

**Бушуев Виталий Васильевич** — главный научный сотрудник ФГБУН «Объединенный институт высоких температур РАН» (ОИВТ РАН), доктор технических наук, профессор.

**Новиков Николай Леонтьевич** — ведущий научный сотрудник ФГБУН «Объединенный институт высоких температур РАН» (ОИВТ РАН), доктор технических наук, профессор.

**Новиков Александр Николаевич** — научный сотрудник ФГБУН «Объединенный институт высоких температур РАН» (ОИВТ РАН).

**Vitalii V. Bushuev** — Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences.

**Nikolai L. Novikov** — Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences.

**Aleksandr N. Novikov** — Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences.

*Исследование выполнено в рамках госзадания ОИВТ РАН АААА-А16-116051810068-1.*



## Цифровизация экономики и энергетики: перспективы и проблемы



УДК 004:620.9

DOI: 10.33917/es-6.164.2019.96-105

В статье рассматриваются основные перспективы и проблемы развития концепции цифровизации не только Индустрии 4.0 (четвертого поколения), но и всех звеньев новой цивилизации, основанной на энергоинформационном представлении экоса — нашего планетарного дома, включая экономику (систему хозяйственной деятельности), экологию (систему гармонизации отношений человека с окружающей средой) и энергетику как систему жизнеобеспечения и самой жизнедеятельности в этом доме.

*Ключевые слова*

Цифровизация, цифровая экономика, цифровая энергетика, информация, цивилизация.

➤ Пройдет всего 10 лет — и мир кардинально изменится. В первую очередь это касается всех отношений и всех форм жизнедеятельности в системе «природа — общество — человек».



**Ц**ифровизация — это не только всеобщий подход к использованию цифровых ресурсов и современных информационных технологий обработки больших данных для повышения производительности труда, конкурентоспособности и экономического развития в целом. Это новый способ представления нашего гибридного (реального и виртуального) мира, нашей цивилизации (ци — энергия; вил, вл — владение), основанный на энергоинформационном цифровом (ци — энергия; фр, фор — форма) отражении комплексных процессов в системе «природа — общество — человек».

Цифровизацию часто отождествляют с четвертой промышленной революцией [1]. Но, на наш взгляд, это упрощение. Первая промышлен-

ная революция проходила в 1760–1840-е годы и была вызвана изобретением паровой машины. Вторая датируется концом XIX — началом XX в. Ее начало ознаменовало появление лампы накаливания, распространение электричества и конвейерного производства. Третью в 1960-е годы обусловило появление полупроводников.

Принципиальным отличием новой революции является сращивание физических и информационных технологий и формирование человеко-машинных (эргатических) систем, которые кардинально меняют наш образ жизни. Если до середины XX в. доминирующим фактором развития была крупная индустриализация на базе комплексной электрификации, то сегодняшняя информатизация производства и быта, невозможная без цифровизации, сулит ошеломляющие технологические и организационные прорывы в широком спектре областей: искусственный интеллект, роботизация, трехмерная печать, нано- и биотехнологии и многое другое. Первые три промышленные революции были обусловлены исключительно появлением новых технологий, принципиальное отличие четвертой (не только промышленной, а общей цивилизационной) — скорость распространения информационных технологий и всеобъемлющий характер их применения, включая самого человека как субъекта и объекта нового «электрического (энергоинформационного) мира».

На основании данных, которые были получены от квалифицированных экспертов, Клаус Шваб [1] предполагает, что годом начала четвертой революции («Индустрии 4.0») можно считать 2025 г. Именно в это время многие эксперты предсказывают масштабные и стремительные изменения во всех отраслях нашей жизни. Пройдет всего 10 лет — и мир кардинально изменится. В первую очередь это касается всех от-

## Digitalization of Economy and Energy Sector: Prospects and Problems

The article discusses the main prospects and problems of developing digitalization concept not only of Industry 4.0 (fourth generation), but also of all units of the new civilization based on energy-informational conception of ecos — our planetary home, including the economy (economic activity system), ecology (system of harmonization of human relations with the environment) and energy sector as a system of life support and vital activity itself in this house.

### Keywords

Digitalization, digital economy, digital energy, information, civilization.

ношений и всех форм жизнедеятельности в системе «природа — общество — человек».

## Сущность и значение цифровой экономики как системы хозяйственной деятельности в нашем общем мире

Сегодня в мире не существует единого понимания такого явления, как цифровая экономика, зато существует множество определений. В Указе Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» также содержится официальное государственное определение данного феномена: цифровая экономика — хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг. Однако и здесь желаемое выдается за действительное и не раскрывается, за счет чего повысится эффективность экономического производства и качество жизни.

Отсутствие единого понятийного поля приводит к появлению огромного количества, казалось бы, несовместимых мнений. В книге [2] предложено интегральное, целостное понима-

ние всей картины. Не претендуя на истину в последней инстанции, остановимся лишь на некоторых особенностях цифровой экономики и нового энергоинформационного мира.

Активное проникновение цифровых технологий в жизнь повлечет за собой трансформацию социальных отношений — и в этом одна из характерных особенностей будущего мира. Это обусловлено прогрессом в микроэлектронике, информационных технологиях и телекоммуникациях, а главное — стремлением человека освоить и использовать с пользой для себя виртуальную действительность с помощью цифровых энергоинформационных технологий. Таким образом, цифровизация — процесс объективный, неизбежный и остановить его невозможно.

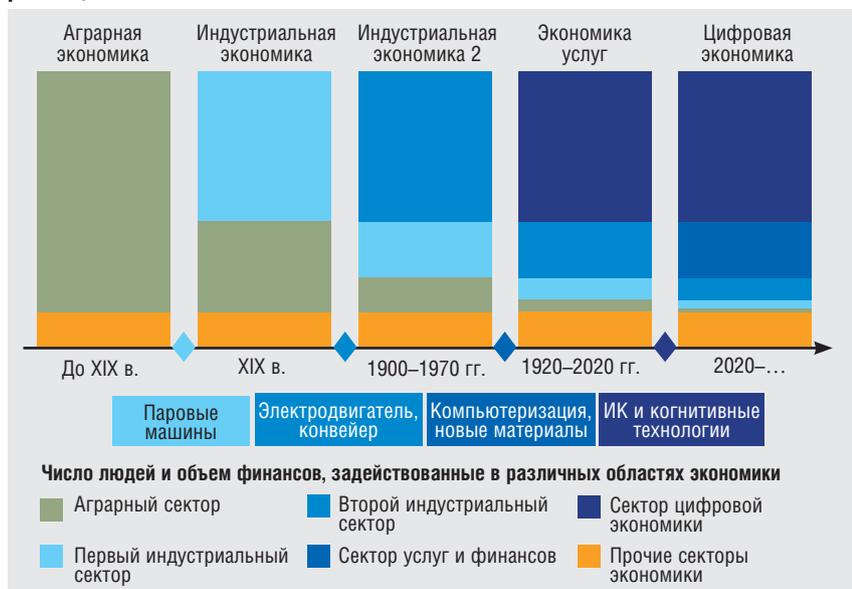
Целенаправленное и осмысленное движение в данном направлении позволит избежать зависимости операционной и технологической деятельности отечественной экономики от одностороннего потребительского отношения к наращиванию производства новой товарной массы, от иностранных цифровых платформ, технологий и стандартов, а также от активного и неуправляемого хождения виртуальных валют (криптовалют). Здесь необходимо четкое видение проблем, адекватная политика и последовательные действия, чтобы вовремя использовать появляющиеся возможности, сохранив при этом свой цифровой, а значит, и реальный суверенитет. Однако конечный результат этих изменений не предопределен.

Он зависит от подготовленности общества и государства, так как цифровизация рождает не только новые возможности, но и неожиданные угрозы (рис. 1).

Цифровая экономика не является надстройкой в структуре классической экономики. На смену классической схеме «товар — деньги — товар» придет новая форма производства «ресурс — цифра — услуга», причем ресурсом являются не только природные запасы, в том числе и ТЭР, но и ресурсы, созданные самим человеком, — новые технологии, организация труда, наконец, сам человеческий капитал. Цифровая экономика неизбежно приведет не только к повышению про-

Рисунок 1

Качественная схема изменения структуры мировой экономики под влиянием промышленных революций



изводительности труда и снижению издержек, но и к изменению характеристик конечных продуктов и услуг: они приобретут свойства умных вещей, которые способны интегрироваться в экосистемы (умные дома, умные города), соединяя наши физические и виртуальные потребности.

### Цифровой мир

Рождение цифровой экономики тесно связано с развитием новых технологий. При слиянии реального и виртуального миров образуется новый гибридный мир, в котором будут работать другие законы и правила, отличные от привычных нам сегодня (рис. 2).

Цифровая экономика — это экономика, существующая в условиях гибридного мира.

Гибридный мир — это результат слияния реального и виртуального миров, отличающийся возможностью совершения всех действий в реальном мире через их виртуальный прообраз. Необходимыми условиями для этого процесса являются высокая эффективность и низкая стоимость информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), а также доступность цифровой инфраструктуры.

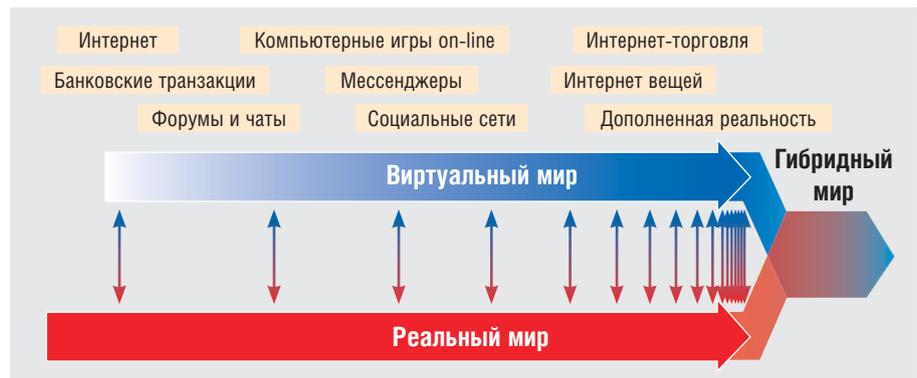
### Ключевые технологии и масштаб предстоящих изменений

Существует множество технологий, которые в ближайшем будущем окажут сильнейшее влияние на нашу жизнь; важнейшими из них являются когнитивные технологии, облачные технологии, Интернет вещей, большие данные и виртуальная валюта.

### Когнитивные технологии

Одним из наиболее значимых трендов, масштаб влияния которого сейчас трудно представить, является развитие когнитивных технологий. Когнитивные вычисления — общее название группы технологий, способных обрабатывать информацию, имеющую неструктурированный, чаще всего текстовый, вид (неструктурированные данные). Они не следуют заданному алгоритму, а способны учитывать множество сторонних факторов и самообучаться, используя результаты прошлых вычислений и внеш-

Слияние виртуального и реального миров с образованием гибридного мира [2]



ние источники информации (например, Интернет). Использование когнитивных технологий обработки больших данных и образного видения мира, свойственного творческим людям («поэты мыслят образами»), позволяет оперировать не только количественными, но и качественными представлениями в процессе жизнедеятельности, например целевыми установками «качества жизни» и национального (общественного) богатства страны, включающими не только экономические показатели типа ВВП, но и ментальные оценки социальной справедливости, культурного и духовного развития. Например, проведенные оценки национального богатства России и ряда других стран мира [3] показали, что его величина состоит примерно из трех равных частей: стоимости природных ресурсов, где доминантой являются не ТЭР (их стоимость в общей величине НБ не превышает 5–6%), а стоимость воды и стоимость самой территории; социального капитала (где стоимость всех производственных фондов, включая ВПК, составляет менее 8%) и человеческого капитала, включая примерно равные значения витальной, интеллектуальной и духовной составляющих. Сравнение несопоставимого — одна из наиболее важных функций цифровизации на базе когнитивных технологий.

Можно с уверенностью утверждать, что освоение этих технологий является срочной и жизненно важной задачей безопасности страны, сохранения и расширенного воспроизводства человеческого капитала. Представление знаний — вопрос, возникающий в когнитологии (науке о мышлении), информатике и в исследованиях искусственного интеллекта. В когнитологии он связан с тем, как люди хранят и обрабатывают информацию. В информатике — с подбором представления конкретных и обобщен-

ных знаний, сведений и фактов для накопления и обработки информации в ЭВМ. Главная задача в искусственном интеллекте (ИИ) — научиться хранить знания (в виде информационного облака образных представлений) таким образом, чтобы программы могли осмысленно обрабатывать их и тем достигнуть подобия человеческого интеллекта.

Благодаря цифровым технологиям произойдет существенное снижение трудозатрат на рутинную офисную работу: обработку стандартных документов, включая справки, заявки, заявления, отчеты, платежные документы, декларации, договоры и т.д. Будет предельно автоматизирована основная часть документооборота и практически любая работа, связанная с обработкой информации. А главное — не только будут автоматизированы все информационные процессы, но и станет возможно более широко использовать творческие возможности человека и как оператора, и как идеолога самой жизнедеятельности.

Если экономический рост XIX в. опирался на внедрение производственных технологий, то с конца XX столетия доминирующим становится массовое распространение управленческих технологий с переходом от централизованных систем к сетевым структурам. В начале третьего тысячелетия роль основного фактора роста перенимают высокоинтеллектуальные когнитивные технологии. Интеллектуализированные при помощи когнитивных технологий машины поиска станут обрабатывать информацию, которая будет полной, достоверной и доступной для восприятия человеком, а также для принятия собственных решений, согласованных с другими участниками сетевого взаимодействия (технологии блокчейна). Это сделает мир прозрачным, а человека — активным участником общей жизни. В этом мире будет невозможно солгать, потому что ложь сразу заметна. Облачные вычисления (*cloud computing*) — информационно-технологическая концепция, подразумевающая обеспечение повсеместного и удобного сетевого доступа по требованию к общему объему конфигурируемых вычислительных ресурсов, которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами или с минимальным числом обращений к провайдеру. Примерами ресурсов могут являться сети передачи данных, серверы, устройства хранения данных, приложения и сервисы — как вместе, так и по отдельности. Иначе говоря, облачные технологии — это технологии обработки данных, в которых ком-

пьютерные ресурсы предоставляются интернет-пользователю по запросу (*on demand*) как онлайн-сервис.

Облачные технологии внесли колоссальный вклад в фундамент зарождающейся цифровой экономики. Этот вклад не ограничивается лишь технологической составляющей, но включает еще экономический и идеологический компонент. Развитие облачных технологий, например, привело к появлению таких понятий, как производство по требованию (*production on-demand*), программное обеспечение как услуга (*software as a service*) и многих других, которые станут основой большинства бизнес-моделей будущего и принципом большинства экономических взаимодействий.

### Интернет вещей/промышленный Интернет вещей

Интернет вещей — это концепция, объединяющая множество технологий, которые позволяют реализовать удаленный мониторинг, контроль и управление процессами в реальном времени (в том числе в автоматическом режиме).

Проекты по созданию и внедрению платформ для промышленного Интернета вещей, разработка прикладных сервисов ведутся и в России. Фонд развития интернет-инициатив (ФРИИ) разработал дорожную карту развития Интернета вещей и учредил Ассоциацию Интернета вещей. В рамках деятельности нового технического комитета по стандартизации «Киберфизические системы», функционирующего в рамках Росстандарта, планируются разработка и принятие стандартов в области Интернета вещей.

**Большие данные (*big data*)** — совокупность подходов, инструментов и методов, предназначенных для обработки структурированных и неструктурированных данных (в том числе из разных независимых источников) с целью получения воспринимаемых человеком результатов. Большие данные характеризуются значительным объемом, разнообразием и скоростью обновления, что делает стандартные методы и инструменты работы с информацией недостаточно эффективными. *Big data*, большие данные, продолжают расширяться и увеличиваться



➤ Существует множество технологий, которые в ближайшем будущем окажут сильнейшее влияние на нашу жизнь; важнейшими из них являются когнитивные технологии, облачные технологии, Интернет вещей, большие данные и виртуальная валюта.

в объеме. По данным *Science Daily*, в 2013 г. около 90% всех данных в мире были созданы в предыдущие два года. Информации становится все больше, тем более что и количество интернет-пользователей продолжает увеличиваться взрывными темпами. В настоящий момент в мире насчитывается около 2,5 млрд интернет-пользователей. Технология *big data* — это инструмент принятия решений на основе больших объемов информации, сведенных к новому способу их интегрирования в сетевых и облачных структурах. Например, климатическое прогнозирование должно не только опираться на расширение и уточнение количественных параметров традиционных моделей, но и предусматривать разработку новой структуры самих моделей с агрегацией данных и анализом доминирующих факторов, как это имеет место в когнитивной деятельности «предсказателей».

Количество источников данных стремительно растет, а значит, технологии их обработки становятся все более востребованными. Большие данные (*big data*) — «топливо для новой цифровой экономики», такое определение дано в программе Еврокомиссии «Горизонт-2020».

Активное развитие технологий *big data* требует регулирования этой сферы, которое определит рамки распространения информации, в том числе за границу, и уровень ее защиты.

### Виртуальные валюты — валюты цифрового мира

Виртуальная (цифровая/электронная) валюта — это денежные средства, не имеющие материального воплощения, которые могут использоваться как полноценный денежный знак. Криптовалюта — это тип виртуальной валюты, эмиссия («добыча», майнинг) которой основана на специфическом применении энергоинформационных криптографических алгоритмов. Когда-то на

смену бартерному товарному обмену пришло золото и бумажные деньги, а сегодня мы являемся свидетелями широкого внедрения электронных расчетов в неких условных единицах, но все-таки привязанных к определенному эмиссионному центру (в виде условных долларов и евро). При этом конвертация валют дает несомненное преимущество странам-эмитентам.

Цепочка блоков транзакций (*block chain*/блокчейн) — это методология построения распределенных баз данных (без единого центра), в которых каждая запись содержит информацию об истории владения, что предельно затрудняет возможность ее (информации) фальсификации. Блокчейн применяется в виртуальных валютных системах для выполнения операций (выпуск денежных единиц, переводы) и хранения их истории.

Целый ряд государств (Швейцария, Англия и др.) заявили о намерении создать собственные виртуальные валюты, построенные с применением технологии блокчейн, которые будут эмитироваться и контролироваться соответствующими центробанками. В любом случае всем государствам необходимо подготовить свою финансовую и экономическую систему к параллельному хождению нескольких валют, часть которых не поддается регулированию.

### Цифровой переход в электроэнергетике России

Сутью цифровой энергетики является развитие производственных и экономических отношений в отрасли на основе цифровых подходов и средств.

Некорректно воспринимать цифровизацию только как автоматизацию энергетических объектов и систем. Внедрение цифровых систем приборов учета и контроля важно для снижения потерь и предотвращения опасного развития аварийных ситуаций, для повышения надежности и эффективности энергетики. Но это не единственная и даже не самая важная задача цифровизации. Нельзя с помощью цифровой автоматизации создать умную скважину,



умную подстанцию и умную сеть. Цифровизация как средство создания интеллектуальных объектов имеет значение лишь для эргатических (человеко-машинных, энергоинформационных) систем, где когнитивное творческое начало человека и высокая скорость цифровой обработки информационных сигналов создают новые самоуправляемые и самонастраивающиеся комплексы в энергетике. При этом становится возможным управление «в темпе процесса», что чрезвычайно важно при высокой скорости всех, в том числе и аварийных, процессов. Ориентация только на техническое оснащение энергетических объектов может привести и к обратному эффекту — повышению аварийности в системе. Так, за последние годы число аварий, обусловленных избыточными и неправильными действиями цифровой автоматики, в 3–4 раза выше, чем аварий по вине персонала [4]. Системный оператор страны в ЕЭС часто не по инструкции, а интуитивно принимал верные решения по предотвращению каскадного развития аварий. Поэтому замена персонала на диспетчеров-роботов не обеспечивает необходимой живучести систем. Прогресс достигается только при интеграции человека и машины.

Основные задачи цифровизации электросетевого комплекса — снижение по сравнению с текущими затрат как на развитие, так и на содержание имеющейся инфраструктуры, а глав-

ное — повышение надежности и качества их функционирования за счет интеллектуализации процессов управления как в централизованных системах, так и в системах собственного энергообеспечения. Необходимо не противопоставлять эти системы и не ставить самоцелью стремление к развитию альтернативной энергетики (в том числе на базе ВИЭ), а исходить из принципа «золотой пропорции»: соотношения 0,62:0,38 в пользу централизованных систем при концентрации нагрузки свыше 40 кВт на 1 км<sup>2</sup> и такого же соотношения в пользу децентрализованных систем — при плотности нагрузки менее 10 кВт на 1 км<sup>2</sup> [4].

Чтобы добиться максимального эффекта, в России необходимо создать соответствующие условия для развития нового технологического уклада, обосновать правила, способствующие конкуренции и выходу на рынок, определить навыки, позволяющие работникам выгодно использовать возможности цифровой экономики, и определить институты, подотчетные людям.

В Европе для интеграции автономных источников (в том числе ВИЭ) в единую систему активно используются системы *smart grid*, в том числе и с помощью технологий блокчейна. В России актуальной является задача создания интеллектуальных активно-адаптивных систем формирования инфраструктурных связей типа «боль-

Рисунок 3

Евразийская энергетическая инфраструктура



ших колец» [5]. Но в отличие от единой энергетической системы Советского Союза, которая была хороша для полностью централизованного энергоснабжения, сегодня речь идет не о передаче электроэнергии из одних регионов страны и мира в энергодефицитные районы, а о создании «сборных шин», к которым по мере необходимости могут подключаться как различные источники, так и крупные потребители (рис. 3).

Это позволяет обеспечить гибкость и надежность функционирования и развития инфраструктурных систем. Отдельные звенья этого кольца могут состоять не только из линий электропередачи, но и из других энергокоммуникаций (газо- и нефтепроводов, трубопроводов для транспорта СПГ и водорода, железнодорожных линий для перевозки энергонасыщенных продуктов (угля, леса и цветных металлов). Согласованность взаимодействия этих различных по виду транспортируемых энергоносителей энергокоммуникаций в общей инфраструктурной системе будет достигаться соответствующим транспортным энергодобавлением и оперативной системой замены необходимых потоков энергии. Это будет достигнуто как путем использования новых системных устройств типа накопителей, так и за счет повышения наблюдаемости и управляемости электросетевых объектов, развития средств диспетчеризации в целях оперативно-технологического управления и внедрения различных сервисов, в том числе обеспечивающих активное вовлечение потребителей в процесс управления энергетическим комплексом (активный потребитель). Энергетический рынок в условиях цифровизации становится рынком не только товаров, но и технологий и финансовых взаимоотношений. В частности, мировой нефтяной рынок стал не только площадкой для покупки и продажи физического товара, за счет цифровизации он действует и как рынок нефтяных фьючерсов, объем реализации которых в десятки раз превышает объем физических сделок, определяя соответствующую динамику нефтяных цен. Тем самым цифровизация способствует интеграции экономики и энергетики в единую систему товарно-производственных отношений.

Во многих развитых странах мира реализуются сценарии, трансформирующие электроэнергетику на базе клиентоцентричных распределенных архитектур энергосистем (данное направление принято называть *energy transition* — энергетический переход). Данный переход ориентирован на масштабное использование

➤ С конца XX столетия доминирующим становится массовое распространение управленческих технологий с переходом от централизованных систем к сетевым структурам.

распределенной возобновляемой энергетики, на вовлечение частных инвестиций и формирование децентрализованных рынков. Он также подразумевает интеллектуализацию инфраструктуры и переход потребителей к активным, просьюмерским моделям поведения: потребители превращаются в поставщиков электроэнергии.

Вызовы для российской электроэнергетики имеют свои особенности, что связано с избытком традиционных топливно-энергетических ресурсов, большой и протяженной территорией с низкой плотностью сети населенных мест, специфическими социально-экономическими факторами. Но в то же время они перекликаются с глобальными вызовами и вызовами для стран с близкими условиями.

Ключевым вызовом для отрасли России остается растущая неэффективность электроэнергетического сектора, приводящая к повышению тарифов и цен на электроэнергию для промышленных и коммерческих потребителей. Вызов обостряется и тем, что современные потребители становятся все более требовательными в отношении доступности, надежности и качества электроэнергии. В этом контексте следует понимать, что отрасль, базирующаяся на традиционных технологиях, не способна существенно повысить свою эффективность, а также удовлетворить новые требования потребителей без заметного роста стоимости электроэнергии.

На эти вызовы способен ответить новый технологический пакет, обеспечивающий переход от аналоговых к цифровым способам управления в электроэнергетической отрасли и поддерживающий трансформацию моделей поведения потребителей, а также бизнес-практик энергоснабжающих и сервисных компаний [6].

Технологии производства электроэнергии на основе распределенных (в том числе возобновляемых) источников, технологии хранения электроэнергии, управляемого преобразования

и коммутирования, интеллектуального управления потоками мощности, технологии контроля и управления агрегированными энергетическими ресурсами, гибкой организации экономических отношений обеспечат переход к новой технологической парадигме в электроэнергетике, представляющей организацию энергоснабжения в розничном секторе как экосистему производителей и потребителей энергии, которые беспрепятственно интегрируются в общую инфраструктуру и обмениваются энергией. Такой подход осуществляемых взаимодействий получил название интернет-энергии (*internet of energy*). При существенном масштабе распространения технологий нового пакета и их сбалансированном сочетании с традиционной электроэнергетикой (технологическая модернизация которой также должна быть предусмотрена) может быть обеспечено значительное повышение эффективности всей энергосистемы России.

Стратегический маневр, таким образом, может состоять в том, чтобы в качестве приоритета трансформации российской электроэнергетики использовать новую технологическую платформу, поддерживающую создание в кооперации с традиционной энергосистемой рыночных экосистем активных потребителей, просьюмеров, агрегаторов и других субъектов распределенной энергетики.

Технологические компании, предприятия энергетического машиностроения и инжиниринга смогут создать условия для роста и развития. Это позволит не только обеспечить инновационное развитие национальной электроэнергетики, но и занять значимые ниши на быстрорастущем глобальном рынке оборудования, систем и сервисов нового энергетического уклада. В России уже сформировался целый слой высокотехнологичных компаний («Таврида электрик», «КЭР-холдинг», «РТСофт», *Tibbo Systems*, *Qivi*, «Лаборатория Касперского», «Яндекс» и др.), которые обладают современными конкурентными решениями и компетенциями и имеют опыт работы на глобальных рынках.

### Единая информационная платформа

Для повышения эффективности цифрой электроэнергетики необходимо научиться использовать все информационные данные, которые генерирует электроэнергетика. По оценкам представителей Минэнерго, тепловая электростанция производит порядка 2 терабайт данных, из них структурируются и используются всего 1–2%. Цифровизация должна сделать эти дан-

➤ **Рынок услуг дата-центров в России начал формироваться в 2000 г. и до сих пор находится на стадии становления.**

ные доступными для анализа, чтобы на их основании можно было применять более качественные и оперативные управленческие решения. Поэтому цифровизацию необходимо начать с формирования единого языка и пространства общения для всех участников отрасли. Это означает, что все информационные, экспертные отраслевые системы будут одинаково понимать и описывать энергосистему вплоть до объектов и деталей оборудования.

### Энергетика дата-центров (*big data*), майнинг-ферм

Одним из важнейших направлений реализации национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» является проработка проблемы сбора, хранения и обработки данных. Увеличение вычислительных мощностей требует больше энергии. Данных становится все больше, в дата-центрах устанавливают дополнительное оборудование, сами дата-центры одновременно укрупняются и рассредоточиваются. Несмотря на то что оборудование сейчас максимально энергоэффективное, энергии на работу с увеличивающимся объемом данных требуется все больше. Уже сейчас владельцам существующих дата-центров стоит задуматься над тем, выдержит ли текущая энергетическая инфраструктура необходимые нагрузки. Если сейчас это так, то что будет через 10–15 лет? Будет ли достаточно того количества энергии, которое производится в том или ином регионе?

Рынок услуг дата-центров в России начал формироваться в 2000 г. и до сих пор находится на стадии становления. Отсутствует нормативное регулирование рынка, нет четкой градации оказываемых услуг, фактически отсутствует конкуренция. В этом его основное отличие от рынка дата-центров в США и Европе, который начал формироваться в 1990-х годах (на 10 лет раньше, чем в России) и в настоящее время развит гораздо лучше и хорошо регламентирован и стандартизован. Для снижения энергозатрат используются интересные идеи, например размещение серверов в холодных странах. Сейчас наиболее востребованными регионами для строительства крупных дата-центров являются Финляндия, Швеция и некоторые другие страны.

Дата-центры (*big data*) и майнинг-фермы — новые существенные потребители электроэнергии.

Чтобы обеспечить надежное будущее для дата-центров, необходимо иметь надежные, адаптивные, обновляемые и эффективные источники энергии.

Показатели энергоэффективности таких дата-центров если не идеальны, то близки к этому. Кроме того, многие крупные компании сейчас переходят на альтернативные источники энергии. К примеру, *Google* собирается перевести один из своих дата-центров в Финляндии на энергию, полученную при помощи ветрогенераторов.

Машины, вырабатывающие биткойны, потребляют невероятное количество энергии. Майнингом биткойна занимается множество компаний по всему миру, а после резкого скачка стоимости криптовалюты увеличилось и количество потребляемой энергии. Согласно отчету Международного энергетического агентства, сейчас вся сеть майнинга биткойна потребляет больше энергии, чем некоторые страны. Всего несколько лет спустя после начала криптовалютной революции на майнинг биткойнов тратится до 20 000 ГВт·ч электроэнергии в год. Это примерно 0,1% от всей электроэнергии, производимой в мире, или столько же, сколько потребляет Ирландия. Ежегодная глобальная прибыль от майнинга составляет более 3,5 млрд долл. Средние глобальные расходы на майнинг за год — более 818 млн долл. На выработку одного гигахеша в секунду уходит 0,32 Вт энергии. Для проведения одной транзакции требуется 174 кВт энергии. Дата-центры (*big data*) и майнинг фермы могут стать эффективными бизнес-структурами для электроэнергетики.

\* \* \*

Цифровая экономика и цифровая энергетика — это интеграция хозяйственной деятельности

и жизнеобеспечения в единой системе «природа — общество — человек». Новые взаимодополняющие отношения в этой системе достигаются за счет высокой эффективности, обеспечиваемой с использованием автоматизации всех физических и информационных процессов и технологий обработки данных, включая и когнитивные процессы. Такие инструменты цифровизации, как Интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект, машинное обучение, киберфизические системы, системы мониторинга, блокчейн, нейронные сети, робототехника, 3D-моделирование, виртуальная реальность, облачные вычисления и многие другие, способствуют интеграции всех потоков данных для создания нового энергоинформационного общества и новой цивилизации. ■

ПЭС 19035 / 21.04.2019

#### Источники

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2017.
2. Кешелова А.В., Буданов В.Г., Румянцев В.Ю. и др. Введение в «Цифровую» экономику / Под общ. ред. А.В. Кешелова. Кн. 1 «На пороге „цифрового“ будущего». М.: ВНИИГеосистем, 2017. С. 28.
3. Бушуев В.В. Энергетический потенциал и устойчивое развитие. М.: Энергия, 2006. 320 с.
4. Васильев В.В., Бушуев В.В., Кобец Б.Б., Лизалек Н.Н. Интеллектуальное развитие электроэнергетики с участием «активного потребителя» // Энергетическая политика. 2013. 84 с. Приложение.
5. Бердников Р.Н., Бушуев В.В., Васильев С.Н. и др. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью / Р.Н. Бердников, В.В. Бушуев, С.Н. Васильев, Ф.В. Веселов, Н.И. Воропай, И.О. Волкова, А.М. Гельфанд, Ю.А. Дементьев, В.В. Дорофеев, П.Ю. Корсунов, И.А. Косолапов, Т.В. Купчиков, Ю.Н. Кучеров, Ю.И. Моржин, Н.Л. Новиков, Ю.А. Тихонов, Ю.Г. Шакарян, И.Б. Ядыкин / Под ред. В.Е. Фортова, А.А. Макарова. М., 2012. 236 с.
6. Инновационная электроэнергетика – 21 / Под ред. В.М. Батенина, В.В. Бушуева, Н.И. Воропая. М., 2017. 584 с.

#### References

1. Shvab K. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [Fourth Industrial Revolution]. Moscow, Eksmo, 2017.
2. Keshelova A.V., Budanov V.G., Rumyantsev V.Yu., et al. *Vvedenie v "Tsifrovuyu" ekonomiku. Kn. 1 "Na poroge "tsifrovogo" budushchego"* [Introduction to Digital Economy. Volume 1 "On the Threshold of Digital Future"]. Moscow, VNIIGeosistem, 2017, p. 28.
3. Bushuev V.V. *Energeticheskii potentsial i ustoychivoe razvitie* [Energy Potential and Sustainable Development]. Moscow, Energiya, 2006, 320 p.
4. Vasil'ev V.V., Bushuev V.V., Kobets B.B., Lizalek N.N. *Intellektual'noe razvitie elektroenergetiki s uchastiem "aktivnogo potrebitelya"* [Energy Potential and Sustainable Development]. *Energeticheskaya politika*, 2013, 84 p., Prilozhenie.
5. Berdnikov R.N., Bushuev V.V., Vasil'ev S.N., et al. *Kontseptsiya intellektual'noi elektroenergeticheskoi sistemy s aktivno-adaptivnoi set'yu* [Concept of Intelligent Power System with Active-Adaptive Grid]. R.N. Berdnikov, V.V. Bushuev, S.N. Vasil'ev, F.V. Veselov, N.I. Voropai, I.O. Volkova, A.M. Gel'fand, Yu.A. Dement'ev, V.V. Dorofeev, P.Yu. Korsunov, I.A. Kosolapov, T.V. Kupchikov, Yu.N. Kucherov, Yu.I. Morzhin, N.L. Novikov, Yu.A. Tikhonov, Yu.G. Shakaryan, I.B. Yadykin. Moscow, 2012, 236 p.
6. *Innovatsionnaya elektroenergetika – 21* [Innovative Power Industry — 21]. Pod red. V.M. Batenina, V.V. Bushueva, N.I. Voropaya. Moscow, 2017, 584 p.