

- <http://www.nykhas.ru/198985/198985/>
4. Бабаян Д.К. Непризнанные, полупризнанные и де-факто самостоятельные государства в геополитической повестке КНР [Электронный ресурс] / Д.К.Бабаян // Сетевое издание Центра исследований и аналитики Фонда исторической перспективы «ПЕРСПЕКТИВЫ» Режим доступа: [http://www.perspektivy.info/book/nepriznannyye\\_polupriznannyye\\_i\\_de-fakto\\_samostojatelnyje\\_gosudarstva\\_v\\_geopoliticheskoj\\_povestke\\_knr\\_2013-04-05.htm](http://www.perspektivy.info/book/nepriznannyye_polupriznannyye_i_de-fakto_samostojatelnyje_gosudarstva_v_geopoliticheskoj_povestke_knr_2013-04-05.htm)
  5. Сергеев В.А. Тройная спираль инновационного развития: опыт США и Европы, возможности для России [Электронный ресурс] / В.А.Сергеев, Е.В.Бабкина // Инновации. № 12(185). 2011. Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1792729/>
  6. Инновационный потенциал: современное состояние и перспективы развития: монография / В.Г. Матвейкин, С.И. Дворецкий, Л.В. Минько, В.П. Таров, Л.Н. Чайникова, И.О. Летунова. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 284 с. – С. 78.
  7. По объему вложенного в экономику региона иностранного акционерного капитала донецкая область занимает в Украине третье место: Главное управление статистики в Донецкой области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://donetskstat.gov.ua/pres/presreliz.php?dn=0813&number=8>
  8. Донецкий саміт залучає інвестиції [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://yakiev.com/news/block-1281/>

**УДК 33.339.9**

**А.П. Делиева**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный  
технический университет»,*

*Донецк, Донецкая Народная Республика*

**A.P. Delieva**

*Donetsk National Technical University,*

*Donetsk, Donetsk People's Republic*

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ**

### **DIGITALIZATION OF THE RUSSIAN ELECTRIC POWER INDUSTRY**

*Аннотация. В последнее время дискуссии по вопросам цифровизации электрической промышленности значительно активизировались. Не подвергая сомнению перспективы и необратимость процесса цифровизации, следует отметить, что прогрессивная цифровизация всей электроэнергетической отрасли, и в частности электросетевого комплекса Российской Федерации, поднимает множество важных вопросов, на многие из которых нет четких ответов. Актуальность исследования обусловлена тем, что цифровизация как процесс входит в число приоритетов стратегического развития страны и имеет решающее значение для стабильного роста экономики. Цель исследования – дать комплексное представление о цифровизации электроэнергии. Предмет исследования – цифровизация электроэнергии, объект исследования – электроэнергетика, объект исследований – процесс цифровой трансформации. Суть исследования – комплексное применение процесса цифровизации к энергетике. Методами исследования являются идеализация и процедуры абстракции, анализ и синтез, индукция и дедукция, классификация.*

*Ключевые слова: цифровой поток, цифровая трансформация электроэнергии, цифровые технологии в электроэнергетике, цифровизация электроэнергии.*

*Abstract. Recently, discussions on digitalization of the electrical industry have intensified significantly. Without questioning the prospects and irreversibility of the digitalization process, it should be noted that the progressive digitalization of the entire electric power industry, and in particular the electric grid complex of the Russian Federation, raises many important questions, many of which do not have clear answers. The relevance of the study is due to the fact that digitalization as a process is one of the priorities of the strategic development of the country and is crucial for stable growth of the economy. The purpose of the study is to give a comprehensive idea of the digitalization of electricity. The subject of the study is digitalization of electricity, the subject of the study is electricity, the subject of research is the process of digital transformation. The essence of the study is the comprehensive application of the process of digitalization to energy. Methods of research are idealization and abstraction procedures, analysis and synthesis, induction and derivation, classification.*

*Keywords: digital flow, digital transformation of electric power, digital technologies in the electric power industry, digitalization of electric power.*

**Постановка проблемы.** В начале XXI века мировая электроэнергетика вошла в новую фазу развития, связанную с цифровой трансформацией, которая показана как законодательная тенденция. Необходимость процесса цифровизации в электроэнергетике не вызывает сомнений, так как она направлена на формирование энергоресурсов будущего на новой основе. Тем не менее, существует ряд обозначенных проблем, которые не позволяют этому процессу широко использоваться в стране. Скорейшее решение этих проблем – условие прихода России к развитым экономикам мира.

Современный мир невозможно представить без цифровых технологий, которые изменили различные сферы и облегчили открытие новых возможностей рынка. Внедрение новой цифровой инфраструктуры, развитие компьютерной техники и цифровых коммуникаций создают новые возможности в области информационных технологий, их внедрение в социально-политическую и экономическую жизнь общества, формируют новую систему международной экономики – цифровую.

Цифровая экономика – деятельность, в которой основными факторами производства являются цифровые данные и их обработка и использование в большой степени повышают эффективность, качество и производительность в различных видах производства, технологии, оборудования, при хранении, продаже, поставке и потреблении товаров и услуг. Актуальность цифровизации обусловлена распространением распределенной генерации, развитием карт электропитания и возобновляемых источников энергии, которые потребитель может самостоятельно установить и даже стать производителем электроэнергии [1].

**Анализ предыдущих исследований и публикаций.** Вопросы цифровизации были изучены такими учеными как С.А. Лоскутов, О.А. Жуков, Г. Тукалин, П. Ливинский, А.Н. Буслов, Т.Н. Юдина и др.

**Цель статьи** – дать комплексное представление о цифровизации электроэнергии.

**Основные результаты исследования.** Цифровизация электроэнергии – элемент цифровизации экономики. Цифровизация экономики – это новая социокультурная-экономическая реальность («умная» реальность) как

результат внедрения и дистанционного развития информационно-коммуникационных технологий, основанных на использовании двойного кода [2, с. 4]. В 2017 году цифровизация экономики была включена в перечень направлений стратегического развития Российской Федерации до 2025 года [3]. В том же году Правительством Российской Федерации была утверждена государственная программа «Цифровая экономика РФ». Суть цифрового потока – создание информационно-телекоммуникационной инфраструктуры и аппаратного обеспечения, возможность технологического применения промышленных интернет-решений, меры по совершенствованию законодательной и нормативной документации, кадровых и информационных мероприятий. Основой цифровизации является автоматизация, в том числе внедрение интеллектуального производства электроэнергии [4].

Цифровая трансформация является ключевым условием повышения конкурентоспособности российской экономики в глобальном масштабе. В настоящее время необходимость массовых изменений в сфере электроснабжения и, соответственно, общего развития промышленности страны объективно созрела.

В России необходимость цифровизации обусловлена рядом причин: возросшего износа электросетевой инфраструктуры, вовлеченности в оборот распределенных энергоресурсов (в т.ч. возобновляемых), изменение роли традиционных энергоносителей при одновременном росте спроса на электроэнергию и трансформации ее качественных характеристик, изменение моделей поведения потребителей [5, с. 10].

Основные задачи «цифровизации» электросетевого комплекса – снижение по сравнению с текущими затратами как на развитие, так и на содержание существующей инфраструктуры за счет интеллектуализации управленческих процессов. Это будет достигнуто за счет совершенствования мониторинга и управления электроснабжением, разработки средств налогообложения для оперативно-технологического управления и внедрения различных сервисов, в том числе обеспечивающих активное вовлечение потребителей в процесс управления энергетическим комплексом (активным потребителем).

Тенденции развития энергосистем в мире вынуждают их к «цифровому переходу» – фундаментальной смене внутренней архитектуры и управления. «Цифрой» называется фундаментальная часть архитектуры четвертой промышленной революции – так называемая «Индустрия 4.0». В основе цифрового перехода лежит переход от традиционных моделей к новым, использующим значительные объемы распределенной генерации (в том числе возобновляемых источников энергии – ВИЭ) и накопителей. Рынки становятся децентрализованными, инфраструктура интеллектуальной, а потребители переходят к активным моделям поведения.

Цифровизация энергетики требует разработки и широкого применения сквозных технологий, в том числе промышленного интернета, компонентов робототехники, беспроводной сети и т. д. Рост старения основных средств и динамика спроса на электроэнергию определяют начало нового

инвестиционного цикла в российской электроэнергетике в 2022-2025 годах. Уже к 2022 году планируется создать и внедрить единую цифровую среду, в которой пользуются 83 субъекта электроэнергетики.

Центр стратегических разработок указывает, что «Энергетика» мобилизует предпринимательские инициативы и принесет частные инвестиции в отрасль [3]. Более того, российские цифровые проекты несут экспортный потенциал: они помогут сформировать научно-промышленный потенциал для реализации на зарубежном рынке оборудования, систем и услуг. Эксперты ЦСР предлагают зафиксировать такие приоритеты в технологической повестке госполитики России на среднесрочной перспективе, как: 1. Запуск открытых модульных цифровых платформ для организации киберфизических систем и сред в электроэнергетике. 2. Разработка интеллектуальных мультиагентных систем. 3. Построение сегмента рынка систем хранения электроэнергии (от аккумуляторов для электромобилей и бытового сектора до систем хранения электроэнергии большой емкости, включая технологию хранения электроэнергии в водородном цикле). 4. Развитие сектора перспективной высоковольтной и высокочастотной электроники. 5. Внедрение технологий «Интернета вещей» (цифровые датчики, сенсоры, средства коммуникации). 6. Использование цифровых финансовых технологий (блокчейн, смарт-контракты, децентрализованные автономные организации).

Цифровизация экономики относится прежде всего к сфере услуг, она характеризуется регулярными процессами, которые происходят внутри нее. Об этом написано много в исследованиях [6], [7], [8]. Это преобразование в цифровую форму, которое создает распределенные энергосистемы в масштабе от нескольких станций до унифицированной сети с тысячами возобновляемых источников энергии. Речь идет не только о цифровых подстанциях и «умных сетях», но и о возможности получать информацию из сетей и управлять процессом в режиме онлайн. Таким образом, решающим условием развития новой электроэнергетики в России должно стать изменение архитектуры розничного рынка, дерегулирование экономических отношений его игроков, создание упрощенных интерфейсов технологического и информационного взаимодействия объектов распределенной энергетики с ЕЭС, создание механизмов распределения системного экономического эффекта. По расчетам ученых экономический эффект преобразования в цифровую форму энергии будет в течение в 2016-2025 лет и составит: уменьшение вредных выбросов – 430, сокращений расхода воды – 30, эффект увеличения производительности – 10, экономия потребления энергии – 140, дополнительные доходы нефтяных предприятий и газовых предприятий – 1000 млрд. \$ [9].

Ряд эффектов коснется всей экономики – прежде всего создания прозрачной системы тарифного образования (так называемый «цифровой киловатт-час»). Кроме того, увеличивается и даст дополнительные бонусы по цепочке интеграционной роли электроэнергетики для экономики (связь: потребитель – производство – управление единой технологической платформой).

ТЭК повысит эффективность генерации (снижение ставки на топливо для

генерации оценивается на 25-30% к 2030 году), безусловная цель по сдерживанию роста тарифов с учетом уровня инфляции сохраняется.

Требуемое резервирование емкости снизится, по оценкам, до 10% (15 ГВт) за счет регулирования нагрузки потребителя, сохранения энергии, самобалансировки «умной сети».

Надо сказать и о стимуле для развития высокотехнологичных производств (приборостроение, электроника, IT-решения, кибернетика, робототехника), согласно программе EnergyNet можно ожидать роста к 2035 г. объема выручки российских компаний на глобальном рынке разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики в размере порядка 40 млрд. долларов в год.

Свои бонусы получают все участники рынка – и потребители-граждане, и бизнес, и сбыты, и сети, и генерация.

Но есть ряд проблем и препятствий.

Среди проблем можно выделить следующие:

- повышение энергопотребления. К 2035 году спрос на потребление электроэнергии вырастет на 50%;

- технологические требования. Цифровизация всех аспектов жизни предъявляет жесткие требования к надежности и качеству электроснабжения;

- ужесточение экологических стандартов. Необходимость снижения антропогенной нагрузки на природу и соблюдения растущих экологических требований к выработке электроэнергии;

- низкий технологический уровень энергетического сектора в России. Устаревшая инфраструктура, зависимость от топливных ресурсов, протяженность линий и низкая плотность заселения – все эти проблемы приводят к снижению эффективности целых секторов экономики;

- необходимость масштабных инвестиций. По самым оптимистичным оценкам экспертов, на модернизацию российской энергетической отрасли в ближайшие годы потребуются инвестиции в размере \$300 млрд;

- повышение цен. В ближайшие 5 лет стоимость конечного потребителя в России приблизится к странам ЕС, что негативно скажется на конкурентоспособности всей российской экономики;

- зависимость от импортированных технологий. Отсутствие собственных инновационных разработок, необходимость покупать оборудование и программное обеспечение в других странах;

- отсутствие координации между основными участниками рынка. Компании сами внедряют технологии без учета общих требований рынка электроэнергии и потребностей других участников.

- отсутствие практического опыта. Отсутствие квалификации и опыта в практическом внедрении новых технологий приводит к низкой производительности труда и выбору неверных управленческих и технологических решений.

Только переход к цифровой модели управления отрасли позволит решить вышеперечисленные проблемы. Для этого эксперты предлагают ввести следующие решения.

Решение проблем:

- переход к возобновляемым источникам энергии;
- децентрализация производства энергии;
- развитие технологий умных сетей (smart grids);
- цифровизация всей инфраструктуры;
- внедрение технологий интернета вещей (Internet of Things);
- переход к новой системной конфигурации – интернет энергии (Internet of Energy);
- внедрение единой цифровой энергетической платформы;
- разработка цифровых клиентских сервисов.

Для поддержания конкурентоспособности России необходимо провести цифровизацию энергетической системы до 2025 года.

**Выводы.** На основании вышесказанного можно утверждать, что цифровизация электроэнергетики – это перспективное направление. Но не стоит забывать, что перед электроэнергетикой России стоит не менее важная проблема, которую нужно решать в первую очередь – это износ базовых фондов, многочисленные мелкие территориальные сетевые организаций (ТСО), многие из которых находятся на грани банкротства и т. д. Развитие цифровых технологий не может стать самоцелью или желанием кого-то догнать или обогнать. Эти технологии должны создать возможность оптимизации всех процессов, связанных с производством, передачей и потреблением энергии как электрической, так и тепловой.

### Список литературы

1. Чистова Е. Передавать с умом // Атомный эксперт. – 2018. – № 7. – С. 22-27.
2. Юдина Т.Н. Цифровизация как тенденция современного развития экономики и драйвер экономического роста в Китае и России. – М., 2017. – 24 с.
3. Мартынова А. Электроэнергетика 4.0: перейти на цифру. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gvc.ru/>.
4. Ливинский П. Основой для будущих процессов трансформации в электроэнергетике станет цифровизация сетей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosseti.ru/>.
5. Цифровой переход в электроэнергетике России: Экспертно-аналитический доклад / [под общ. ред. В.Н. Княгинина, Д.В. Холкина]. М.: Центр стратегических разработок, 2017. – 47 с.
6. Бурганов Р.А. Процессы создания институционального поля рынка услуг / Р.А. Бурганов // Актуальные проблемы экономики и права. – 2013. – № 2( 26). – С. 26-32.
7. Бурганов Р.А. О положительных и отрицательных эффектах экономической концентрации / Р.А. Бурганов // Маркетинг.-2003.- № 2. – С. 3-9
8. Бурганов Р.А. Институциональная модель взаимодействия национальной экономики и электроэнергетики / Р.А. Бурганов // Научные исследования и разработки. Экономика. – 2016. -Т. 4. – № 6. – С. 7–12.
9. Воздвиженская А. Ум в сырьевом виде /А. Воздвиженская // Российская газета. -2018. – № 7545