

ХАРАКТЕР И КОМПОНЕНТЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МИРОВОЙ И НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Т.А. Кузовкова, д.э.н., профессор, Московский технический университет связи и информатики, t.a.kuzovkova@mtuci.ru;

О.П. Алмаева, Московский технический университет связи и информатики, daroxn@yandex.ru;

О.Ю. Сибейкин, Московский технический университет связи и информатики, sibeykin_o@mail.ru;

П.С. Чернышова, Московский технический университет связи и информатики, chernyshova.polina.sergeevna@mail.ru.

УДК 33+65 (075.8)

Аннотация. В статье раскрывается сущность и проблемы цифровой трансформации мировой и национальной энергетики, многоаспектный и многовекторный характер процесса цифрового развития, ключевые технологии и инновационные проекты цифровой трансформации компаний энергетики в России. Обоснована необходимость скоординированных действий государства и бизнеса, а также измерения синергии эффективности реализации проектов цифрового развития энергетики в России.

Ключевые слова: энергетика; цифровая трансформация; тренды; характер; компоненты цифрового развития; ключевые технологии.

THE NATURE AND COMPONENTS OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF GLOBAL AND NATIONAL ENERGY

T.A. Kuzovkova, Doctor of Economics, Professor, Moscow Technical University of Communications and Informatics;

O.P. Almayeva, Moscow Technical University of Communications and Informatics;

O.Y. Sibeikin, Moscow Technical University of Communications and Informatics;

P.S. Chernyshova, Moscow Technical University of Communications and Informatics.

Annotation. The article reveals the essence and problems of digital transformation of global and national energy, the multidimensional and multi-vector nature of the digital development process, key technologies and innovative projects of digital transformation of energy companies in Russia. The necessity of coordinated actions of the state and business, as well as the measurement of the synergy of the effectiveness of the implementation of digital energy development projects in Russia is substantiated.

Keywords: energy; digital transformation; trends; character; components of digital development; key technologies.

Введение

В последние десятилетия цифровая трансформация стала одним из ключевых направлений развития многих отраслей экономики, включая энергетику. Благодаря современным цифровым технологиям энергетические компании повышают эффективность производства, распределения и потребления энергии, уровень безопасности и экологической устойчивости деятельности. Цифровые технологии позволяют сократить потери энергии в процессе передачи и распределения, оптимизировать производственные процессы, улучшить управление и мониторинг систем энергоснабжения. Организации все больше

стремятся перенести свои бизнес-процессы в цифровую среду, что позволяет снизить издержки и увеличить финансовые результаты деятельности [1-4].

Анализ цифровой трансформации энергетики

Развитие информационных технологий (стремительное увеличение вычислительной мощности, инновационные способы представления данных, передовые инструменты моделирования), растущая сложность современных энергетических систем, огромный объем собираемой информации ставят на повестку дня вопрос о выборе наиболее подходящих цифровых решений для предприятий энергетической отрасли.

Актуальными задачами энергетики являются: обеспечение стабильных источников энергии при минимизации воздействия на окружающую среду, модернизация и развитие ядерной энергетики с учетом безопасности, надежности и эффективности атомных станций, развитие возобновляемых источников энергии, включающих солнечные батареи, ветрогенераторы и другие устройства для производства чистой энергии, применение умных технологий в управлении и мониторинге энергосистем.

К ключевым проблемам мировой энергетики относятся: значительный рост спроса, изменение качественных характеристик спроса, экология, инвестиционные проблемы, характер урбанизации [5-9]. В связи с увеличением уровня благосостояния и ростом населения в развивающихся странах, потребление электроэнергии неуклонно растет. По данным Минэнерго РФ [10] к текущим потребителям электроэнергии к 2035 г. ожидается присоединение еще 5 млрд человек, что приведет к увеличению потребления электроэнергии на 40-50 %. На рис. 1 показаны динамика и прогноз мирового энергопотребления в течение 50 лет.

Переход мировой экономики к новому этапу индустриального развития в контексте четвертой промышленной революции [11] основывается на использовании совершенно новых технологических принципов, в числе которых цифровые системы, технологии аддитивного и высокоточного производства, а также цифровые платформы и платформенные решения [12-14]. Все эти новшества предъявляют повышенный спрос на надежность энергообеспечения и качество электроэнергии, причем этот спрос увеличивается с ежегодным темпом 20-30% вплоть до 2030 г.

По данным Международного энергетического агентства, электроэнергетика отвечает за 42% всех антропогенных выбросов парниковых газов и значительную часть выбросов загрязняющих веществ. В 2015 г. на Конференции по климату в Париже было подписано международное соглашение о снижении увеличения средней температуры планеты до уровня ниже 2°C, которое обязательно для всех стран, включая Россию. Независимо от проблемы изменения климата, увеличение потребления ископаемого топлива приводит к ухудшению состояния окружающей среды, что негативно влияет на качество жизни и уровень затрат государства и компаний на социальное обеспечение, здравоохранение, природоохранные мероприятия и так далее. В странах с высоким уровнем дохода наблюдается рост потребности в экологичной, надежной и доступной энергии как важном компоненте качества жизни.

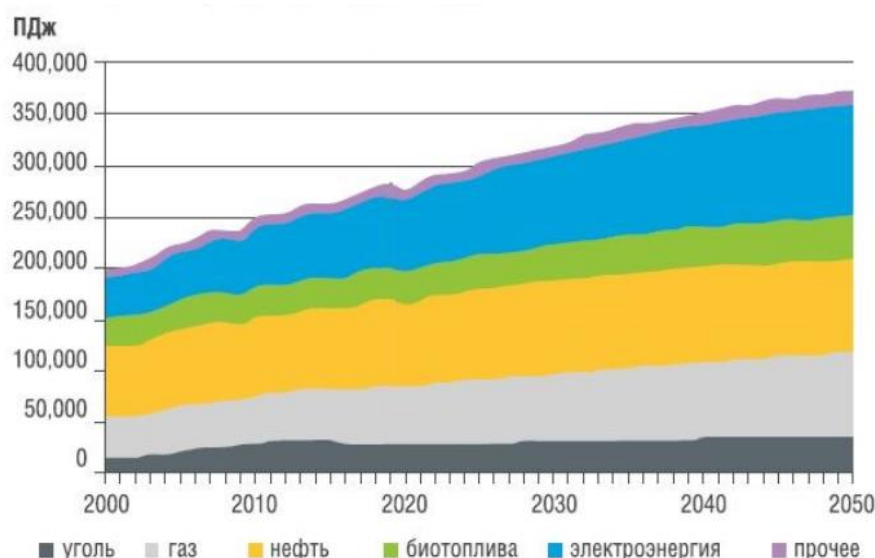


Рисунок 1

Поскольку энергосистемы развитых стран были построены в середине XX века, то им требуются значительные затраты на поддержание, обновление и модернизацию при уменьшении государственного вмешательства, финансового дефицита, инвестиционной привлекательности новых технологий и социальных обязательств. Поэтому энергетическим компаниям приходится постоянно искать новые источники финансирования для обновления и модернизации оборудования.

Отрицательным фактором является мировой характер урбанизации, увеличивающейся ускоряющимися темпами. Еще в 2018 г. процент городского населения на планете превысил 50%. Прогнозируется, что к 2030 г. около 60% населения Китая будет жить в городах. Рост старых и возникновение новых городов стимулирует переход к энергетике следующего поколения с высокой плотностью мощностей, значительным запасом прочности и потенциалом для роста. Такая энергетика требует меньше дорогих городских земельных ресурсов для размещения объектов, обеспечивает комфортные условия для присоединения к инфраструктуре и предлагает низкую стоимость электроэнергии для пользователей. Урбанизация и увеличение городского энергопотребления также формируют экологические вызовы, так как высокая концентрация газовой и, особенно, угольной генерации создает нездоровый микроклимат и опасную для здоровья окружающую среду.

Рассмотренные мировые вызовы актуализируют процессы цифровой трансформации энергетики, которая способствует увеличению эффективности производства и распределения энергии, улучшению качества услуг и снижению затрат, оптимизации управления и мониторинга систем энергоснабжения, повышению экологической устойчивости деятельности энергетических компаний. Таким образом, цифровая трансформация играет ключевую роль в развитии энергетической отрасли, включая решение задач, связанных с инвестициями, кибербезопасностью и обучением персонала.

Цифровая трансформация представляет собой процесс интеграции цифровых технологий во все сферы деятельности энергетических компаний. Для успешной цифровой трансформации необходимо применять различные методы и подходы, которые помогут организациям адаптироваться к новым условиям и изменениям в бизнес-среде [15-17]. Ключевые технологии, оказывающие

значительное влияние на процесс цифровой трансформации энергетики, представлены на рис. 2.



Рисунок 2

Компьютерное зрение может быть использовано для автоматизации контроля соблюдения требований по технике безопасности персоналом электростанций и обслуживаемых линий электропередач, для поиска проблемных мест карьеров месторождений, трубопроводов, линий электропередач и электростанций с использованием робототехнических систем, в будущем для контроля состояния инфраструктуры и мониторинга погоды посредством анализа спутниковых снимков и предиктивного обслуживания объектов инфраструктуры.

Цифровое проектирование необходимо для проектирования и эксплуатации сложных технических объектов (месторождения, электростанции) с помощью цифровых двойников, что способствует также оптимизации обслуживания инфраструктуры. Расширенная и виртуальная реальности (AR/VR) позволяют разрабатывать различные испытательные комплексы, интерактивные цифровые технические руководства, отображать информацию о режимах работы устройств (включая телеметрические данные) и т.д. Применение AR/VR технологий способствует увеличению производительности труда, благодаря сокращению времени, затрачиваемого на выполнение операций, подготовку к ним и оптимизацию перемещений сотрудников.

Дроны и беспилотные летательные аппараты в энергетике можно использовать для плановой диагностики и инспекции состояния ЛЭП, проведения аварийно-восстановительных работ, создания цифровых и кадастровых планов, сопровождения работ по строительству и реконструкции ЛЭП; манипуляторы – на сложных объектах с высокими рисками для работников, а также в случае возникновения аварий и инцидентов. Предиктивная аналитика может предвидеть и прогнозировать события, что позволит персоналу заранее реагировать и предпринимать необходимые действия, выявлять закономерности аномалий в дальнейшем.

Умные сети действуют по принципу оцифровки сетевых компонентов (установка датчиков, систем сбора и обработки данных от датчиков и сенсоров), объединения единой сетевой модели для обеспечения интеграции информационных систем. Это позволяет добиться повышения надежности электроснабжения благодаря сбалансированности сетевых компонентов, интеграции новых пользователей (электротранспорт), принятия инвестиционных

решений на основе анализа больших данных, а также повышения эффективности работы персонала. Важными компонентами и технологиями умных сетей являются установка интеллектуальных счетчиков электроэнергии в домашних хозяйствах, на предприятиях и в компаниях, умных трансформаторов и прочих элементов сети, необходимых для интеграции распределенных источников генерации, аккумуляторов электроэнергии и крупных пользователей (промышленных предприятий), оснащенных системами управления потреблением электроэнергии (*DRM*).

Анализ цифровой трансформации в российской энергетике показал, что имеются примеры эффективности данного процесса. Так компании «Роснефть», «Газпром», «Лукойл» и «Татнефть» запустили проект «Цифровое месторождение» в Башкирии, в котором были созданы виртуальные аналоги производственных объектов, которые моделируют внутренние процессы, технические характеристики и функционирование объектов на месторождении. Также внедрена система мониторинга трубопроводного транспорта, которая прогнозирует потенциальные отклонения в технологическом режиме работы оборудования. По результатам проекта энергоэффективность добычи повысилась на 5% и на 5% снизились логистические издержки.

Компания «СУЭК» внедрила комплекс роботизированных перевозок угля на базе карьерных беспилотных самосвалов в рамках проекта «Интеллектуальный карьер» (угольный разрез «Черногорский»), которые способны самостоятельно перевозить грузы, что позволило снизить затраты на грузоперевозки и риски получения травм для сотрудников. Компания «Т групп» разработала информационно-измерительную систему технического учета тепловой энергии, которая на всей протяженности тепловой сети (от источника до конечного потребителя) с помощью приборов учета фиксировала информацию о тепловом балансе, определяла места возможных повреждений и тепловых потерь. В результате полностью контролируется процесс передачи энергии и обеспечение клиентов услугами высокого качества [18]. Другие примеры инновационных проектов цифровой трансформации энергетики в России представлены на рис. 3.

В целом, цифровая трансформация энергетики в России приносит заметные экономические и экологические выгоды [19-21]. Она способствует повышению энергоэффективности, снижению потребления ресурсов, улучшению качества производимой электроэнергии и снижению выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. В результате, Россия становится более конкурентоспособной на мировом рынке и приобретает имидж экологически чистого и передового производителя энергии.

Цифровизация открывает для энергетических компаний новые возможности для повышения эффективности ведения бизнеса: развитие новых направлений бизнеса, включая виртуальные электростанции и распределенное производство электроэнергии, персонализированных услуг, соответствующих индивидуальным моделям потребления, а также услуг хранения и сетевого резерва. За счет установления тесной связи с клиентами, широкого спектра возможностей для перекрестных продаж, сокращения времени реагирования на запросы клиентов повышается не только степень их удовлетворенности качеством услуг, но и выручка, прибыль, капитализация компаний, снижаются текущие операционные затраты.



Рисунок 3

Для оценки эффективности проектов и решений по цифровой трансформации энергетики целесообразно применять методику синергетической оценки, охватывающей целую совокупность экономических и социальных показателей. К таким показателям могут относиться: рост производительности труда, степень взаимодействия с потребителями в цифровом формате, доля интеллектуальных систем учета, доля новых услуг и сервисов, степень развития цифровых компетенций, реализации цифровых решений в управлении производством (стандарты, технологии, метрология), рост безопасности работ и сокращение травматизма в отрасли.

Заключение

Реализация стратегии цифровой трансформации энергетики России имеет многовекторный и многоаспектный характер и требует скоординированных действий государства и бизнеса. Действия государства должны быть направлены на совершенствование регулирования отрасли для облегчения цифровой трансформации, выделение государственного финансирования для приоритетных проектов в энергетическом секторе.

Бизнес должен сосредоточить внимание на изменении характера бизнес-моделей и взаимодействия потребителей с поставщиками услуг, на новых подходах к оказанию комплекса услуг в энергетике, на внутренних процессах в электроэнергетических компаниях и изменениях организационной культуры с учетом внедрения новых технологий и форм взаимодействия, а также на разработке инновационных подходов к использованию цифровых технологий и платформ на основе расширения лучших российских и международных образцов и собственных цифровых решений.

Литература

1. Барина В.А., Девятова А.А., Ломов Д.Ю. Роль цифровизации в глобальном энергетическом переходе и в российской энергетике // Вестник международных

- организаций, 2021. – Т. 16. – № 4. – С. 126-145. DOI: 10.17323/1996-7845-2021-04-06.
2. Текслер А.Л. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли // Цифровая энергетика, 2018. – В. 5. – С. 3-6.
 3. Цифровая трансформация электроэнергетики России. – М.: 2020. – 33 с. URL <https://digital.gov.ru/uploaded/files/tsifrovaya-energetika16x915.pdf> (дата обращения - ноябрь 2023).
 4. Володина Е.Е., Силютин В.Г., Маёршина А.А. Влияние цифровой трансформации бизнеса на российскую экономику // В книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 51-й Международной конференции. Москва, 2023. С. 68-71.
 5. Ahmad T., Zhang D., Huang C., Zhang H., Dai N., Song Y., Chen H. Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status Quo, challenges and opportunities // Journal of Cleaner Production, 2021. – Vol. 289.
 6. Booth A., Patel N., Smith M. Digital Transformation in Energy: Achieving Escape Velocity. McKinsey&Company. 3 September 2020. URL <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/digital-transformation-in-energy-achieving-escape-velocity> (дата обращения - ноябрь 2023).
 7. Митрова Т., Мельников Ю. Энергетический переход в России // Энергетические переходы, 2019. – Т. 3. – С. 73-80.
 8. Loock M. Unlocking the value of digitalization for the European energy transition: A typology of innovative business models. Energy Research & Social Science, 2020. – Vol. 69.
 9. Мозохин А.Е., Шведенко В.Н. Анализ направлений развития цифровизации отечественных и зарубежных энергетических систем // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2019. – Т. 19. – № 4. – С. 657-672. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-657-672.
 10. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р «Об Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года». URL <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения - ноябрь 2023).
 11. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Изд-во Эксмо, 2016. – 138 с.
 12. Кузовкова Т.А., Шаравова О.И., Шаравова М.М. Интегральный платформенный характер бизнес-моделей цифровых компаний // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция, 2021. – № 2. – С. 107-113.
 13. Кузовкова Т.А., Шаравова О.И., Кузовков А.Д., Шаравова М.М. Значение платформенного бизнеса и методические основы измерения синергии эффективности цифровых платформ // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция, 2021. – № 1. – С. 82-91.
 14. Кузовкова Т.А., Салютин Т.Ю., Шаравова О.И. Введение в экономику цифровых платформ: учебное пособие. – М.: Ай Пи Эр Медиа, 2022. – 129 с.
 15. Кузовкова Т.А., Шаравова О.И. Цифровая трансформация экономики: учебное пособие. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. – 140 с.
 16. Никитаева А.Ю., Киселева Н.Н. Реконфигурация бизнес-моделей промышленных предприятий: векторы повышения устойчивости в новых реалиях // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика, 2021. – Т. 23. – № 1. – С. 46-57.
 17. Кузовкова Т.А., Салютин Т.Ю., Шаравова О.И. Научные основы цифровой платформенной экономики и экосистемы бизнеса // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе, 2022. – Т.11 – № 2. – С. 33-38.

18. Официальный новостной сайт компании «Т групп». URL <https://www.tplusgroup.ru/press/news/> (дата обращения - ноябрь 2023).
19. Ерохин П.М., Куликов Ю.А. Цифровая платформа электроэнергетики России // Электроэнергетика глазами молодежи. Материалы юбилейной X Международной научно-технической конференции. Том. 1. Издательство: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2019. – С. 26-31.
20. Соловенко И.С., Рожков А.А. Основные этапы цифрового перехода в топливно-энергетическом комплексе России (рубеж XX-XXI вв.) // Уголь, 2023. – № 10. – С. 72-78.
21. Массель Л.В. Современный этап развития искусственного интеллекта (ИИ) и применение методов и систем ИИ в энергетике // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2021. – № 4. – С. 5-20.