

УДК 338.45:331.658

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ЕЕ РОЛЬ В УПРАВЛЕНИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**Е.П. КОРСАК, М.И. РУСЕЦКАЯ, А.Д. ПОЛЮХОВИЧ**
(Белорусский национальный технический университет)

Рассмотрена эволюция понятия цифровизация, даны определения цифровизации на этапах становления и развития, составлена временная лента цифровизации. Рассмотрена трактовка понятия цифровизация в законодательно-правовой базе стран-участниц ЕАЭС. Дана оценка уровня цифровизации стран-участниц ЕАЭС на основе международных ИКТ-рейтингов. Проведен сегментированный анализ и определены лидеры реализации программы цифровой трансформации среди стран-участниц ЕАЭС. Выделены основные преимущества и недостатки цифровизации электроэнергетического комплекса. Определены основные направления цифровой трансформации электроэнергетики Республики Беларусь. Предложены индикаторы для оценки производственных и экономических результатов цифровизации электроэнергетического комплекса республики.

Ключевые слова: цифровизация, Евразийский экономический союз, электроэнергетика, энергобезопасность, цифровая подстанция.

Введение. В постиндустриальной экономике наблюдается экспоненциальный рост информации, что приводит к необходимости создания не только хранилищ для нее, но и автоматизации процессов, направленных на интеграцию данной информации. Это подразумевает широкую цифровизацию всех сфер деятельности. Понятие «цифровизация» впервые упоминается в Оксфордском словаре в 1959 году и трактуется, как «процесс оцифровки или преобразование аналоговых данных в цифровую форму». Как видим, понятие «цифровизация» первоначально имело отношение больше к термину «цифра». Соответственно, информатизация – преобразования информации в числовую форму для дальнейшего её хранения и передачи.

Роберт Вахал (Robert Wachal) в своём эссе, опубликованном в «The North American Review» (1971 г.), упоминает понятие «цифровизация» в контексте автоматизации исследования социальных процессов. Автор впервые поднимает вопрос восприятия понятия «цифровизация» не только со стороны информатизации, но и включает в свое определение влияние цифровизации на различные отрасли (телевидение, средства коммуникации). В то же время, он рассматривает цифровизацию как один из ключевых, если не основных, факторов современной экономики. В 2006 году взгляды Роберта Вахала поддержал Ван Дейк (Van Dijk), который утверждал, что «мы впервые на пути к созданию единой коммуникационной структуры, которая будет связывать всё». Заслуга Ван Дейка состоит в том, что он конкретизировал глобализацию данного понятия. Роберт Вахал и Ван Дейк в своих определениях концентрировали внимание в первую очередь на цифровизации общественных процессов. В противовес их теории Фриц Махлуп (Fritz Machlup) и Даниэль Белл (Daniel Bell) впервые расширили понятие и в своем определении отразили влияние цифровизации на сдвиги в национальной экономике, сформулировав его как «индустриальную революцию» (1984 г.).

Российские авторы М.Н. Руденко и Ю.И. Грибанов на базе проведенных исследований пришли к заключению, что «большинство российских компаний и органов исполнительной власти сейчас сосредоточены на цифровизации ключевых процессов и в массе своей воспринимают цифровизацию как новый виток автоматизации и информатизации». Они пришли к выводу, что необходимо провести разграничение терминов «автоматизация» и «цифровизация». В трактовке понятия «автоматизация» авторы ссылаются на следующее определение: «Одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоёмкости выполняемых операций». Следовательно, автоматизация, согласно М.Н. Руденко и Ю.И. Грибанову, – это процесс, направленный на снижение трудозатрат человека благодаря механизации процессов. Понятие цифровизация они истолковывают следующим образом – «процесс, направленный на оцифровку всех информационных (и даже материальных) ресурсов (создание цифровых копий) и формирование сетевых платформ взаимодействия, с целью получения прогнозируемого и гарантированного результата на любое управляющее взаимодействие с использованием средств автоматизации». Таким образом, авторы систематизировали последовательность появления понятия цифровизации через трактовку понятия «автоматизация».

Таким образом, понятие «цифровизация» берет своё начало от термина «цифра», что не имело ничего общего с внедрением современных технологий, лишь с появлением понятия «цифровой» и его значением, приближенным к слову «оцифровка», цифровизация стала зарождаться как этап автоматизации (М.Н. Руденко, Ю.И. Грибанов), что привело к интерпретации цифровизации как видоизменения определенной отрасли страны

благодаря внедрению информационно-коммуникационных технологий (Роберт Вахал) и в последствии к определению понятия посредством процессов глобализации и в целом для экономики страны (Fritz Machlup, Daniel Bell).

Основная часть. В настоящее время термин «цифровизация» звучит не только в контексте отдельных исследований, но и в законодательной базе экономических объединений (союзов) и стран.

Согласно Цифровой стратегии, принятой Европейской Комиссией в ноябре 2018 года, цифровизация упоминается с поправкой на фундаментальные изменения в управлении, корпоративной культуре, внешних коммуникациях. Исходя из значения слова «цифровая трансформация» цель данной стратегии формируется как создание стратегического цифрового потенциала ЕС и содействует широкому распространению цифровых технологий, которые будут использоваться гражданами Европы, предприятиями и государственными органами. В 2016 году было подписано заявление о создании «Основных направлений цифровой повестки Евразийского экономического союза» (далее – ЕАЭС), где под определением «цифровая трансформация» подразумевалось «проявление качественных, революционных изменений, заключающихся не только в отдельных цифровых преобразованиях, но и в принципиальном изменении структуры экономики, в условиях, когда происходит цифровая трансформация повседневной жизни, деловой среды и государственного управления». Курс на цифровизацию интеграции в формате ЕАЭС предполагает мобилизацию ресурсов в международном масштабе с целью повышения эффективности процессов взаимодействия как внутри стран-участниц, так и в рамках Союза в целом. На базе документа от 11 октября 2017 г. «Основные направления цифровой повестки Евразийского экономического союза с 2016 до 2025 года», который определял основные цели, задачи, принципы и механизмы сотрудничества, всеми участниками с целью создания цифрового пространства в рамках Союза была издана собственная программа развития (таблица 1).

Таблица 1. – Определение слова цифровая трансформация стран-участниц ЕАЭС

Страна	Регулируемый документ	Определение
Кыргызская Республика	Концепция цифровой трансформации «Санарип Кыргызстан 2019–2023 гг.» в рамках реализации Национальной стратегии развития Кыргызской Республики на 2018–2040 годы	комплекс мер, цель которого – развитие государства, основанного на индустрии данных, технологиях и цифровой инфраструктуре
Республика Армения	Повестка цифровой трансформации Армении до 2030 года	это процесс интеграции цифровых технологий в структуру правительства, инфраструктуру, безопасность, частный сектор и институциональные основы
Республика Беларусь	Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы	совершенствование условий, содействующих трансформации сфер человеческой деятельности под воздействием ИКТ, включая формирование цифровой экономики, развитие информационного общества и совершенствование электронного правительства
Российская Федерация	Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы	создание экосистемы, в которой данные в цифровой форме являются основными факторами производства во всех сферах социально-экономической деятельности, и достижение её эффективности, включая международные отношения, бизнес, научно-образовательное сообщество, граждан и государства
Республика Казахстан	Государственная программа «Цифровой Казахстан»	направление преобразования отраслей экономики, функций государства и улучшение качества жизни населения за счет использования цифровых технологий в среднесрочной перспективе, а также создание условий для перехода экономики Казахстана на принципиально новую траекторию развития, обеспечивающую создание цифровой экономики будущего в долгосрочной перспективе

В процессе внедрения понятия «цифровизация» и «цифровая трансформация» в терминологию программ развития национальных экономик, были сформированы ряд индексов, которые определяют уровень развития цифровых технологий в отдельной стране и конкретно по отраслям. Наиболее используемыми в оценке рейтингами являются [1–4]:

- Индекс развития электронного правительства (EGDI);
- Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (IDI);
- Индекс сетевой готовности (NRI);
- Индекс развития электронного участия (EPART);
- Глобальный индекс инноваций (DII);

- Индекс глобального подключения (GCI);
- Индекс мировой цифровой конкурентоспособности (WDCI);
- Индекс цифровизации экономики Boston Consulting Group (e-Intensity);
- Индекс цифрового доверия (DEI);
- Индекс цифровой экономики и общества (DESI);

На базе выше представленных индексов, проведем сегментированный анализ уровня внедрения цифровых технологий в экономику стран-участниц ЕАЭС (рисунок 1).

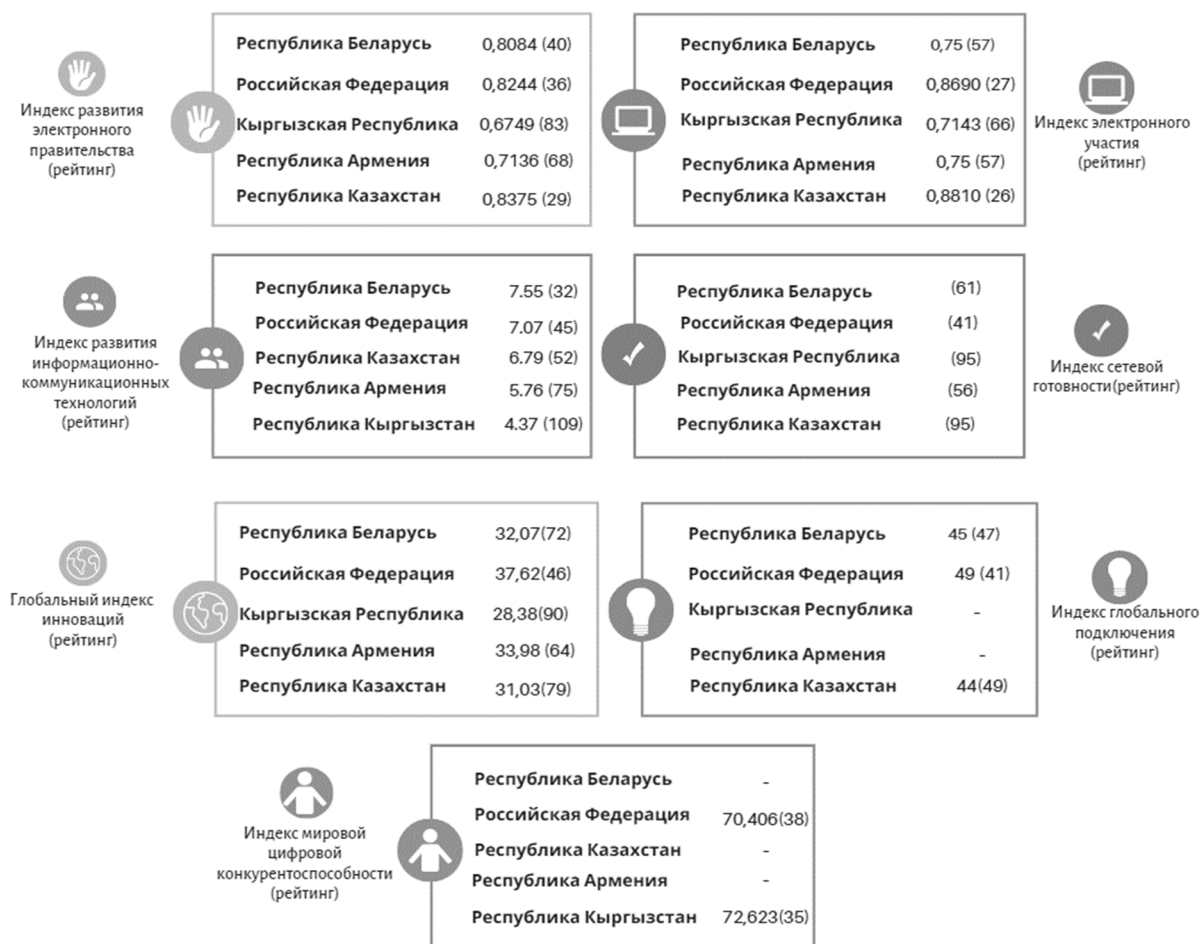


Рисунок 1. – Уровень цифровизации стран-участниц ЕАЭС

Проведенное исследование выявило ряд особенностей в процессе цифровизации региона:

– Индекс DESI не определяется в большинстве стран ЕАЭС (Республика Беларусь, Республика Армения, Республика Казахстан, Кыргызская Республика) в связи со слабой статистической базой в области цифровой экономики. Для Российской Федерации он равен 0,47.

– Индекс цифровизации экономики, определенный Бостанской консалтинговой группой, включает его определение только для одной страны-участницы ЕАЭС – Российской Федерации. Ранжирование индекса цифровизации экономики представлено на рисунке 2 [7].

– Индекс цифровой эволюции основан на четырех факторах: спрос, предложение, уровень инноваций и институциональная среда. На сегодняшний день данный показатель определен лишь для 60 стран на 2014 год. В состав данных стран входит Российская Федерация, которая занимает 39 место.

Согласно проведенному сегментированному анализу (рисунок 3), лидерами реализации программы цифровой трансформации среди стран-участниц ЕАЭС являются Российская Федерация, Республика Казахстан и Республика Беларусь. В наименьшей степени цифровая трансформация развита в Кыргызской Республике и Республике Армения. Наиболее высокие показатели были достигнуты странами-участницами ЕАЭС по следующим индексам: EPART (уровень вовлеченности населения во взаимодействие с государством путем информационно-коммуникационных технологий); EGDИ (степень готовности государства к использованию информационно-коммуникационных технологий для последующего развития от-

раслей экономики). В связи с тем, что названные Индексы имеют отношение к государственному регулированию процессов внедрения ИКТ в различные отрасли экономики и занимают наиболее высокие позиции в рейтинге, можно сделать вывод, что внедрение ИКТ в систему государственного управления приведет к их экстраполяции на все отрасли экономики и, следовательно, улучшению позиций в мировых рейтингах по остальным представленным индексам.

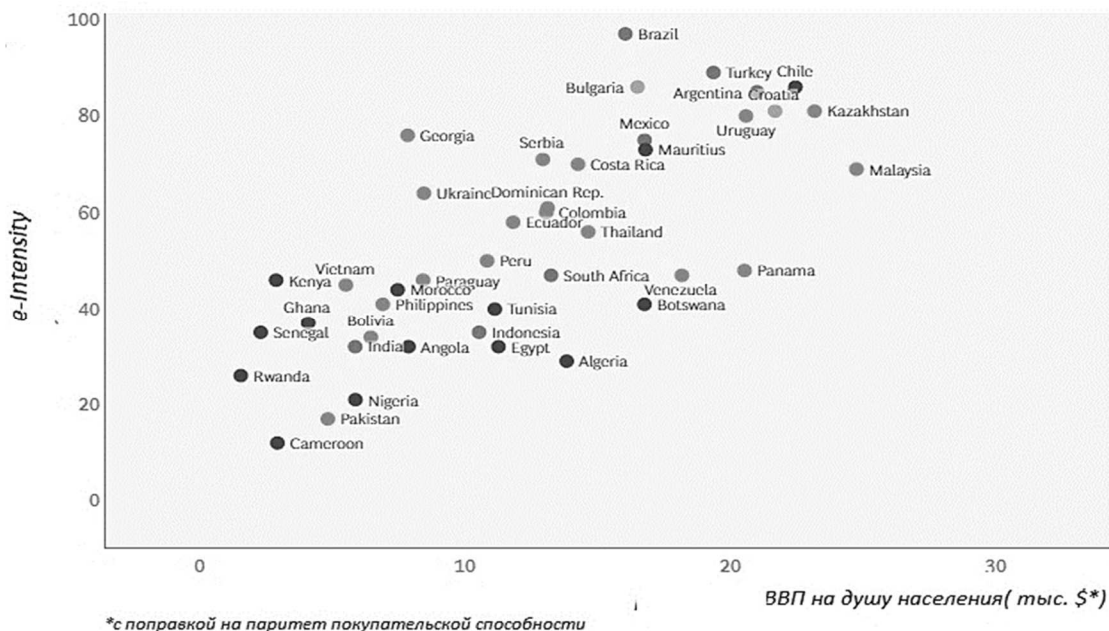


Рисунок 2. – Рейтинг Индекса цифровизации экономики Бостонской консалтинговой группы

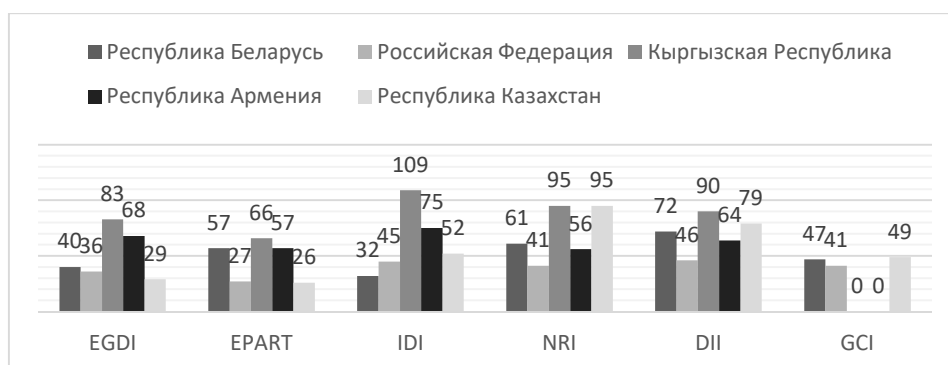


Рисунок 3. – Рейтинг стран-участниц ЕАЭС по Индексам цифровизации

Согласно Цифровой повестке ЕАЭС на 2016–2025 гг., поэтапная цифровизация всех отраслей национальных экономик стран-участниц Союза в краткосрочной перспективе приведет к налаживанию партнерских связей с глобальными экосистемами и в долгосрочной – к созданию единой цифровой экосистемы, что послужит повышению конкурентоспособности ЕАЭС на мировом рынке. Готовность к взаимодействию участников приведет к снижению издержек и риска интегрирования, а также увеличению значимости глобальных и региональных экономик, что повлечет за собой преобладание третьих лиц в процессе регулирования рыночными процессами и уменьшению роли конкретного государства.

Цифровизация электроэнергетического комплекса является наиболее трудоемким процессом, внедрение цифровых технологий принципиально изменяет характер взаимодействия между потребителями и поставщиками услуг. Данная трансформация имеет как преимущества, так и недостатки. К преимуществам относится экономия ресурсов и повышение энергоэффективности производства, а также качества обслуживания потребителей. К недостаткам можно отнести значительные затраты на создание и поддержку новой информационной среды и программного обеспечения и угрозы, связанные с недостижением заявленного эффекта.

Архитектура цифровой энергетики формируется на следующих мировых трендах [5–8]:

- создание цифровых информационных платформ и решений в области энергоэффективности для удовлетворения запросов современных и будущих потребителей;

- сокращение издержек на содержание и управление посредством цифрового мониторинга и предиктивной аналитики;
- наращивание эффективности производства, распределения и сохранения энергии;
- использование широкого спектра внешних данных вместе с данными энергопотребления для повышения энергоэффективности;
- оптимизация системы (например, увеличение эффективной емкости сетей за счет лучшего управления потоком мощности).

Внедрение наиболее популярных направлений цифровизации электроэнергетического комплекса будет способствовать развитию и повышению уровня энергосбережения и энергоэффективности страны. Наибольший потенциал имеют следующие направления:

- эффективное и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов;
- эффективное использование возобновляемых источников энергии;
- безопасная атомная энергетика;
- снижение потерь при транспортировке и потреблении энергии;
- моделирование перспективных энергетических технологий;
- разработка прогрессивной «умной» среды для компонентной базы.

Цифровизацию электроэнергетического комплекса можно рассматривать как один из способов повышения энергетической безопасности страны. Она позволит снизить перебои в электроснабжении, аварийность на объектах электроэнергетики и повысить уровень технического состояния основных средств электроэнергетики. Существуют различные индикаторы для оценки производственных и экономических результатов цифровизации электроэнергетического комплекса, объединённые по блокам. Российские ученые выделяют следующие блоки для реализации процедур цифровой трансформации в энергетике:

- обеспечение бесперебойности поставок электроэнергии;
- снижение аварийности в электроэнергетике;
- снижение производственного травматизма и смертности;
- эффективное импортозамещение;
- повышение качества электроэнергии и тепла;
- повышение доступности электроэнергии для новых потребителей;
- сокращение уровня вредных выбросов при производстве электроэнергии и тепла;
- повышение экономической эффективности производственных процессов в электроэнергетике.

В настоящее время в Республике Беларусь функционируют и строятся три цифровые подстанции (ЦПС): ПС 110 кВ «Юбилейная» (РУП «Гродноэнерго»); ПС 330 кВ «Металлургическая» (РУП «Гомельэнерго»); ПС 330 кВ «Могилев» (РУП «Могилевэнерго»);

Разработка и внедрение цифровых подстанций в Республике Беларусь позволяют:

- сократить время простоя оборудования за счет повышения наблюдаемости и управляемости подстанции (предоставление диспетчерскому и обслуживающему персоналу полной информации о работе всего оборудования, дистанционное управление силовыми коммутационными аппаратами, а также основными системами подстанции, включая ЦСН и ЦПТ);
- сократить затраты на строительство и обслуживание здания ОПУ (включая отопление и кондиционирование);
- сократить затраты на монтаж и наладку оборудования за счет высокой степени заводской готовности поставляемого оборудования;
- повысить безопасность при обслуживании подстанции (при внедрении оптических датчиков тока и напряжения и других «нетрадиционных» ТТ и ТН);
- сократить регламентные работы по обслуживанию оборудования (должно обеспечиваться как выбором малообслуживаемого оборудования, так и максимальным внедрением автоматизированного контроля параметров оборудования);
- перейти от обслуживания «по графику» на обслуживание «по состоянию» с соответствующим сокращением затрат на обслуживание оборудования;
- переход от подстанций с постоянным обслуживающим персоналом к подстанциям, обслуживаемым выездными бригадами (относится к подстанциям 220 – 330 кВ).

Заключение. Таким образом, на наш взгляд, наиболее перспективными для последующего расчёта уровня цифровизации электроэнергетического комплекса и оценки ее эффективности для Республики Беларусь являются следующие:

- блок обеспечения бесперебойности поставок электроэнергии,
- блок снижения аварийности в электроэнергетике,
- блок повышения экономической эффективности производственных процессов в электроэнергетике.

В первую очередь необходимо обратить внимание на индикатор экономической оценки ущерба от нарушения электроснабжения и индикатор оценки величины потерь электроэнергии в электрических сетях. Для оценки аварийности в электроэнергетике целесообразно оценить уровень аварийности в технологическом цикле производства энергии, а именно – среднее число аварий в расчете на единицу установленной мощности генерирующих объектов; среднее число аварий в расчете на условную единицу электросетевого оборудования; среднее число аварий в системах централизованного теплоснабжения. Оценив степень внедрения цифровизации энергетики и рассчитав пороговые значения можно регулировать и корректировать наиболее перспективные ее направления.

На сегодняшний день создание ЦПС является одним из перспективных вариантов цифровизации энергосистемы в Республике Беларусь, который не только повысит надежность энергосистемы страны, но и повысит энергетическую безопасность и энергоэффективность страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Региональный анализ уровня цифровой трансформации экономик стран ЕАЭС и ЕС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [file:///C:/Users/Elizabeth/Downloads/75-167-1-SM%20\(13\).pdf](file:///C:/Users/Elizabeth/Downloads/75-167-1-SM%20(13).pdf). – Дата доступа: 15.08.2020.
2. The 2015 BCG e-Intensity Index [Электронный ресурс]. – Available at: <https://www.bcg.com/publications/interactives/bcg-e-intensity-index>. – Accessed: 17.08.2020.
3. ICT Development Index [Электронный ресурс]. – Available at: <https://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html>. – Accessed: 17.08.2020.
4. Rankings [Электронный ресурс]. – Available at: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2019-intro4.pdf. – Accessed: 18.08.2020.
5. Grids for smart cities: assessing roles and societal impacts / M. Masera [et al.] // Proceedings of the IEEE. – 2018. – Vol. 106(4). – P. 613–625. DOI: 10.1109/JPROC.2018.2812212.
6. Smart meter data analytics for distribution network connectivity verification / W. Luan [et al.] // IEEE Transactions on Smart Grid. – 2015. – Vol. 6(4). – P. 1964–1971. DOI: 10.1109/TSG.2015.2421304.
7. Cheng, Z. To centralize or to distribute: that is the question: a comparison of advanced microgrid management systems Y / Z. Cheng, J. Duan, M. Chow // IEEE Industrial Electronics Magazine. – 2018. – Vol. 12(1). – P. 6–24. DOI: 10.1109/MIE.2018.2789926.
8. Du, Y. Development of a controller hardware-in-the-loop platform for microgrid distributed control applications / H. Tu, S. Lukic, D. Lubkeman, A. Dubey, G. Karsai // IEEE Electronic Power Grid. – 2018. DOI: 10.1109/eGRID.2018.8598696.

Поступила 21.09.2020

DIGITALIZATION AND ITS ROLE IN THE MANAGEMENT OF THE ENERGY INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

E. KORSAK, M. RUSSETSKAYA, A. PALIUKHOVICH

The article considers the evolution of the concept of digitalization, gives definitions at the stages of its formation, and draws up a temporary tape of the concept. The article considers the interpretation of the concept of digitalization in the legislative and legal framework of the Eurasian Economic Union member States. The analysis of the level of digitalization of the Eurasian Economic Union member States based on international ICT ratings was carried out. A segmented analysis was carried out and the leaders in the implementation of the digital transformation program among the Eurasian Economic Union member states were identified. The main advantages and disadvantages of digitalization of the electric power industry are highlighted. The main directions of digital transformation of the electric power industry of the Republic of Belarus have been determined. Indicators are proposed for assessing the production and economic results of digitalization of the electric power complex of the Republic of Belarus.

Keywords: digitalization, the Eurasian Economic Union, the electric power industry, power energy safety, digital substations.