



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2025-31-3-33-42>

УДК 338.32.053+65.011.46

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. В. ЦЕДРИК

Институт экономики Национальной академии наук Беларуси (Минск, Республика Беларусь)

Аннотация. Энергетика Беларуси вносит значительный вклад в национальную безопасность, социально-экономическое развитие страны и повышение качества жизни граждан. Не обладая крупными запасами энергоносителей, государство оправданно определяет будущую эффективную стратегию, заключающуюся в мероприятиях по энергосбережению, в пропаганде и стимулировании таких мероприятий для домашних хозяйств и субъектов хозяйствования, во внедрении автоматизированных комплексов и административно-диспетчерского управления для сокращения издержек на производство топливно-энергетических ресурсов. В статье дано определение перспективных и экономически эффективных продуктов, решений и мероприятий, направленных на развитие отрасли энергетики в целом и электроэнергетики в частности. Обосновано применение технологии Smart Grid и производственных объектов для энергоэффективного потребления электроэнергии: центров обработки данных и систем накопления энергии.

Ключевые слова: цифровые продукты, цифровые решения, топливно-энергетический комплекс, электроэнергетика, интеграция, Smart Grid, центр обработки данных, системы накопления энергии, межотраслевой эффект.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Цедрик, А. В. Перспективные направления развития электроэнергетики в условиях цифровой трансформации в Республике Беларусь / А. В. Цедрик // Цифровая трансформация. 2025. Т. 31, № 3. С. 33–42. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2025-31-3-33-42>.

PROMISING DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF ELECTRIC POWER INDUSTRY IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

ALEKSANDR V. TSEDRIK

The Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. The energy sector of Belarus makes a significant contribution to national security, socio-economic development of the country and improving the quality of life of citizens. Not having large reserves of energy resources, the state justifiably defines a future effective strategy consisting of energy saving measures, promotion and stimulation of such measures for households and business entities, implementation of automated complexes and administrative and dispatch control to reduce the costs of production of fuel and energy resources. The article defines promising and cost-effective products, solutions and measures aimed at developing the energy sector in general and the electric power industry in particular. The use of Smart Grid technology and production facilities for energy-efficient consumption of electricity: data processing centers and energy storage systems, is substantiated.

Keywords: digital products, digital solutions, fuel and energy complex, electric power industry, integration, Smart Grid, data processing center, energy storage systems, inter-industry effect.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

For citation. Tsedrik A. V. (2025) Promising Directions of Development of Electric Power Industry in the Context of Digital Transformation in the Republic of Belarus. *Digital Transformation*. 31 (3), 33–42. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2025-31-3-33-42> (in Russian).

Введение

Энергетика нашей республики вносит значительный вклад в национальную безопасность, социально-экономическое развитие страны и повышение качества жизни граждан. Беларусь импортозависима от углеводородного сырья. Объемы собственной добычи этого сырья для национальных нужд покрываются лишь на 10 %, доля его добычи по отношению к валовому потреблению первичных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) к концу 2024 г. составила 27,1 %.

В различных программных документах, посвященных развитию электроэнергетики как составной части национальной экономики, уделяется внимание ее формированию на основе нового технологического уклада. Речь идет о цифровизации и автоматизации электроэнергетики и топливно-энергетического комплекса (ТЭК).

В статье рассмотрена перспективная технология Smart Grid, а также выполнен обзор двух промышленных решений – центра обработки данных (ЦОД) и систем накопления энергии (СНЭ). Такие решения способны оптимизировать уровень и эффективность потребления электроэнергии с учетом тенденций как в государстве, так и в мировой экономике в целом.

Результаты исследований и их обсуждение

Процесс цифровой трансформации электроэнергетики Республики Беларусь определен как инструмент повышения эффективности отрасли в условиях быстро меняющегося рынка с учетом изменения доли источников генерации энергии и высокой волатильности цен на энергоносители. Важным фактором ускорения «цифрового вектора» следует считать ужесточение экологического законодательства в большинстве государств мира.

В [1–5] дана наиболее полная оценка цифровой трансформации объединенной энергетической системы Республики Беларусь. В [6, с. 19] проведена первичная оценка в части интеграционных процессов в условиях цифровых преобразований, происходящих в рамках ЕАЭС. Так, в части применения международных стандартов, выработанных Международной электротехнической комиссией (МЭК), имеются схожие подходы, применяемые Беларусью и Россией, реже – Казахстаном (табл. 1).

Таблица 1. Стандарты, применяемые в электроэнергетике Беларуси, Казахстана, России
Table 1. Applicable standards in the electric power industry among Belarus, Kazakhstan, Russia

Информация	Стандарт	Беларусь	Казахстан	Россия
Применение международных стандартов	ISO/IEC 27000	–	–	–
	ISO/IEC 27001:2021	–	+	–
	NIST SP 800–53	–	–	–
	IEC 60870-5-101	+	+	+
	IEC 61850-7-1:2003	+	+	+
	IEC 61968-100 (2002)	+	–	–
	IEC/TS 61970-2:2004	+	–	+
Применение национальных стандартов	ГОСТ Р 59947–2021	–	–	+
	ГОСТ Р 58651.1-10–2023	–	–	+
	ГОСТ Р 57114–2022	–	–	+
	ГОСТ Р 59950–2021	–	–	+
	ТКП 609–2017	+	–	–
	ТКП 33240.20.1	+	–	–
	СТП 33240.01.1	+	–	–
	СТО 569470	–	–	+
<p>Обозначения: «–» – данный стандарт или ГОСТ не применяется; «+» – данный стандарт или ГОСТ применяется (по данным на июль 2022 г.). Примечание – Составлено на основе [7, 8].</p>				

В рамках Союзного государства Беларуси и России применение национальных стандартов принципиально отличается друг от друга. В качестве предложения для объединения подходов и более эффективных интеграционных процессов заинтересованным сторонам следует выработать общие межстрановые стандарты, используемые в электроэнергетике для двух государств. Данная задача особенно актуальна в связи со сближением энергетических рынков нефти, газа и электроэнергии двух стран, в том числе в рамках ЕАЭС. Такой подход поможет идентифицировать цифровые проекты с большей точностью, создать совершенную рыночную конкурентную среду и формировать передовой опыт для ЕАЭС в целом для данной отрасли.

Помимо развития электроэнергетики стран ЕАЭС, важным направлением деятельности по цифровой трансформации энергетической отрасли для Беларуси, по ее успешной интеграции и разработке универсальных критериев для стран с наиболее тесными экономико-политическими связями является работа над Концепцией цифровой трансформации отраслей ТЭК государств-участников СНГ и над Планом первоочередных мероприятий по ее реализации. Такие проекты направлены на систематизацию уже имеющегося опыта использования цифровых технологий на национальных уровнях, формирование единого видения цифровизации отраслей ТЭК [9, с. 50–51].

Электроэнергетическая отрасль Беларуси – составная часть ТЭК страны, объединяющая процессы генерации, распределения, преобразования и сбыта электрической энергии, обеспечивающая внутренние потребности отраслей экономики и населения и осуществляющая в незначительном количестве экспорт. Отрасль обладает полным комплексом технологических процессов в области электро- и теплогенерации, в том числе в атомном секторе (с 2020 г.), а также практически не зависит от импорта первичных энергоресурсов. Рассмотрим применение технологии Smart Grid (умная сеть) и ряда инфраструктурных решений, в частности ЦОД электроэнергии (ЦОДЭ) и локализации СНЭ в Беларуси, как наиболее эффективных способов использования потенциала электроэнергетики страны в целях обеспечения ее энергетической безопасности.

Smart Grid. В Белорусской энергосистеме предусматривается продолжение работ по созданию, реконструкции и модернизации распределительных электрических сетей с внедрением элементов Smart Grid. В частности, предполагаются постепенная автоматизация сетей напряжением 0,4–10,0 кВ, установка систем контроля их состояния, внедрение платформ создания комплексов диспетчерского, технологического, ситуационного, коммерческого управления объектами электроэнергетики и т. д. [10]. Началом внедрения технологии Smart Grid принято считать 2014 г., когда был внедрен пилотный проект на базе КУП «Бобруйские электросети» при поддержке компании «Шнайдер Электрик». Следует отметить, что отдельные элементы концепции были все же внедрены (например, применение технологии АСКУЭ и АСУ ТП), но конечного результата достигнуто не было (подразумевалась 100%-ная автоматизация электросетевого хозяйства района и граничащих с ним еще четырех административных районов).

Переход к технологиям Smart Grid, расширение систем управления также приведут к увеличению нагрузки на каналы связи и потребуют направления инвестиций в их развитие. Увеличение темпов внедрения цифровых технологий в электроэнергетике представляется возможным при условии привлечения большего числа источников финансирования. Внедрение современных технологий, развитие инфраструктуры умных сетей позволит объединить в единую сеть управление, контроль и защиту, а также обеспечить всех участников процессов генерации, распределения и потребления энергии необходимой информацией, что повысит эффективность функционирования энергетики и энергоэффективность национальной экономики в целом.

Несмотря на то что термин Smart Grid официально используется с 2003 г. после публикации М. Т. Вигт «Спрос надежности будет управлять инвестициями», к единой трактовке понятия до сих пор не пришли. В мировой практике для определения умной сети используются ее атрибуты или признаки. Иными словами, Smart Grid – система передачи электроэнергии по цепочке от производителя услуги к потребителю. Она способна сама отслеживать и распределять потоки электричества с целью достижения максимальной эффективности использования энергии. Благодаря информационно-коммуникационным технологиям все оборудование Smart Grid взаимодействует друг с другом. Конечная цель создания Smart Grid – деятельность в формате единой интеллектуальной системы энергоснабжения. Результаты анализа собранной с оборудования информации помогают оптимизировать использование электроэнергии, снизить затраты, увеличить надежность и эффективность энергосистем.

По мнению белорусских специалистов-практиков в области построения электрических сетей (РУП «Белэнергопроект»), «... интеллектуальные электрические сети (Smart Grid) представляют собой идеологию электрических сетей будущего, в которой планируемые на перспективу решения должны, по возможности, укладываться в рамки этой идеологии. Важно учесть, что Smart Grid – это идеология, а не комплекс каких-либо решений». Однако определенные виды электротехнической продукции и автоматики белорусского выпуска уже по ряду показателей соответствуют признакам Smart Grid.

В настоящее время масштабная реализация Smart Grid в Белорусской объединенной энергосистеме в обозримом будущем маловероятна по следующим причинам:

- 1) отсутствуют развитые розничные рынки (в меньшей степени – оптовые) электроэнергии;
- 2) широкий спектр объектов малой генерации, что усложняет объединение всех объектов в одну платформу на базе технологии Smart Grid.

В условиях развития умных технологий, ежегодного повышения уровня потребления энергии, погодных катаклизмов, увеличивающегося риска кибератак растет и потребность в гибкой и надежной электросети. Ответом на эти вызовы становится появление зарекомендовавшей себя технологии. Данная сеть вбирает в себя обширный массив из технических элементов и узлов, обеспечивающих цифровой формат связи и обработки данных. Наиболее перспективными возможностями Smart Grid принято считать:

- способность к самовосстановлению после аварийных ситуаций;
- устойчивость к кибернетическому вмешательству;
- доступность для прибывших пользователей;
- гибкость, в том числе способность подстроиться под нужды потребителей;
- предупреждение опасных для людей и окружающей среды ситуаций;
- повышение эффективности работы сети.

Для кардинального повышения технико-экономических показателей эффективности и надежности функционирования распределительных электрических сетей необходим их перевод на более высокий качественный технический уровень. Построение активно-адаптивных распределительных электрических сетей напряжением 0,4–10,0 (6) кВ – первоочередная задача. Ее можно достичь при комплексной модернизации, инновационном развитии и автоматизации всех субъектов электроэнергетики на основе передовых технологий и сбалансированных проектных решений на всей территории Беларуси. Такая электросеть нового поколения способна в авторежиме моментально реагировать на изменения параметров. Изменения в сети будут учитывать различные причины – кибервзлом, шпионаж (т. е. снижение влияния человеческого фактора), аварию на сети из-за природных катаклизмов, вывод из эксплуатации в связи с износом участков сети и проч. В среднесрочной перспективе (на протяжении 10 ближайших лет) при построении широкой сети распределенных источников малой генерации формирование розничных рынков электроэнергии в Беларуси и государствах-партнерах по ЕАЭС представляется возможным.

Следующим шагом предполагается объединение на уровне единой информационно-диспетчерской платформы производителей, потребителей электроэнергии и электрических сетей в общее информационно-коммуникационное пространство [11]. Одной из немаловажных задач является обеспечение реагирования на киберугрозы и киберинциденты на объекты энергетической инфраструктуры. Ряд атак на инфраструктуру увеличивается, но вместе с тем количество предотвращенных угроз со стороны Беларуси тоже значительно выросло. Также за десятилетия стало больше видов киберугроз, к которым можно отнести DDOS-атаки с целью кражи данных или вывода программного обеспечения, обеспечивающего бесперебойное функционирование объекта либо инфраструктуры в целом, рассылку на электронные почтовые ящики (как правило, относится к портативным компьютерам) для компрометации информации и действий по краже персональных данных (например, менеджмента организации). Официальная статистика не распространяет информацию относительно количества и последствий такого рода атак, как и их отражение в относительном количестве. Однако само увеличение числа предотвращенных угроз не вызывает сомнений.

Из цифровых систем, интеллектуальных технологий и комплексов, применимых к ТЭК, в том числе в электроэнергетике, помимо технологии Smart Grid следует отметить следующие системы, часть из которых уже реализуется в Беларуси: АСКУЭ, ГИС/ПК ZULU, BMS, SCADA, Cloud-Control, EMIS, ЕРОКС, БРИЗ-М.

Центры обработки данных. В Беларуси достаточно широкое распространение получают ЦОДы. Один из наиболее популярных подтипов в стране – ЦОДЭ. Он является в сущности специализированным центром, занимающимся сбором, обработкой и хранением данных о потреблении, производстве и распределении электроэнергии, а также позволяет автоматизировать и оптимизировать управление энергосистемой. В ЦОДЭ аккумулируются данные из нескольких источников: из учетных приборов, датчиков, других систем мониторинга. После сбора данные обрабатываются и анализируются с целью оценки эффективности работы энергосистемы и принятия решений по ее управлению.

ЦОДЭ необходим с точки зрения обеспечения надежности и безопасности энергосистемы, а также при обеспечении энергоэффективности и экономии ресурсов. Его можно использовать для прогнозирования потребления и планирования производства электроэнергии в будущем. Например, программное обеспечение «Мой Клиент: Ресурсы» производства ООО «Европейские Системные Технологии» успешно работает на сервере РУП «Витебскэнерго» филиала «Энергосбыт» в качестве ЦОД. Он выполняет функции по обработке, хранению и распространению информации в интересах РУП «Витебскэнерго». Целью центра считается решение проблемы дистанционного получения показаний счетчиков электричества через возможные каналы связи. ЦОД способен сократить капитальную стоимость владения и поддержания ИКТ-инфраструктуры за счет возможностей по эффективному использованию технических средств, а также при перераспределении нагрузок и сокращении административных расходов [12].

В части рекомендаций возможно предложение касательно ЦОД о том, когда тариф на электроэнергию для его деятельности будет являться пониженным и/или не облагаться НДС. То есть, чем больше ЦОД по объему потребления энергии, тем меньше тариф для его деятельности. Известно, что бизнес к такой расстановке готов. Например, в России в 2025 г. разрабатываются поправки в «Закон о промышленной политике». Помимо требуемых объемов энергии для функционирования ЦОД, предлагается четко регламентировать следующие вопросы: что следует отнести к понятию «центр обработки данных»; какие преференции и льготы будет получать такой объект, в которых используется определенная доля собственного отечественного оборудования; сроки преференций и льгот в зависимости от объемов инвестиций в объект. Создание тарифной сетки в соответствии с мощностями ЦОД, упрощенный, недискриминационный вход ЦОД на рынки Беларуси в качестве мощного автоматизированного средства, обладающего многозадачностью, регламентация термина «центр обработки данных» – основные задачи, которые возможно отразить в технических нормативно-правовых актах и ряде технических стандартов госорганами в перспективе.

Системы накопления энергии. Перспективным направлением в части автоматизации ряда процессов в энергетической отрасли является создание и эксплуатация СНЭ. СНЭ, устанавливаемые на тепловых электрических станциях и учитывающие возможность выдачи мощности в электросеть, могут использоваться для регулирования частоты, сглаживания пиковых часов работы энергосистемы и регулирования ее нагрузки, для обеспечения статической и динамической устойчивости энергосистемы. В некоторых случаях СНЭ могут применяться в качестве альтернативы генерации в пиковое время ее использования. При этом экономическая целесообразность установки должна обосновываться результатами технико-экономических расчетов, подтверждающими их преимущества над энергоисточниками [13].

Выбор энергоисточников для реализации пилотных проектов по установке СНЭ, их мощности и емкости должен осуществляться по результатам комплексного анализа, в котором следует учитывать режимы работы электростанции и подключенных к ней крупных промышленных потребителей, количество линий электропередачи 110 кВ и более, к которым подключена электростанция, общее значение станции для энергосистемы. Разработку документации до момента вложения инвестиций в проект, предусматривающий вариант установки СНЭ, целесообразно проводить после фактического появления их на рынке Беларуси в существенных объемах. При этом следует учитывать такие факторы, как срок службы СНЭ и их качественные характеристики, а срок окупаемости СНЭ как эффективного энергосберегающего мероприятия предусмотреть в диапазоне десяти лет.

Использование СНЭ в системообразующих сетях 220 кВ и более экономически нецелесообразно по причине их высокой стоимости, а также из-за значительных требуемых величин по их мощности и емкости для сетей 220 кВ. Необходимым условием экономической целесообразности использования СНЭ на базе литий-ионных аккумуляторов является срок окупаемости.

Для трансформаторных подстанций 110/10 кВ в условиях белорусской энергосистемы использование СНЭ позволяет сбалансировать суточную неравномерность нагрузок, компенсируя дневные пиковые нагрузки и повышая ночные минимальные нагрузки. Применение СНЭ способно помочь в отказе от замены трансформаторов 110/10 кВ в пользу трансформаторов с большей мощностью с преобладанием следующих типов нагрузки:

- для коммунально-бытового потребления при росте нагрузок на 30 % больше допустимой перегрузочной способности существующих трансформаторов;
- для субъектов хозяйствования при росте нагрузок ориентировочно на 70 % больше допустимой перегрузочной способности существующих.

При существующей стоимости систем накопления энергии, доступных на рынке Беларуси, капитальные вложения в их установку в распределительных электрических сетях напряжением 0,4–10,0 кВ коммунально-бытовых потребителей значительно превышают стоимость реконструкции электросетевых объектов. Оценку цифровой трансформации в энергетике, как правило, проводят с учетом межотраслевого уровня, на котором необходимо определять уже межотраслевые энергетические эффекты, характеризующие изменение производственных показателей (т. е. объемов производства, выпуска и эксплуатации транспорта, потребления энергетической продукции) и в других отраслях (табл. 2).

Таблица 2. Оценка межотраслевых эффектов в результате цифровой трансформации в ходе технологических изменений
Table 2. Assessing the cross-industry effects of digital transformation during technological change

Технологическое изменение	Оценка эффекта в отрасли		
	электроэнергетической	газовой	нефтяной
Увеличение объемов использования ВИЭ в производстве электроэнергии (с сопутствующим процессом повышения прогнозируемости и с интеллектуальным управлением режимами энергосистемы и сети)	Снижение объемов потребления ископаемого невозобновляемого топлива (нефти и природного газа). Увеличение объемов передачи электроэнергии для объектов ТЭК, снижение потерь при передаче. Снижение передачи электроэнергии в иные страны по причине их выхода из договоров	Снижение объемов добычи с учетом изменения потерь и спроса электростанций. Снижение объемов транспортировки газа и потерь при транспортировке. Снижение потребления электроэнергии на нужды в сфере добычи газа	–
Увеличение количества электромобилей (удешевление под них инфраструктуры, прочие возможности для владельцев на рынке электроэнергии)	Существенное увеличение объемов производства электроэнергии с целью обеспечения спроса электромобилей. Рост объемов передачи электроэнергии для объектов газовой отрасли и потерь при передаче. Рост производства электроэнергии (главный драйвер – ввод в ОЭС БелАЭС). Повышение объемов передачи электроэнергии для объектов добычи нефти и нефтепереработки отрасли (соответственно, гипотетический рост потерь при передаче)	Рост объемов добычи с учетом изменения потерь и спроса электростанций. Увеличение объемов транспортировки газа и потерь при его транспортировке (трубопроводом). Рост потребления электроэнергии на потребности промышленного производства	Снижение спроса на моторное топливо. Снижение объемов нефтепереработки. Снижение объемов добычи и транспортировки нефти. Снижение потребления электроэнергии на производственные нужды предприятий нефтепереработки
<i>Источник:</i> составлено автором на основе [2, 4, 5, 11].			

Важным элементом наиболее популярной концепции по интеллектуализации энергетических сетей Smart Grid являются облачные вычисления (Cloud Computing), главная суть которых – обеспечение деятельности удаленного хранилища данных, автоматика действий с целью аналитических исчислений, снижение издержек на обслуживание IT-систем путем экономии энергии, финансовых ресурсов и оптимизации работы персонала.

Научным сообществом и бизнесом предлагаются возможности интеграции технологий блокчейн в концепции Smart Grid. Блокчейн, по задумке разработчиков технологии, будет содействовать обеспечению устойчивой тенденции к распределению потоков. Предполагается, что данная технология позволит поддерживать и распределять ее на региональные узлы накопления энергии на уровне РУП-ОБЛЭНЕРГО [5, 11]. Цифровизация процесса принятия управленческих решений в самой отрасли в Беларуси связана с цифровизацией бизнес-процессов на уровне предприятия и, в том числе, с созданием и развитием офиса цифровизации. В основе подхода, предлагаемого в Стратегии ГПО «Белэнерго» [14], лежит типовая двухуровневая иерархическая архитектурная схема взаимодействия информационной системы в рамках единого отраслевого информационного пространства: нижний уровень – ERP-системы, верхний – BPM-система.

Оценкой высокой степени зрелости цифровизации отрасли следует считать уровень и количество различных инициатив, стартапов, внедрение определенных технологий. С точки зрения исследовательского опыта, важно определение рисков в отрасли, с которыми может столкнуться национальная экономика. В проведенном исследовании структурирована информация, относящаяся к текущему состоянию развития электросетевого комплекса Беларуси, в том числе с учетом опыта государств с развитой рыночной экономикой. В табл. 3, составленной автором на основе ряда исследований и показателей, взятых из статистического бюллетеня [14] и научных изданий [1–3, 5, 6, 11], представлена информация о текущем положении электросетевого комплекса Беларуси в сравнении с опытом государств с развитой электросетевой инфраструктурой.

Таблица 3. Текущее состояние и электросетевого комплекса Беларуси в сравнении с опытом развитых государств
Table 3. Current state of the electric grid complex of Belarus in comparison with the experience of developed countries

Показатель	Беларусь		Развитые государства	
	Текущее состояние	Ориентир	Текущее состояние	Ориентир
Уровень потерь электроэнергии в распределительных сетях	До 40 % (технологический расход на транспортировку во всех сетях – от 7,36 до 8,03 %)	4–5 %	6 %	4 %
Наличие интеллектуальных приборов учета (split-счетчики с расщепленной архитектурой)	На конец 2022 г. в Беларуси внедрено более 27 тыс. электросчетчиков (3,73 % от всего количества). Цена трехфазного электросчетчика с технологией удаленного доступа – от 500 до 830 BYN в зависимости от его комплектации	100 %	50 %	100 %
Наличие единой базы данных, стандартов и центра сбора данных	В стадии проработки. Ставка на так называемый офис цифровизации	Централизованный порядок (офис цифровизации) с сетевой организацией	Сетевая форма организации	
Единый оператор учета	Более 4,5 млн собственников приборов учета	Отсутствие дискриминационных действий и кибератак	Отсутствие дискриминационных действий и кибератак	

Окончание табл. 3
Ending of Tab. 3

Показатель	Беларусь		Развитые государства	
	Текущее состояние	Ориентир	Текущее состояние	Ориентир
Совместимость приборов учета	Нет, представлено на рынке порядка 200 модификаций (разрознена)	Полная совместимость и общие критерии и подходы к оценке	Полная совместимость и общие критерии и подходы к оценке	
Доступ субъектов рынка к данным учета	Ограничен	Отсутствие дискриминационных действий и кибератак	Отсутствие дискриминационных действий и кибератак	
Защищенность и безопасность данных	Не проработана, имеется опыт кибервзлома персонального учета электроэнергии в быту	Соответствует критериям Стратегии ГПО «Белэнерго» на период с 2021 по 2025 г.	Соответствие, как правило, общеевропейскому стандарту	

Определенно, при внедрении цифровых продуктов и решений нужно учитывать историческую взаимосвязь с реализацией и ускорением цифровизации энергетического комплекса. Пока следует констатировать, что цифровизация – это общемировой тренд. Ряд показателей, которые сравнивались в статье (уровень потерь электроэнергии в распределительных сетях, наличие интеллектуальных приборов учета), существенно отличается от развитых государств. Однако при планомерной деятельности электросетевых предприятий и программ, регламентирующих процесс внедрения цифровых решений и проектов в Беларуси, этот разрыв возможно сократить при введении импортозамещающих технологий и укрупнении групп собственных разработчиков по созданию и сопровождению программного обеспечения и продуктов и оказанию ими аутсорсинговых услуг. В таком случае произойдет постепенное повышение гибкости и адаптивности энергосистемы, сглаживание пиковой нагрузки, снижение потерь и прочих технико-экономических показателей.

Заключение

1. С учетом проведенного анализа направлений развития электроэнергетики в условиях цифровой трансформации предлагается обратить внимание на:

- обеспечение эволюционного развития продуктов в соответствии с запросами рынка, новыми технологическими возможностями и требованиями регуляторов, соблюдение баланса интересов производителей, потребителей и государства;
- существующие трудности в развитии отечественного рынка IT-решений (относительно невысокая скорость разработки продуктов, сложность их адаптации к существующему информационно-коммуникационному ландшафту ввиду санкционных ограничений на поставки оборудования);
- низкий уровень взаимодействия отечественных вендоров с национальными операторами в части предоставления услуг по разработке и внедрению IT-решений;
- вопросы этики, безопасности, эффективности и интенсификации внедрения передовых цифровых решений: искусственного интеллекта, машинного обучения, технологии применения Big Data, безлюдных производств;
- развитие общенациональных методических подходов к построению компонентов архитектуры информационных систем в энергетике;
- обеспечение устойчивого и бесперебойного функционирования информационной инфраструктуры топливно-энергетического комплекса, в первую очередь критической информационной инфраструктуры электроэнергетики Беларуси и последующей реализации госполитики в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса с применением единой цифровой платформы и с соблюдением принципов клиентоцентричности.

2. Предлагаемые рекомендации и подходы могут найти свое отражение в ряде учебно-методических комплексов («Экономика энергетики», «Экономика предприятия энергетической отрасли», «Энергетический менеджмент» и др.) и программных документов, регулирующих процессы обеспечения энергетической безопасности.

Список литературы

1. Зорина, Т. Г. Совершенствование методологии оценки цифровой трансформации объединенной энергетической системы Республики Беларусь. Проблемы и перспективы / Т. Г. Зорина, С. Г. Прусов // Вестник КГЭУ. 2021. Т. 13, № 3. С. 99–113.
2. Прусов, С. Г. Методические подходы к совершенствованию оценки эффективности цифровой трансформации энергетики Республики Беларусь / С. Г. Прусов, Т. Г. Зорина // Вестник Брестского государственного технического университета. 2022. № 2. С. 176–181.
3. Зорина, Т. Цифровая трансформация электроэнергетики Беларуси в рамках общих подходов к цифровизации ТЭК стран СНГ / Т. Зорина, С. Прусов // Наука и инновации. 2022. № 2. С. 59–65.
4. Данилова, О. В. Проблемы цифровизации ключевых секторов экономики в Российской Федерации и Республике Беларусь: Smart Grid в электроэнергетике / О. В. Данилова, И. В. Новикова, В. Б. Криштаносов // Труды БГТУ. Серия 5. Экономика и управление. 2021. № 2. С. 5–14.
5. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты / Г. И. Абдрахманова [и др.] // XXII Апрельская Междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, г. Москва, 13–30 апр. 2021 г. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021.
6. Цедрик, А. В. Цифровизация энергетического комплекса Республики Беларусь: анализ состояния, перспективные направления, альтернативное предложение по оценке эффективности / А. В. Цедрик // Цифровая трансформация. 2024. Т. 30, № 1. С. 16–27. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-1-16-27>.
7. Об органе государственного управления в сфере цифрового развития и вопросах информатизации: Указ Президента Республики Беларусь от 5 октября 2021 г. № 136. Минск: М-во информ. и связи Респ. Беларусь, 2021.
8. Купчиков, Т. В. Цифровизация «окно возможностей» для повышения эффективности и управляемости энергосистем государств-участников СНГ / Т. В. Купчиков // Исполнительный комитет электроэнергетического Совета СНГ. Нур-Султан, 2022. С. 11–13.
9. Цедрик, А. В. ТЭК Республики Беларусь: тенденции, состояние, рекомендации / А. В. Цедрик // Энергия: экономика, техника, экология. 2024. № 5. С. 43–53.
10. Ковалев, М. М. Будущее белорусской энергетики на фоне глобальных трендов / М. М. Ковалев, А. С. Кузнецов. Минск: Белор. гос. ун-т, 2018.
11. Колик, В. Р. Smart Grid: проблемы и перспективы автоматизации распределительных электрических сетей белорусской энергосистемы: презентация / В. Р. Колик // НИИПИ РУП «Белэнергосетьпроект». Минск, 2019.
12. ЦОД бытовых потребителей электроэнергии РУП «Витебскэнерго» // Европейские электронные технологии.
13. Малашенко, М. П. Интеграция БелАЭС в объединенную энергосистему и потребление природного газа предприятиями Министерства промышленности на технологические цели / М. П. Малашенко // Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика. Минск: Белор. нац. техн. ун-т, 2022. С. 44–47.
14. Автоматизация и цифровая трансформация: бюллетень / М-во энергетики Респ. Беларусь; ГПО «Белэнерго». Минск, 2023.

Поступила 17.03.2025

Принята в печать 21.08.2025

Доступна на сайте 10.10.2025

References

1. Zorina T. G., Prusov S. G. (2021) Improving the Methodology for Assessing the Digital Transformation of the United Energy System of the Republic of Belarus. Problems and Prospects. *Bulletin of Kazan State Energy University*. 13 (3), 99–113 (in Russian).
2. Prusov S. G., Zorina T. G. (2022) Methodical Approaches to Improving the Assessment of the Efficiency of the Digital Energy Transformation of the Republic of Belarus. *Bulletin of the Brest State Technical University*. (2), 176–181 (in Russian).
3. Zorina T., Prusov S. (2022) Digital Transformation of the Belarus' Electric Power Industry Within the Bounds of Common Approaches to the CIS Fuel and Energy Sector Digitalization. *Science and Innovation*. (2), 59–65 (in Russian).
4. Danilova O. V., Novikova I. V., Kryshtanosau V. B. (2021) Problems of Digitalization of Key Sectors of the Economics in the Russian Federation and the Republic of Belarus: Smart Grid in Electric Power Industry. *Proceedings of the Belarusian State Technological University*. 250 (2), 5–14 (in Russian).
5. Abdrakhmanova G. I., Bykhovsky K. B., Veselitskaya N. N., Vishnevsky K. O., Gokhberg L. M., Grebenyuk A. Yu., et al. (2021) Digital Transformation of Industries: Starting Conditions and Priorities. *XXII Apr. International Scientific Conf. on the Development of the Economy and Society, Moscow, April 13–30*. Moscow, Ed. House of the Higher School of Economics (in Russian).

6. Tsedrik A. V. (2024) Digitalization of the Energy Complex of the Republic of Belarus: State Analysis, Promising Areas, Alternative Proposal for Evaluating Efficiency. *Digital Transformation*. 30 (1), 16–27. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-1-16-27> (in Russian).
7. On the Public Administration Body in the Field of Digital Development and Informatization. *Decree of the President of the Republic of Belarus from 5 Oct. 2021 No 136*. Minsk, Ministry of Informatization and Communications of the Republic of Belarus (in Russian).
8. Kupchikov T. V. (2022) Digitalization is the “Window of Opportunity” to Increase Efficiency and Controllability of Energy Systems of the CIS Member States. *Executive Committee of the CIS Power Engineering Council*. Nur-Sultan. 11–13 (in Russian).
9. Tsedrik A. V. (2024) Fuel and Energy Complex of the Republic of Belarus: Trends, Status, Recommendations. *Energy: Economy, Technology, Ecology*. (5), 43–53 (in Russian).
10. Kovalev M. M., Kuznetsov A. S. (2018) *The Future of Belarusian Energy Amid Global Trends*. Minsk, Belarusian State University (in Russian).
11. Kolik V. R. (2019) Smart Grid: Problems and Prospects of Automation of Distribution Electric Networks of the Belarusian Energy System: Presentation. *Research and Development Institute of RUE “Belenergo-setproekt”*. Minsk (in Russian).
12. Data Center for Household Electricity Consumers RUE “Vitebskenergo”. *European Electronic Technology*. (in Russian).
13. Malashenko M. P. (2022) Integration of BelNPP into the Combined Energy System and Consumption of Natural Gas by Enterprises of the Ministry of Industry for Technological Purposes. *Energy-Saving Technologies and Alternative Energy*. Minsk, Belarusian National Technical University. 44–47 (in Russian).
14. Automation and Digital Transformation: Bulletin. *Energy MOU Rep. Belarus; GPO “Belenergo”*. Minsk, 2023 (in Russian).

Received: 17 March 2025

Accepted: 21 August 2025

Available on the website: 10 October 2025

Сведения об авторе

Цедрик А. В., ст. науч. сотр., Институт экономики Национальной академии наук Беларуси

Адрес для корреспонденции

220072, Республика Беларусь,
Минск, ул. Сурганова, 1–2
Институт экономики
Национальной академии наук Беларуси
Тел.: +375 29 863-08-69
E-mail: aleksandr.cedrik.90@mail.ru
Цедрик Александр Вячеславович

Information about the author

Tsedrik A. V., Senior Researcher, The Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus

Address for correspondence

220072, Republic of Belarus,
Minsk, Surganova St., 1–2
The Institute of Economics
of the National Academy of Sciences of Belarus
Tel.: +375 29 863-08-69
E-mail: aleksandr.cedrik.90@mail.ru
Tsedrik Aleksandr Vyacheslavovich