy Procedia*, 2018, no. 145, pp. 522–527.

4. Khalilpour K. Design and Operational Management of Energy Hubs: A DS4S (Screening, Selection, Sizing, and Scheduling) Framework. Polygeneration with Polystorage 2019. *Elsevier Inc*, 2019, pp. 493–512. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813306-4.00015-X> (accessed 14.09.2021).
5. Khalilpour K., Vassallo A. Community energy networks with storage: modeling frameworks for distributed generation. Singapore, Springer, 2016. 191 p.
6. Khalilpour K., Vassallo A. A generic framework for DGS nanogrids. *Community energy networks with storage: modeling frameworks for distributed generation*. Singapore, Springer, 2016, pp. 41–59.
7. Danilova O. V. Digital technologies and prospects for the development of the power grid complex in Russia. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tver State University], 2019, no. 2 (46), pp. 95–104 (In Russian).
8. Kryshtanosau V. B. Digital economy: modern trends, development dynamics and challenges. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 5, Economics and Management, 2020, no. 1, p. 23 (In Russian).
9. Chebanov K. A., Karamyan O. Yu., Solovyova Zh. The Result of the power industry reform in Russia. Technological development of the Russian fuel and energy complex under the influence of economic sanctions. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2015, no. 5, pp. 16–18 (In Russian).
10. *Energeticheskaya strategiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2035 goda: Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii, 09.07.2020, № 1523-p* [Energy strategy of the Russian Federation for the period up to 2035: Order of the Government of the Russian Federation, 09.07.2020, no. 1523-r]. Available at: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf> (accessed 21.03.2021).
11. *Ministerstvo energetiki Respubliki Belarus'* [Ministry of Energy of the Republic of Belarus]. Available at: <https://minenergo.gov.by/> (accessed 21.03.2021).
12. Novikova I. V., Kryshtanosau V. B. Digital Currencies of Central Banks: Modern Trends and Possibilities of Implementation in the Republic of Belarus. *Bankauski vesnik*, 2021, no. 4, p. 13 (In Russian).
13. Increasing the efficiency of the Russian power industry. *Energeticheskij vestnik* [Energy Bulletin], 2021, no. 97. Available at: [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/2021/energo\\_june21.pdf](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/2021/energo_june21.pdf) (accessed 02.07.2021).
14. Kovalev M. M., Kuznetsov A. S. *Budushcheye belorusskoy energetiki na fone mirovykh tendentsiy* [The future of the Belarusian energy industry against the background of global trends]. Minsk, Izdatel'skiy tsentr BGU Publ., 2018. 223 p.
15. *Vsemirnyy bank* [The World Bank]. 2021. Available at: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC> (accessed 02.07.2021).
16. Mantserova T. F., Lapchenko D. A., Korsak E. P. The use of Smart Grid technology in the context of digitalization of the electric power industry of the Republic of Belarus. *Biznes. Obrazovaniye. Ekonomika* [Business. Education. Economy]. Minsk, 2020, part 1, pp. 106–111 (In Russian).
17. *Ministerstvo ekonomiki Respubliki Belarus'* [Ministry of Economy of the Republic of Belarus]. Available at: [www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf](http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf) (accessed 21.03.2021).

#### Информация об авторах

**Данилова Ольга Викторовна** – доктор экономических наук, профессор, профессор Департамента корпоративных финансов и корпоративного управления. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (125993, г. Москва, Ленинградский пр-т, 49, Российская Федерация). E-mail: danilovaov@yandex.ru

**Новикова Ирина Васильевна** – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента, технологий бизнеса и устойчивого развития. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: xenia2012@belstu.by

**Криштаносов Виталий Брониславович** – кандидат экономических наук, докторант Белорусского государственного технологического университета (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Krishtanosov@mail.ru

#### Information about the authors

**Danilova Olga Viktorovna** – DSc (Economics), Professor, Professor, the Department of Corporate Finance and Corporate Governance. Financial University under the Government of the Russian Federation (49, Leningradskiy Ave., 125993, Moscow, Russian Federation). E-mail: danilovaov@yandex.ru

**Novikova Irina Vasil'yevna** – DSc (Economics), Professor, Head of the Department of Management, Business Technology and Sustainable Development. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: xenia2012@belstu.by

**Kryshtanosau Vitaly Bronislavovich** – PhD (Economics), post-doctoral student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Krishtanosov@mail.ru

*Поступила 15.09.2021*