



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-1-16-27>

Оригинальная статья  
*Original paper*

УДК 338.32.053+65.011.46

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ, АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

А. В. ЦЕДРИК

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

*Поступила в редакцию 27.10.2023*

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2024  
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2024

**Аннотация.** В статье отражен ряд компонентов, характеризующих процессы цифровой трансформации энергетического комплекса Республики Беларусь: затраты по основным видам деятельности, публикационный интерес среди специалистов отрасли, нормативная и правовая основы изучения протекающего процесса. Отмечена высокая степень продвижения государства в части стандартизации и автоматизации энергетики Беларусь, в том числе в сравнении на уровне объединения ЕАЭС. Представлен ряд мер с целью перспективного функционирования отрасли в условиях санкционных ограничений на поставки оборудования и программного обеспечения. Предложено провести оценку, альтернативную показателям, обозначенным в Стратегии информатизации и цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» на период 2021–2025 гг.

**Ключевые слова:** энергетика, цифровая трансформация, автоматизация, стандартизация, стратегия, офис цифровизации, эффект.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования.** 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>.

## DIGITALIZATION OF THE ENERGY COMPLEX OF THE REPUBLIC OF BELARUS: STATE ANALYSIS, PROMISING AREAS, ALTERNATIVE PROPOSAL FOR EVALUATING EFFICIENCY

ALEKSANDR V. TSEDRIK

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

*Submitted 27.10.2023*

**Abstract.** This article reflects a number of components that characterize the processes of digital transformation of the energy complex of the Republic of Belarus: costs for general activities, publication interest among industry specialists, the regulatory and legal basis for studying the ongoing process. A high degree of promotion of the state in terms of standardization and automation of energy in Belarus was also noted, including in comparison at the level of unification of the EAEU. A number of measures have been proposed in order to ensure the preselective functioning of the industry in the context of sanctions restrictions on the supply of equipment and software.

The author proposes to conduct such an assessment, alternative to the indicators proposed in the Strategy of informatization and digital transformation of the state association of electric power industry “Belenergo” for the period of 2021–2025.

**Keywords:** energy, digital transformation, automation, standardization, strategy, digitalization office, effect.

**Conflict of interest.** The author declares that there is no conflict of interest.

**For citation.** 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).

## Введение

В последнее десятилетие в Республике Беларусь довольно успешно развивались многие ключевые элементы цифровой экономики. Так, вместе с увеличением объемов производства товаров росли качество и объемы оказания услуг, связанных с цифровыми технологиями. Отрасль энергетики – не исключение. По скорости внедрения цифровых решений и продуктов она уступает разве только сфере финансовых и банковских технологий. Ряд показателей демонстрируют, что в Беларуси проводится курс на цифровизацию по различным видам экономической деятельности. Такой вывод можно сделать исходя из многообразия применяемых технологий и основных тенденций в ряде сфер. Среди зарубежных направлений в области исследований обеспечения энергетической безопасности – мировые энергорынки или экономические макрогруппы (например, МЕРКОСУР, НАФТА, АСЕАН), а также общественные и поведенческие аспекты деятельности энергосистем [1]. В современной белорусской науке процессы управления энергетической безопасностью основываются на возможности выбора стратегии с целью управления рисками при обеспечении экономической безопасности в целом. Основными подходами следует считать:

- принятие риска в ценообразовании тарифов под влиянием экономических рыночных механизмов (либеральная модель, когда тарифы отпускают в «свободное плавание»);
- определение рисков на начальных этапах и активное управление экономической системой с целью устранения перекрестного субсидирования, в том числе на микроуровне (как между хозяйствующими субъектами и предприятиями, так и в отношении домохозяйств);
- профилактика для уменьшения потенциально негативных последствий рисков, в том числе устранение возможности проявления рисков на государственном уровне (в дальнейшем такой подход возможно распространить на общий рынок газа, нефти и нефтепродуктов ЕАЭС).

## Основная часть

### *Нормативная и правовая базы предметной области*

Вопросами формирования и совершенствования оценки цифровизации энергетики и в частности электроэнергетического комплекса занимается ряд известных ученых, общественных деятелей, сотрудников министерств и ведомств отрасли. Среди публикаций следует выделить работы коллектива Института энергетики НАН Беларуси под научным руководством Т. Г. Зориной и С. Г. Прусова [2–5], отдельные труды В. Ф. Байнева [6], совместные белорусско-российские работы О. В. Даниловой, И. В. Новиковой и В. Б. Криштаносова [7, 8]. В поле зрения ученых и профильных ведомств Республики Беларусь находится достаточно обширный объем аспектов, проблем, которыми занимаются профильные специалисты. Проведя анализ статей, посвященных энергетической тематике (журналы «Энергетическая стратегия», «Энергоэффективность», профильная газета «Энергетика Беларуси») за 2022 год, можно отметить, что наиболее популярными аспектами, освещаемыми в них, являлись публикации, в которых были представлены:

- вопросы подготовки и переподготовки кадров;
- вопросы безопасности и охраны труда в производстве;
- комментарии к вопросам стандартизации в энергетике;
- предложения по формированию нормативно-правовой базы отрасли.

Количество публикаций по перечисленным направлениям доходило до 70 % от их общего числа. Если рассматривать вопросы, которые отражены в энергетической отрасли с позиции экономики и техники, то здесь основными рубриками за 2022 год оказались:

- формирование общих энергетических рынков нефти, нефтепродуктов и газа;
- использование и безопасность Белорусской АЭС;
- развитие электроэнергетического комплекса страны (применение энергосберегающих технологий, модернизация имеющейся инфраструктуры, тарифообразование на электрическую энергию как для домашних хозяйств, так и для субъектов предпринимательства);
- газоснабжение страны (развитие сети центров обслуживания населения, эксплуатация оборудования и трубопроводов и пр.);
- применение местных видов топлива (торфа, дров, щепы, биомассы и пр.) и возобновляемых источников энергии с целью пополнения топливно-энергетического баланса страны и экологизации производства;
- цифровая трансформация, автоматизация и диспетчеризация объединенной энергетической системы страны как на макро-, так и на микроуровне;
- развитие выставочной деятельности, семинаров и форумов, характеризующих аспекты функционирования отрасли [9].

В табл. 1 представлены нормативные и правовые документы, которые регулируют деятельность, относящуюся к процессам цифровой трансформации отрасли, и их непосредственное отношение к изучаемой проблематике исследования.

**Таблица 1.** Нормативные и правовые документы, регламентирующие деятельность в сфере цифровизации, автоматизации и диспетчеризации энергетики Республики Беларусь

**Table 1.** Regulatory and legal documents regulating activities in the field of digitalization, automation and energy dispatch of the Republic of Belarus

Документ / Document	Основное содержание документа / Main contents of the document
Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года	Развитие электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ для целей отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи для домашних хозяйств. С 2022 г. для снижения уровня износа электросетей всех классов напряжения предусматриваются ежегодное строительство и реконструкция порядка 2,7 тыс. км линий электропередачи. По итогам 2021 г. –1,76 тыс. км
Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь до 2035 года (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.12.2015 № 1084)	Определяется сущность деятельности по обеспечению энергетической безопасности Республики Беларусь и надежности энергоснабжения отраслей экономики и населения. Одной из угроз на пути эффективного функционирования отрасли выделен пункт «недостаточный уровень автоматизации процессов управления распределительными сетями»
Указ Президента Республики Беларусь от 5 октября 2021 г. № 381 «О строительстве распределительных электрических сетей»	Установлен порядок финансирования работ по проектированию и реконструкции сетей для электроснабжения обособленных жилых домов. Закреплена норма, позволяющая гражданам участвовать в финансировании строительства электросетей в целях обеспечения возможности использования электроэнергии для различных нужд. Развитие распределительных сетей позволит повысить их пропускную способность и, соответственно, надежность работы всего электросетевого комплекса республики
Программа комплексной модернизации производств энергетической сферы на 2021–2025 гг.	Указаны мероприятия Программы, источники финансирования; объекты, на которые распространена модернизация; концептуальный план по ускоренному и устойчивому развитию газовой отрасли на 2021–2025 гг.
Стратегия информатизации и цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» на период 2021–2025 гг.	Основополагающий документ в сфере цифровизации отрасли Республики Беларусь – утверждает основные мероприятия и план первоочередных действий по цифровизации, автоматизации и диспетчеризации отрасли. Предложены 16 показателей для оценки эффективности цифровой трансформации энергетики

Окончание табл. 1  
Ending of Tab. 1

Документ / Document	Основное содержание документа / Main contents of the document
Указ Президента Республики Беларусь от 7 апреля 2022 г. № 136 «Об органе государственного управления в сфере цифрового развития и вопросах информатизации»	Определяет общее цифровое развитие государства и степень регулирования в сфере цифрового развития. Для отрасли энергетики отдельным пунктом и важным с точки зрения понимания процессов может стать прорабатываемый в настоящий момент проект под названием «Офис цифровизации»
Стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.117–18 «Цифровые подстанции. Требования к проектированию»	Устанавливает требования к проектированию цифровой подстанции с номинальным высшим напряжением 110–750 кВ, нацеленные на повышение надежности, безопасности и снижение совокупных расходов на проектирование, строительство и эксплуатацию цифровых подстанций
<i>Источник:</i> Составлено автором на основе документов, указанных в таблице.	

### Иновации

Предметный интерес к цифровизации отрасли демонстрируют резиденты Парка высоких технологий (ПВТ) Республики Беларусь. Компании-резиденты ПВТ, предлагающие решения и продукты в области цифровизации энергетики, экологической безопасности, автоматизации процессов минерально-сырьевого обеспечения и горнодобывающей промышленности представлены в табл. 2. Один из реализуемых крупных проектов в сфере цифровизации и автоматизации отрасли – формирование так называемого IT-офиса, либо офиса цифровизации. Основная цель, которую преследует данный проект, – средоточие человеческих, интеллектуальных и аппаратно-программных ресурсов с последующей разработкой новых и эксплуатационной поддержкой имеющихся информационных систем, в том числе приобретение и внедрение разработок сторонних компаний либо лицензионного, вышедшего в тираж, программного обеспечения. Головной организацией по реализации такого проекта в энергетической отрасли выступает ГПО «Белэнерго».

**Таблица 2.** Компании-резиденты ПВТ, предлагающие решения и продукты в области цифровизации и автоматизации процессов  
**Table 2.** НТР resident companies offering solutions and products in the field of digitalization and process automation

Компания, организация / Company, organization	Специализация, отношение к цифровизации и автоматизации процессов / Specialization, attitude towards digitalization and process automation
ООО «АйСиЭс Бел»	Крупный белорусский разработчик программного обеспечения (ПО). Специализируется на разработке, внедрении и сопровождении ERP и CRM-систем для средних и крупных предприятий из разных отраслей. В портфеле решений имеются проекты в промышленном производстве, в том числе в горнодобывающей отрасли страны
ООО «Альфа Орион»	Создает профессиональные дроны для бизнеса и госслужб. С их применением команда компании инспектирует энергетическую и транспортную инфраструктуру, строительные объекты и территории, а также перевозит грузы до 7 кг
ООО «Белспецкомплект»	Специализируется на разработке инновационной технологии переработки фосфорогипсовых отходов для производства высокотехнологичных импортозамещающих и экспортно ориентированных продуктов
ООО «Гринмайнер»	Специализируется на майнинге криптовалют. Компания основана в 2019 г. В настоящее время штат компании состоит из трех человек. Имеет глубокую экспертизу в сфере майнинга, в своей деятельности использует возобновляемые источники энергии в качестве майнинга
Компания «Иннерика»	Разрабатывает ПО для удаленного мониторинга бурения скважин в режиме реального времени

Окончание табл. 2  
Ending of Tab. 2

Компания, организация / Company, organization	Специализация, отношение к цифровизации и автоматизации процессов / Specialization, attitude towards digitalization and process automation
ООО «ИнноТехСолюшнс»	Белорусская компания-разработчик ПО и решений в сфере информационной безопасности. Имеет специальное разрешение (лицензию) Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь, наделена правом осуществлять деятельность по технической и/или криптографической защите информации и проектированию, созданию, аудиту систем информационной безопасности критически важных объектов информатизации. Специалисты компании разрабатывают программно-технические решения для ведущих отраслей и сфер деятельности, в том числе в энергетике
ООО «Кватек»	Разрабатывает ПО полного цикла. Заявленный фокус – развитие компетенций и навыков сотрудников. Направления интересов и решений различны, в том числе – экологически чистая энергетика
ООО «КОЭЛС-БЕЛ»	Проектирование и производство высоковольтных электрических систем и сложных программно-аппаратных комплексов
ООО «Микасенсор»	Белорусская организация – разработчик приборов и программно-аппаратных комплексов. Специализируется на разработке промышленного оборудования контроля наличия в окружающей среде вредных факторов, воздействующих на человека, реализации произведенной продукции, на оказании сопутствующих услуг
ООО «Нива-Мотор»	Разработка и производство высокотехнологичных устройств и систем, программно-аппаратных средств, программно-аппаратных комплексов и совместимого с ними программного обеспечения для горнодобывающей промышленности
ООО «Прикладные системы»	Разработчик промышленного программного обеспечения. Компания основана в 1997 г., специализируется на разработке решений по комплексной автоматизации оборудования и технологических процессов в обрабатывающей промышленности, альтернативной и традиционной энергетике, горно-химической отрасли. Стек технологий – ASP.Net, C++, C#, HTML, JavaScript и др. Внедренная в компании система менеджмента качества соответствует требованиям международного стандарта ISO 9001:2008. Компания получила статус Microsoft Gold Certified Partner в компетенции «Разработка приложений»
ООО «Р-НОКС»	Белорусская научно-производственная компания, специализирующаяся на разработке и производстве инновационных решений в области мониторинга качества воздуха для обеспечения эффективного управления экологической безопасностью с использованием новейших технологий в области машинного обучения, BigData, интернета вещей
ООО «СЕНЛА ГРУП»	Разработка заказного ПО в области финансовых технологий, медицины, фармацевтики, нефтегазового сектора, машиностроения и производства, онлайн-бизнеса и др.
ООО «Сител»	Компания основана в 2009 г. Специализация – проектирование, строительство слаботочных сетей, систем зданий и сооружений, промышленной автоматики. Проекты выполнялись для таких компаний отрасли, как РУП «Гомельэнерго», РУП «Гродноэнерго», АО «Транснефть – Дружба», ГПО «Белоруснефть», ОАО «Белоозерский энергомеханический завод» и др.
Компания «Софтмакс системы телеметрии»	Белорусская организация – разработчик ПО. Основана в 2012 г., специализируется на разработке программных продуктов, оказании услуг по внедрению автоматизированных систем в газораспределении, магистральном транспорте газа, углеводородов и их продуктов
<i>Примечание</i> – Составлено автором на основе данных официального сайта администрации ПВТ Республики Беларусь согласно реестру резидентов (август 2023 г.).	

Понятие «офис цифровизации» введено в обиход не так давно. Точкой отсчета для Республики Беларусь следует считать подписанный Главой государства А. Г. Лукашенко Указ от 7 апреля 2022 г. № 136 «Об органе государственного управления в сфере цифрового развития и вопро-

сах информатизации» [10]. Существующие функции могут быть возложены как на структурное подразделение организации, так и на юридическое лицо, подчиненное госоргану (организации). Пока следует констатировать, что этот вопрос однозначно не определен. Однако данный указ четко регламентирует функции и дает перспективную оценку деятельности такого рода «офису». В разработке принимали участие как представители Минэнерго, так и практики из ГПО «Белтопгаз», ГПО «Белэнерго», ОАО «Белэнергоремналадка» и ряда других организаций отрасли. Офис цифровизации, как юридическое лицо на законодательном уровне, наделяется правами по оказанию на договорной основе широкого спектра услуг в области ИТ для госорганов. При этом его деятельность может ориентироваться как на решение задач отрасли, так и на обеспечение нужд отдельных предприятий.

#### *Интеграционные процессы*

Несмотря на проделанную работу как в части закрепления нормативно-правовых основ процесса цифровизации отрасли, так и внедрения ряда решений, проектов и продуктов отрасли, специалистами отмечается существенная разбежка в регламентации, четком закреплении понятийно-категориального аппарата, применяемого для описания специфики деятельности и проработки единого стандарта терминов цифровой трансформации. Эта проблема имеется как на национальном уровне, так и на уровне ряда интеграционных объединений, в которые входит Беларусь. Проблема данного вопроса заключена в том, что развитие процессов автоматизации и масштабный переход от аналоговых к цифровым технологиям привели к появлению новых технических понятий, которые вошли в употребление в профессиональной среде. Несмотря на то что многие институты развития различного уровня (международные организации, госорганы, корпорации и компании, научные организации) предложили свои определения с описаниями этих понятий, в том числе и для энергетики, общепринятых определений в части автоматизации и цифровизации продуктов и решений на сегодняшний день не сложилось ни в научной литературе, ни в международных руководствах по статистическому измерению, ни в государственных документах.

С целью оценки происходящих процессов цифровизации в Беларуси важен сравнительный анализ среди государств, с которыми республика имеет наиболее тесные экономические, кооперационные и политические отношения. Таким экономическим союзом является ЕАЭС. В государствах Содружества применяется ряд международных стандартов (табл. 3), которые существенно не отличаются от международных. В ряде случаев имеет место их адаптация к национальным условиям, как в Беларуси, Кыргызстане, России. Собственные государственные стандарты наиболее проработаны в Российской Федерации и Республике Беларусь.

**Таблица 3.** Стандарты, применяемые в цифровом секторе энергетики среди государств СНГ  
**Table 3.** Standards applied in the digital energy sector among CIS countries

Информация / Information		Армения / Armenia	Беларусь / Belarus	Казахстан / Kazakhstan	Кыргызстан / Kyrgyzstan	Россия / Russia
Применение международных стандартов	ISO/МЭК 27000	+	–	–	–	–
	ISO 27001	–	–	+	–	–
	NIST SP 800-53	+	–	–	–	–
	МЭК 60870	–	+	+	–	+
	МЭК 61850	–	+	+	–	+
	МЭК 61968	–	+	–	+	–
	МЭК 61970	–	+	–	–	+
Применение национальных стандартов	ГОСТ Р 59947-202	–	–	–	–	+
	ГОСТ Р 58651	–	–	–	–	+
	ГОСТ Р 57114-201	–	–	–	–	+
	ГОСТ Р 57114-201	–	–	–	–	+
	ГОСТ Р 59950-202	–	–	–	–	+
	ТКП 609-201	–	+	–	–	–
	ТКП 33240.20.1	–	+	–	–	–
	СТП 33240.01.1	–	+	–	–	–
СТО 569470	–	–	–	+	+	

*Примечание* – Составлено на основе [11, с. 11].

В качестве основной меры для унификации стандартов и создания единой информационной базы цифровизации электроэнергетики предлагается распространить внедрение адаптированных к национальным условиям группы стандартов, имеющих положительный опыт применения. Для оптимального эффективного управления существующими энергосистемами в реальном режиме времени, планирования развития энергосистем и межсистемных связей, обеспечения и совершенствования работы рынков создания энергии и поддержания мощностей с использованием цифровых технологий необходим беспрепятственный и эффективный обмен информацией между всеми субъектами топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Важными задачами сотрудничества в этой области представляются:

- проработка и принятие отраслевых стандартов с целью построения единых информационных моделей как для бесперебойного функционирования объединенной энергосистемы в целом, так и для ее отдельных субъектов (ближнесрочная перспектива);
- разработка и принятие системы отраслевых стандартов, описывающих единую систему интерфейсов прикладного уровня и обеспечивающих интеграцию приложений (среднесрочное планирование);
- создание общей современной цифровой образовательной среды как области обучения и сферы научных коммуникаций в области цифровизации электроэнергетики (долгосрочный эффект);
- переход к работе энергосистем на собственное программное обеспечение с операционной системой (ОС) Linux, в том числе создание обновлений на базе этой же ОС.

Однако проекты цифровой трансформации ТЭК (в том числе электроэнергетики), реализуемые, к примеру, в государствах-участниках СНГ, в состав которого входит Беларусь, демонстрируют разную степень и глубину проработки этой проблематики. Многими специалистами отмечено существенное продвижение именно у Беларуси (табл. 4) и России в части стандартизации автоматизации таких проектных технологий.

**Таблица 4.** Технологии, применяемые или находящиеся на стадии внедрения в энергетической отрасли Беларуси (на июль 2022 г.)

**Table 4.** Technologies used or at the stage of implementation in the energy industry of Belarus (as of July 2022)

АСКУЭ	SCADA	Цифровая подстанция / Digital substation	CIM	Smart Grid	Demand Response	Цифровые двойники / Digital twins	Специальное ПО (типа CAD и MES) / Special software (such as CAD and MES)
3	3	3	3	2	0	1	1

*Обозначения:* АСКУЭ – автоматизированная система комплексного учета электроэнергии. 0 – не планируется; 1 – ведется работа/планируется; 2 – на стадии пилотных проектов; 3 – массово внедрено.  
*Примечание* – Составлено на основе [11, с. 13].

### Электроэнергетика

Возможности и перспективы обмена опытом и совместной реализации национальных проектов цифровизации в электроэнергетике велики, что ставит задачу интенсификации сотрудничества в области цифровизации электроэнергетики государств-участников СНГ на корпоративном уровне. Следует также отметить, что Республика Беларусь является полноправным членом и активным участником Межгосударственного технического комитета по стандартизации (МТК) 541 «Электроэнергетика» [11]. Кроме Беларуси в него входят государства ЕАЭС и Узбекистан. МТК 541 был ранее создан на базе российского Технического комитета по стандартизации 016 «Электроэнергетика». Эффект от формирования такой структуры в будущем будет оценен. Но уже возможно дать оценку основным и промежуточным результатам, к которым следует отнести:

- разработку восьми действующих ГОСТов и стандартов в области цифровизации электроэнергетики (на июль 2022 г.);
- сокращение киберпреступлений, направленных на электросетевую инфраструктуру стран, входящих в деятельность МТК 541;
- гармонизацию ряда программ, указов и декретов, регулирующих функционирование данной отрасли в правовом поле, и создание на этой базе концептуального программного докумен-

та «Цифровая трансформация электроэнергетики» в рамках «Концепции сотрудничества государств-участников СНГ в сфере энергетики на период до 2035 года».

Следует также отметить, что в 2021 г. в части процессов цифровой трансформации энергетики были закреплены методологические основы оценки цифровой трансформации в электроэнергетике Беларуси. Этим документом стал приказ ГПО «Белэнерго» от 09.04.2021 № 752, в котором утверждена Стратегия информатизации и цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» на период 2021–2025 гг.<sup>1</sup>. Согласно этому документу, оценку эффективности принято проводить на основе 15 показателей в разрезе шести областных энергосистем и в целом по ГПО «Белэнерго».

В [2, 3, 5] проведена оценка предлагаемых индикаторов на предмет возможности (реалистичности) их расчета, в том числе на основании существующих статистических данных; необходимости разработки дополнительных форм отчетности; степени воздействия цифровой трансформации непосредственно на достижение показателя вне зависимости от других влияющих факторов. Применяемый подход опирается на исследование Института энергетических исследований Российской академии наук и отражен в виде материала<sup>2</sup>, имеющегося в свободном для ознакомления доступе. Данный подход при выборе индикаторов для оценки цифровой трансформации энергетического комплекса в целом продемонстрировал свою состоятельность и дает понимание об уровне развития и применения цифровых продуктов и решений в отрасли. Вместе с тем сама система оценки не должна быть статична, ведь с уровнем развития технических решений дробятся либо актуализируются новые индикаторы оценки.

Так, автором предлагается провести собственную методику расчета эффективности использования цифровых технологий в энергетической отрасли, имеющую отличие от оценки иной группы экономических показателей, не эквивалентных показателям Стратегии информатизации и цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» на 2021–2025 гг. Список показателей, по которым проводилось исследование в части оценки эффективности цифровой трансформации энергетического комплекса Республики Беларусь, приведен в табл. 5. Представленные данные взяты из [12]. Разрабатываемый интегральный показатель предлагается рассчитать методом экспертных оценок с присвоением определенного ранга (балла) для каждого из 15 основных показателей.

**Таблица 5.** Показатели для оценки эффективности цифровой трансформации на основе Белстата  
**Table 5.** Indicators for assessing the effectiveness of digital transformation based on Belstat

№	Показатель для оценки / Indicators for evaluation	
	от ГПО «Белэнерго» / from SPA “Belenergo”	авторский / author's
1	Доля цифровых подстанций 35 кВ и более	Данные об организациях, имевших веб-сайт, использовавших облачные сервисы и технические средства для беспроводного доступа к глобальной компьютерной сети интернет, уд. вес, %
2	Степень автоматизации распределительных электрических сетей 0,4–10,0 кВ	Доступ организаций к глобальным информационным и локальным вычислительным сетям, уд. вес, %
3	Доля объектов энергетической отрасли, интегрированных в автоматизированную систему контроля и учета электрической энергии межгосударственных межсистемных перетоков и генерации	Данные об организациях, использовавших специальные программные средства, уд. вес, %

<sup>1</sup> Стратегия информатизации и цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» на период 2021–2025 гг.: приказ ГПО «Белэнерго» от 09.04.2021 № 752 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cis.minsk.by/reestr2/doc/6704#text>. Дата доступа: 04.09.2023.

<sup>2</sup> Измерение и оценка результатов и эффектов цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса: матер., подготов. ИНЭИ РАН по результ. выполнения НИР «Разработка научно обоснованных предложений по измерению и оценке результатов и эффектов цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://in.minenergo.gov.ru/upload/iblock/29a/29a0484\\_ea0e4bd272252a486a80f2c32.pdf](https://in.minenergo.gov.ru/upload/iblock/29a/29a0484_ea0e4bd272252a486a80f2c32.pdf). Дата доступа: 18.10.2023.



Окончание табл. 5  
Ending of Tab. 5

№	Показатель для оценки / Indicators for evaluation	
	от ГПО «Белэнерго» / from SPA “Belenergo”	авторский / author's
4	Доля объектов энергетической отрасли, интегрированных в региональную автоматизированную систему контроля и учета электрической энергии	Количество организаций, использовавших информационно-коммуникационные технологии, ед.
5	Доля промышленных и приравненных к ним потребителей с присоединенной мощностью 250 кВт·А и более, интегрированных в автоматизированную систему контроля и учета электроэнергии	Наличие (количество) в организациях машин и оборудования, созданных на базе передовых производственных технологий, по виду экономической деятельности (как ед., так и уд. вес (%)).
6	Доля бытовых потребителей, интегрированных в автоматизированную систему контроля и учета электроэнергии	Распределение организаций по виду подключения к сети интернет (по стационарному широкополосному, беспроводному и беспроводному широкополосному доступам)
7	Доля энергоисточников, оснащенных автоматизированной системой управления технологическими процессами	Удельный вес организаций по максимальной скорости передачи данных через сеть интернет (градационно, Мбит/с) в общем числе организаций, имевших доступ к сети интернет, %
8	Доля объектов энергетической отрасли, оснащенных автоматизированной системой контроля качества электроэнергии	Списочная численность работников, использовавших информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) на конец года (как в % от всех занятых в экономике, так и в количестве чел.)
9	Степень автоматизации контроля сотрудников	Списочная численность специалистов по ИКТ на конец года (уд. вес как по уровню квалификации, %, так количество чел. от занятых во всем секторе ИКТ)
10	Степень автоматизации документооборота	Распределение организаций по целям использования сети интернет (цели общего характера), % к общему числу организаций, имевших доступ к сети интернет
11	Доля взаимодействий с иностранными (международными) компаниями, реализованных путем электронного документооборота	Распределение организаций по целям использования сети интернет (для связи с поставщиками), % к общему числу организаций, имевших доступ к сети интернет
12	Степень автоматизации принятия решений	Распределение организаций по целям использования сети интернет (для связи с потребителями), % к общему числу организаций, имевших доступ к сети интернет
13	Доля закупок, проведенных на электронных торговых площадках	Распределение организаций по целям использования сети интернет (взаимодействие с государственными органами (организациями)), % к общему числу организаций, имевших доступ к сети интернет
14	Индикатор наличия системы, позволяющей оценивать качество продукции, качество обслуживания в режиме онлайн	Данные об организациях, осуществлявших электронные продажи, закупки товаров (работ, услуг), % к общему числу обследованных организаций
15	Степень информатизации взаимодействующих организаций	Затраты организаций на разработку, внедрение и использование цифровых технологий для собственного потребления по виду экономической деятельности, тыс. руб.
Примечание – Составлено на основе [2, 5, 12].		

Следует отметить, что положения Стратегии ГПО «Белэнерго» не статичны, ряд новелл претерпевают изменения и дополнения и развиваются с опорой на происходящие события в отрасли. Так, в Стратегию уже внесены изменения, учитывающие технические аспекты и новации в законодательстве. И далее приоритет будет отдаваться сетевым инфраструктурным объектам, строительству (реконструкции) распределительных сетей, которые связаны с увеличением использования электроэнергии для целей отопления и горячего водоснабжения, с широкомасштабным использованием электроэнергии реальным сектором экономики республики.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Важно отметить ряд особенностей Стратегии ГПО «Белэнерго». Первое – достаточно узкий спектр целей и задач цифровой трансформации Белорусской энергосистемы. Этим можно объяснить прагматизм при ее создании. В момент написания документа было решено, что не следует загромождать Стратегию, а особенно давать характеристики нереализуемым либо необъятным этапам. Внимание сконцентрировали на актуальных и важнейших процессах в энергосистеме [13], а именно: управление электросетями, оперативно-диспетчерское управление, управление процессами (ресурсы, финансы, технологии) в рамках отрасли, управление бизнес-процессами на уровне субъекта хозяйствования, кибербезопасность, криптографическое шифрование, мониторинг уровня безопасности информационных систем. Примером таких мероприятий, осуществляемых в объединенной энергосистеме Беларуси, является реализация Программы модернизации средств учета электрической энергии до 2023 года. В ней закреплены механизм и мероприятия для осуществления замены индукционных приборов учета электрической энергии на электронные для возможности последующего их объединения в систему АСКУЭ. В остальном акцент смещен на отдельные мероприятия, среди которых:

- автоматизация большинства процессов на платформах 1С:Предприятие и SAP;
- построение элементов системы управления электрическими сетями Smart Grid;
- построение системы автоматического регулирования частоты и перетоков мощности объединенной энергосистемы Беларуси;
- полноформатное построение системы АСКУЭ и др.

### **Заключение**

1. Отражен ряд компонентов, характеризующих процессы цифровой трансформации энергетического комплекса Республики Беларусь: тенденции в области изучаемой проблематики, публикационный интерес среди специалистов отрасли, ряд проектов со стороны Парка высоких технологий в части цифровизации и автоматизации энергетики и горнодобывающей промышленности, нормативная и правовая основы изучения протекающего процесса.

2. Предложено провести оценку эффективности цифровой трансформации энергетического комплекса Республики Беларусь, которая не войдет в противоречие с действующей оценкой уровня цифровой трансформации отрасли согласно Стратегии информатизации и цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» на период 2021–2025 гг. Предлагаемые показатели аккумулируются исключительно в статистическом бюллетене Белстата и способны в большей степени оценить уровень эффективности использования информационно-коммуникационных технологий с учетом имеющейся инфраструктуры для их функционирования в энергетике. Данная оценка позволит увидеть недостатки и угрозы и принять оперативное решение для успешного функционирования энергетической отрасли Республики Беларусь.

3. В целях бесперебойного функционирования энергетики Беларуси в условиях цифровой трансформации рекомендовано продолжить формирование четкого закрепления понятийно-категориального аппарата, применяемого для описания специфики деятельности, а также выработать единый стандарт терминов цифровой трансформации, поскольку специалистами отмечена разбежка в части стандартизации между национальными и международными нормативами.

### Список литературы

1. Цифровая трансформация: ожидания и реальность: докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, г. Москва, 2022 г. / Г. И. Абдрахманова, [и др.]. М.: Изд. дом Высш. шк. экон., 2022.
2. Зорина, Т. Г. Совершенствование методологии оценки цифровой трансформации объединенной энергетической системы Республики Беларусь. Проблемы и перспективы / Т. Г. Зорина, С. Г. Прусов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2021. Т. 13, № 3. С. 99–113.
3. Зорина, Т. Г. Методические подходы к совершенствованию оценки эффективности цифровой трансформации энергетики Республики Беларуси / Т. Г. Зорина, С. Г. Прусов // Вестник Брестского государственного технического университета. 2022. № 2. С. 176–181.
4. Зорина, Т. Г. Трансформация энергетического комплекса Республики Беларусь: от энергобезопасности к концепции устойчивого развития / Т. Г. Зорина // Белорусский экономический журнал. 2021. № 4. С. 27–40.
5. Зорина, Т. Г. Цифровая трансформация электроэнергетики Беларуси в рамках общих подходов к цифровизации ТЭК стран СНГ / Т. Г. Зорина, С. Г. Прусов // Наука и инновации. 2022. № 2. С. 59–65.
6. Байнев, В. Ф. Энергия как фактор производства и движущая сила индустриализации / В. Ф. Байнев // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. Минск: Белор. нац. техн. ун-т, 2019. Вып. 10. С. 26–40.
7. 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. Т. 250, № 2. С. 5–14.
8. Данилова, О. В. Цифровые технологии и перспективы развития электросетевого комплекса России / О. В. Данилова // Вестник Тверского государственного университета. 2019. Т. 46, № 2. С. 95–104.
9. Цедрик, А. В. Цифровой компонент развития энергетики в Республике Беларусь / А. В. Цедрик // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития: матер. XXIV Междунар. науч. конф., г. Минск, 19–20 октября 2023 г. В 3 т. Минск: НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь, 2023. Т. 2. С. 234–236.
10. 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.
11. Купчиков, Т. В. Цифровизация – «окно возможностей» для повышения эффективности и управляемости энергосистем государств-участников СНГ / Т. В. Купчиков. Нур-Султан (Астана): Исполнит. комитет Электроэнерг. совета СНГ, 2022. С. 11–13.
12. Использование цифровых технологий в Республике Беларусь в 2022 году: статистический бюллетень. Минск: Нац. статист. комитет Респ. Беларусь, 2023.
13. Автоматизация и цифровая трансформация: бюллетень ГПО «Белэнерго». Минск: М-во энерг. Респ. Беларусь, 2022.

### References

1. Abdrakhmanova G. I., Vasilkovsky S. A., Vishnevsky K. O., Gershman M. A., Gokhberg L. M., Grebenyuk A. Yu., et al. (2022) Digital Transformation: Expectations and Reality. *Reports to the XXIII Yasinsky (April) International. Scientific Conference on the Development of the Economy and Society*. Moscow, Publishing House of the Higher School of Economics (in Russian).
2. 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).
3. Zorina T. G., Prusov S. 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).
4. Zorina T. G. (2021) Transformation of the Energy Complex of the Republic of Belarus: from Energy Security to the Concept of Sustainable Development. *Belarusian Economic Journal*. (4), 27–40 (in Russian).
5. Zorina T. G., Prusov S. G. (2022) Digital Transformation of the Electric Power Industry of Belarus Within the Framework of General Approaches to the Digitalization of the Fuel and Energy Complex of the CIS Countries. *Science and Innovation*. (2), 59–65 (in Russian).
6. Baynev V. F. (2019) Energy as a Factor in Production and the Driving Force of Industrialization *Economic Science Today: Collection of Scientific Articles*. Minsk, Belarusian National Technical University. (10), 26–40 (in Russian).

7. Danilova O. V., Novikova I. V., Krishtanosov V. B. (2021) Problems of Digitalization of Key Sectors of the Economy in the Russian Federation and the Republic of Belarus: Smart Grid in the Electric Power Industry. *Proceedings of BSTU*. 250 (2), 5–14 (in Russian).
8. Danilova O. V. (2019) Digital Technologies and Prospects for the Development of the Electric Grid Complex of Russia. *Bulletin of Tver State University*. 46 (2), 95–104 (in Russian).
9. Tsedrik A. V. (2023) Digital Component of Energy Development in the Republic of Belarus. *Problems of Forecasting and State Regulation of Socio-Economic Development: Materials of the XXIV International Scientific Conference, Minsk, Oct. 19–20, 2023. Vol. 2*. Minsk, NIEI of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus. 234–236 (in Russian).
10. 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).
11. Kupchikov T. V. (2022) *Digitalization is the “Window of Opportunity” to Increase Efficiency and Controllability of Energy Systems of the CIS Member States*. Nur-Sultan (Astana), Executive Committee of the CIS Power Engineering Council. 11–13 (in Russian).
12. The Use of Digital Technologies in the Republic of Belarus in 2022. *Statistical Bulletin, National Statistical Committee of the Republic of Belarus*. Minsk. 2023 (in Russian).
13. Automation and Digital Transformation. *Bulletin of GPO “Belenergo”*. Minsk, Ministry of Energy of the Republic of Belarus. 2022 (in Russian).

#### **Сведения об авторе**

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

#### **Адрес для корреспонденции**

220072, Республика Беларусь,  
г. 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 at the Institute  
of Economics of the National Academy of Sciences  
of Belarus

#### **Address for correspondence**

220072, Republic of Belarus,  
Minsk, Surganova St., 1–2  
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