

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2021.16.62.047

## Цифровизация электроэнергетики как способ повышения эффективности деятельности крупных сетевых компаний

**Бердников Дмитрий Валерьевич**

Начальник отдела

Отдел антимонопольного контроля розничных рынков электроэнергии  
Федеральная антимонопольная служба Российской Федерации  
125993, Российская Федерация, Москва, ул. Садовая-Кудринская 11;  
e-mail: berdnikov@fas.gov.ru

### Аннотация

Целью этой статьи является исследование влияния цифровизации на поддержание роста и развитие отрасли с помощью инноваций, которые повышают эксплуатационную эффективность электростанций благодаря большей автоматизации, бесперебойной интеграции и эффективности производственных процессов. В последнее время трансформация сектора возобновляемой энергетики под влиянием процессов цифровизации обусловила повышение интереса к этому вопросу и его активное исследование. Речь идет не только об использовании соответствующих технологий в сфере генерации энергии, но и о взаимодействии с конечными потребителями. Методы, которые использовались в ходе исследования – это анализ деятельности крупных сетевых компаний в условиях цифровизации, а также сравнительный анализ экономик компаний до и после. В результате исследования было выяснено, что цифровизация в проектах возобновляемой энергетики касается технологий, которые позволяют повышать эффективность результатов с точки зрения ориентации на конечного потребителя, поскольку технологические составляющие диджитализации влияют на всю цепь добавленной стоимости в секторе возобновляемой энергетики и сопроводительные услуги на разных его этапах. Рынок возобновляемой энергии постоянно развивается вместе с потребностями потребителей, а диджитализация позволяет компаниям совершенствоваться, адаптировать и расширять границы потенциала возобновляемой энергетики, в первую очередь, в контексте устойчивого развития.

### Для цитирования в научных исследованиях

Бердников Д.В. Цифровизация электроэнергетики как способ повышения эффективности деятельности крупных сетевых компаний // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 10А. С. 394-402. DOI: 10.34670/AR.2021.16.62.047

### Ключевые слова

Блокчейн, диджитализация, цифровые технологии, возобновляемая энергетика, искусственный интеллект.

## Введение

Еще в 1970-х гг. энергетика была среди секторов, которые первыми начали широко использовать цифровые технологии. Энергетические компании внедряли новые технологии для облегчения управления и эксплуатации своих сетей [Козлов, 2018]. Например, предприятия, занимающиеся добычей ископаемого топлива, уже давно активно используют интеллектуальные системы для совершенствования процесса принятия решений в сфере георазведки, управления производственными фондами, в частности хранилищами и трубопроводами, что повышает их безопасность и эффективность [Бушуев, 2019]. В целом динамика диджитализации возобновляемой энергетики является положительной. Инвестиции энергетических компаний в цифровые технологии резко выросли в последние годы. Например, глобальные инвестиции в цифровую электроэнергетическую инфраструктуру и программное обеспечение росли ежегодно на 20% с 2014 г., достигнув 47 млрд долл. США в 2017 г. Такой размер входных потоков был почти на 40% больше, чем капиталовложения в электрогенерацию на основе газа (34 млрд долл. США) и почти равен общим инвестициям в электроэнергетический сектор Индии (55 млрд долл. США)

**Таблица 1 - Взаимосвязь видов операционной деятельности в сфере энергетики и цифровых технологий**

Вид деятельности	Операционная деятельность электростанций	Техническое обслуживание станций и производственных площадок	Производительность и инженерные услуги	Услуги, связанные с торговлей энергией	Отчетность и аналитика
Технологии	Промышленный интернет вещей (IIoT) Искусственный интеллект	Искусственный интеллект Блокчейн Цифровые платформы	Промышленный интернет вещей (IIoT) Цифровые платформы	Искусственный интеллект Блокчейн	Цифровые платформы управления активами

Рассмотрим подробнее влияние указанных в Таблице 1 технологий и подходов на сектор возобновляемой энергетики. Индустриальный Интернет вещей (IIoT) предусматривает для возобновляемой энергетики большие возможности. Эта технология отвечает за системность и перманентный связь между всеми составляющими энергетических систем [Хузмиев, 2012]. С помощью IIoT можно совместить несколько способов генерации возобновляемой энергии вместе с большими накопителями в разумные национальные энергосистемы, что помогает эффективно осуществлять энергоменеджмент в периоды пиковых нагрузок. Роль искусственного интеллекта (ИИ) в секторе, главным образом, сводится к анализу всех внутренних процессов, а также операций электростанций, что позволяет существенно повысить эффективность. Технология «блокчейн» – это, в своей основе, постоянно децентрализованная база данных, которая исключает возможности вмешательства и внесения изменений. Ее использование в секторе возобновляемой энергетики обеспечивает ряд возможностей, как например отслеживание и регистрация торговли энергией или история возобновляемых активов [Семенова, Малахов, 2018].

В зависимости от бизнес-модели технология управления активами для этого сектора

учитывает разнообразие потребностей клиентов, обеспечивает самые разнообразные данные, начиная с производительности и текущего технического обслуживания, заканчивая результатами оперативного управления активами проектов [Текслер, 2018]. В целом оптимизация различных видов деятельности, связанных с функционированием энергоинфраструктуры, с помощью различных цифровых решений имеет важное значение для лучшего удовлетворения потребителей, структуры затрат компаний, которые обеспечивают эксплуатацию, что уменьшает себестоимость генерации электроэнергии [Сумцов, Жук, 2017]. Предлагая оптимизационные возможности, увеличение цифровизации во всех сферах возобновляемой энергетики быстрыми темпами имеет также негативные эффекты, в первую очередь, повышается риск кибератак. Любая ветряная или солнечная электростанция находится в зоне риска, если не приняты верные превентивные меры. Удаленный характер проектов возобновляемой энергетики облегчает хакерам поиск и доступ к IT-системам проекта на месте, не причиняя им вреда вследствие недостаточного защиты и использования маршрутизаторов бытового уровня.

### **Особенности функционирования энергетического сектора в условиях цифровизации**

Энергетический сектор имеет исключительное, стратегическое значение для национальной экономики, которое с дальнейшим ростом энергопотребления и дифференциацией его источников, мировыми трендами развития цифровых технологий и постепенным переходом к информационному обществу только усиливается. В современных условиях перед энергетическим сектором встало много проблем и вызовов как национального, так и мирового масштаба, определяющих тенденции его развития на ближайшие десятилетия. Речь идет прежде всего о тенденциях цифровизации, постепенном переходе к информационному обществу и соответствующих изменениях, которые охватывают все бизнес-процессы современных энергетических предприятий. В этих условиях существенно возрастают требования к персоналу, развитию его профессиональных и личностных компетенций.

Технологические инновации и высокая эффективность управления персоналом входят в те важнейшие аспекты, которые определяют дальнейшее развитие энергетического сектора [8]. Недостаточно исследованными, как свидетельствуют результаты анализа научных публикаций и аналитических отчетов, являются проблемы управления персоналом в энергетическом секторе в условиях перехода к информационному обществу, тенденций цифровизации и интеллектуализации труда. В связи с этим исследование этих вопросов приобретает актуальность, имеет научное и практическое значение в контексте постепенного внедрения достижений Четвертой промышленной революции. Определяющее влияние на развитие энергетического сектора в современных условиях имеют тренды цифровизации и информатизации, тренды декарбонизации, постепенное внедрение достижений Четвертой промышленной революции, а также социально-экономическая нестабильность в глобальном масштабе. В последние годы энергетический сектор характеризовали такие показатели (Таблица 2).

В 2019 г. наибольшую долю в структуре отпуска энергии традиционно занимали атомные электростанции – 55,4%, значительно меньшую – тепловые электростанции – 28,4%. Продолжается постепенное сокращение доли электроэнергии от тепловых электростанций в структуре отпуска энергии. Так, в 2019-2020 гг. она снизилась на 5,6 п. п.

**Таблица 2 - Мощность и отпуск энергии по источникам снабжения в 2019-2020 гг.**

Наименование источника питания	Установленная электрическая мощность, тыс. кВт		Объем отпуска электрической энергии, млн. кВт * ч.		Установленная тепловая мощность, Гкал / час.		Объем отпуска тепловой энергии, тыс. Гкал	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Тепловые электростанции	109956	102056	200860	164452	20520	19812	6796	5904
Теплоэлектроцентрали	42276	22244	44312	42380	129324	125452	119516	116372
Атомные электростанции	55340	55340	303724	321180	10384	10384	6056	6044
Ветровые электростанции	1548	2596	3796	6408	–	–	–	–
Солнечные электростанции	1296	2888	1632	3032	–	–	–	–
Гидроэлектростанции	24668	24852	36016	41480	–	–	–	–
Теплогенерирующие установки, котельные	–	–	–	–	917468	348564	240776	223348
Другие энергогенерирующие установки	1620	1568	768	600	32624	23708	22680	21504
Всего	236704	211544	591108	579532	1110320	527920	395824	373172

Альтернативные источники энергии пока что, как видим, не играют значительной роли в структуре отпуска энергии: так, например, в 2019 г. доля ветровых электростанций составляла только 1,1%, а для солнечных электростанций этот показатель соответственно составил 0,5%. В то же время, в ЕС это направление является сейчас очень перспективным и активно развивается. Так, к 2050 г. в ЕС планируется развитие объединенной энергетической системы таким образом, что ВИЭ будут покрывать 80% общего производства электроэнергии, при этом основной «поток» ожидается по направлениям Испания–Франция (47 ГВт установленной мощности) и Франция – Германия (20 ГВт). Исследуя вопрос потребления энергии по основным видам экономической деятельности, стоит отметить, что больше всего электрической и тепловой энергии было использовано в таких отраслях (Таблица 3).

**Таблица 3 - Использование энергии по основным видам экономической деятельности в 2018-2020 гг.**

Наименование отрасли	Электроэнергия, млн. кВт*год.			Теплоэнергетика, тис. Гкал		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Промышленность, всего	224209,2	280426,8	269460,8	144806,8	169711,2	167710
в том числе: добывающая промышленность и разработка карьеров	53058,8	50470,4	48485,6	9173,2	9759,2	8679,2
добыча металлических руд	36976,8	36300	35815,6	2682,8	2756,4	2558
перерабатывающая промышленность	141627,6	150739,6	145072	126026	142830,8	143995,6
металлургическое производство	76512	79363,2	76489,2	42892	56974,4	59060,4
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	10168,8	9536,8	9698,8	8496,8	9842,4	8709,6
Всего	302942,8	361985,6	358273,6	208721,6	239506,4	235710,4

В общей структуре использования как электрической, так и тепловой энергии, определяющей является доля промышленности. Так, в 2018 г. для электрической энергии она составляла 74,0%, в 2019 г. – 77,5%, в 2020 г. – 69,4%, для тепловой – 69,4%; 70,9% и 71,2% соответственно. При этом среди отраслей промышленного производства, наибольшее количество энергии было потреблено именно в перерабатывающей промышленности.

### Характеристика корпоративной культуры в условиях цифровизации

Анализируя не только глобальные и национальные энергетические тренды, но и вопросы эффективного управления бизнес-процессами предприятий энергетического сектора, следует заметить, что дальнейший переход к информационной экономике, цифровизация, внедрение искусственного интеллекта в реализацию различных бизнес-процессов обуславливают необходимость повышения эффективности управления персоналом, внедрения современные подходы к управлению талантами, развитие инновационной активности и дальнейшую интеллектуализацию труда. Различные аспекты работы с персоналом и корпоративная культура отражена в «Кодексе этики и делового поведения» на любом предприятии. Этот документ определяет, что ценностями компании являются :

- профессионализм и глубокие профессиональные знания, ответственность и добросовестное отношение к своим обязанностям, качественное и своевременное выполнение поставленных задач);
- ответственность (деятельность в интересах общества, ответственность за качество работы и соблюдение корпоративных норм, за выполнение своих обязательств, за экономное использование ресурсов и чистоту окружающей среды);
- стремление совершенствоваться (обеспечение условий для развития талантов и способностей работников, внедрение перспективных технологий, совершенствование производственных и управленческих процессов);
- сплоченность (обеспечение ценностей единства и сплоченности, командного духа);
- открытость (информирование стейкхолдеров о важных вопросах развития, создание основы для доверительного сотрудничества).

Таким образом, можно выделить следующие особенности управления персоналом на предприятиях энергетического сектора (Таблица 4).

**Таблица 4 - Особенности управления персоналом на предприятиях энергетического сектора**

Функции управления персоналом	Особенности реализации функций управления персоналом
Подбор персонала	В процессе отбора акцент делается на таких личных качествах как ответственность, стрессоустойчивость, креативность. Профессионализм в энергетической сфере является не только залогом успешной трудовой деятельности, но и гарантией безопасности в ее глобальном и локальном смысле. Также важны цифровые компетенции работников, которые необходимы для управления сложными информационными системами управления предприятий энергетики. Об этом свидетельствуют как результаты исследований международных аналитических центров, так и опыт отечественных предприятий.
Адаптация новых работников	Важным является формирование ценностей вовлеченности, сплоченности работников, повышение эффективности их работы в команде, которая

Функции управления персоналом	Особенности реализации функций управления персоналом
	обеспечит более быстрое принятие управленческих решений в экстремальных ситуациях, реагирование на них и устранение негативных последствий.
Оценка персонала	Для энергетической отрасли вопросы оценки персонала являются важными в аспекте развития внутреннего рынка труда, эффективного управления потенциалом работников, внедрения адекватной системы материальной и нематериальной мотивации.
Развитие персонала	Креативность персонала, его способность к инновационной деятельности с распространением цифровых технологий становятся для энергетической отрасли все более определяющими. Обеспечение непрерывного развития и обучения работников, управление талантами являются важными функциями департаментов по персоналу современных энергетических предприятий.
Мотивация персонала и оплата труда	Целесообразным является сочетание материальной и нематериальной мотивации, формирование прозрачной и понятной системы оплаты труда, ориентированной на продуцирование инноваций, ответственность и вовлеченность персонала.
Формирование и развитие корпоративной культуры	Исследованные кодексы корпоративной культуры свидетельствуют о ее большом значении в управлении персоналом предприятий энергетического сектора, а также необходимости дальнейшего утверждения корпоративных ценностей в современном цифровом бизнесе.

Таким образом, быстрые темпы развития сектора возобновляемой энергетики характеризуются сбором и накоплением большого количества энергетических данных, значение которых будет только расти. Поступательное развитие новых технологий будет сопровождаться совершенствованием цифровизации в секторе возобновляемых источников энергии. Это поможет решить ряд проблем, как например, перебои в генерировании, и поддержит рост сектора. В целом развитие технологий позволит раскрыть весь потенциал перехода к возобновляемой энергии.

## Выводы

Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что актуальными направлениями повышения эффективности управления персоналом предприятий энергетического сектора, учитывая особенности реализации их бизнес-процессов в условиях постепенного перехода к информационному обществу являются:

- развитие информационных систем управления персоналом, их интеграция с глобальными информационными системами управления бизнес-процессами предприятий;
- повышение уровня вовлеченности персонала с использованием онлайн-среды, социальных сетей и цифровых технологий, обеспечению которого будет способствовать разработка современных коммуникационных стратегий для внутренних и внешних стейкхолдеров, дальнейшая диджитализация процессов управления персоналом;
- широкое использование инновационных форм организации труда креативных работников, что может обеспечить более эффективные процессы продуцирования инноваций (развитие практик внедрения дистанционной занятости, удаленной работы, информационных систем для коммуникации и контроля достижения ключевых показателей эффективности);
- цифровизация бизнес-процессов энергетических предприятий на всех этапах производства.

Дальнейшего исследования требуют процессы изменения содержания труда в цифровой экономике и их влияние на деятельность предприятий энергетического сектора, процессы цифровой трансформации в целом на глобальном и национальном уровне.

### Библиография

1. Bejtkovský J., Rózsa Z., Mulyaningsih H.D. 2018. A phenomenon of digitalization and E-recruitment in business environment. *Polish Journal of Management Studies* 18(1), 58-68.
2. Chen L.-S. 2019. Design of virtual intelligent measuring and management device for charging pile based on cloud platform. *Acta Metrologica Sinica* 40, 116-121.
3. Kamensky E., Grimov O. 2019. Digitalization: Public opinion landscapes (on the example of Russia). *Economic Annals-XXI* 180(11-12), 48-57.
4. Paschek D., Mocan A., Dufour C.-M., Draghici A. 2017. Organizational knowledge management with Big Data. The foundation of using artificial intelligence. *Balkan Region Conference on Engineering and Business Education* 3(1), 301-308.
5. Yasmin R., Salminen M., Gilman E., Petajajarvi J., Mikhaylov K., Pakanen M., Niemela A., Riekkilä J., Pirttikangas S., Pouttu A. 2018. Combining IoT deployment and data visualization: experiences within campus maintenance use-case. *International Conference on the Network of the Future Article number 8598127*, 101-105.
6. Бушуев В.В., Новиков Н.Л., Новиков А.Н. 2019. Цифровизация экономики и энергетики: перспективы и проблемы. *Экономические стратегии* т. 21, 6(164), 96-105.
7. Козлов С.В. 2018. Правовые основы цифровизации энергетики в России. *Право и экономика* 12(370), 31-40.
8. Медведев П.П. 2018. Цифровизация энергетики: угрозы и возможности развития. В сборнике: *Экономика и управление. Сборник научных трудов* (с. 139-143). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет. 208 с.
9. Никифоров В.Н., Пугачева О.Ю., Подрезов Н.Н., Бабенко Р.Г., Поваров В.П., Слепов М.Т. 2019. Некоторые аспекты решения задач цифровизации объектов ядерной энергетики. *Ядерная и радиационная безопасность* s1, 55-60.
10. Расширенное совещание по вопросам развития РЗА в условиях цифровизации энергетики. Релейная защита и автоматизация. 2018. 2(31), 8. [https://issuu.com/srzau/docs/\\_\\_\\_\\_\\_2\\_2018\\_\\_\\_\\_\\_](https://issuu.com/srzau/docs/_____2_2018_____)
11. Расширенное совещание по вопросам развития РЗА в условиях цифровизации энергетики. Релейная защита и автоматизация. 2018. 2(31), 8. [https://issuu.com/srzau/docs/\\_\\_\\_\\_\\_2\\_2018\\_\\_\\_\\_\\_](https://issuu.com/srzau/docs/_____2_2018_____)
12. Семенова А.А., Малахов А.А. 2019. Долгосрочное прогнозирование и планирование развития логистических систем транспорта России в условиях цифровизации экономики. *Инновации и инвестиции* 5, 277-281.
13. Сумцов А.В., Жук Р. 2017. Цифровизация энергетики: надежность и гибкость. *Региональная энергетика и энергосбережение* 2, 75.
14. Текслер А.Л. 2018. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли. *Энергетическая политика* 5, 3-6.
15. Хузмиев И.К. 2018. Цифровизация энергетики России. *Научные труды Вольного экономического общества России* т. 210, 2, 135-150.

### **Digitalization of the electric power industry to improve the efficiency of large grid companies**

**Dmitrii V. Berdnikov**

Head of sector,  
Department of Antitrust Control of Retail Electricity Markets,  
Federal Antimonopoly Service of the Russian Federation,  
125993, 11 Sadovaya-Kudrinskaya Str., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: berdnikov@fas.gov.ru

## Abstract

The aim of this article is to explore the impact of digitalization on sustaining industry growth and development through innovations that improve the operational efficiency of power plants through greater automation, seamless integration, and efficiency in manufacturing processes. Recently, the transformation of the renewable energy sector under the influence of digitalization processes has led to an increase in interest in this issue and its active research. It is not only about the use of appropriate technologies in the field of energy generation, but also about interaction with end consumers. The methods used in the study are an analysis of the activities of large network companies in the context of digitalization, as well as a comparative analysis of the economies of companies before and after. As a result of the study, it was found that digitalization in renewable energy projects refers to technologies that make it possible to increase the efficiency of results in terms of focusing on the end user, since the technological components of digitalization affect the entire value chain in the renewable energy sector and accompanying services at its various stages. The renewable energy market is constantly evolving along with the needs of consumers, and digitalization allows companies to improve, adapt and expand the boundaries of the potential of renewable energy, primarily in the context of sustainable development.

## For citation

Berdnikov D.V. (2020) Tsifrovizatsiya elektroenergetiki kak sposob povysheniya effektivnosti deyatelnosti krupnykh setevykh kompanii [Digitalization of the electric power industry to improve the efficiency of large grid companies]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (10A), pp. 394-402. DOI: 10.34670/AR.2021.16.62.047

## Keywords

Blockchain, digitalization, digital technologies, renewable energy, artificial intelligence.

## References

1. Kozlov S.V. 2018. Legal basis for digitalization of energy in Russia. *Law and Economics* 12 (370), 31-40.
2. Bushuev V.V., Novikov N.L., Novikov A.N. 2019. Digitalization of the economy and energy: prospects and challenges. *Economic Strategies* Vol. 21, 6(164), 96-105.
3. Khuzmiev I.K. 2018. Digitalization of the Russian energy industry. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia* Vol. 210, 2, 135-150.
4. Semenova A.A., Malakhov A.A. 2019. Long-term forecasting and planning of the development of logistics systems of transport in Russia in the context of the digitalization of the economy. *Innovation and Investment* 5, 277-281.
5. Texler A.L. 2018. Digitalization of energy: from process automation to digital transformation of the industry. *Energy Policy* 5, 3-6.
6. Sumtsov A.V., Zhuk R. 2017. Digitalization of energy: reliability and flexibility. *Regional Energy and Energy Saving* 2, 75.
7. Expanded meeting on the development of relay protection and automation in the context of energy digitalization. *Relay Protection and Automation*. 2018. 2(31), 8. [https://issuu.com/srzau/docs/\\_\\_\\_\\_\\_2\\_2018\\_\\_\\_\\_\\_](https://issuu.com/srzau/docs/_____2_2018_____)
8. Medvedev P.P. 2018. Energy digitalization: threats and development opportunities. In: *Economics and Management. Collection of Scientific Papers* (pp. 139-143). Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Economics. 208 p.
9. Nikiforov V.N., Pugacheva O.Yu., Podrezov N.N., Babenko R.G., Povarov V.P., Slepov M.T. 2019. Some aspects of solving the problems of digitalization of nuclear power facilities. *Nuclear and Radiation Safety* s1, 55-60.
10. Expanded meeting on the development of relay protection and automation in the context of energy digitalization. *Relay protection and automation*. 2018. 2(31), 8. [https://issuu.com/srzau/docs/\\_\\_\\_\\_\\_2\\_2018\\_\\_\\_\\_\\_](https://issuu.com/srzau/docs/_____2_2018_____)
11. Kamensky E., Grimov O. 2019. Digitalization: Public opinion landscapes (on the example of Russia). *Economic Annals-XXI* 180(11-12), 48-57.
12. Chen L.-S. 2019. Design of virtual intelligent measuring and management device for charging pile based on cloud platform. *Acta Metrologica Sinica* 40, 116-121.

13. Bejtkovský J., Rózsa Z., Mulyaningsih H.D. 2018. A phenomenon of digitalization and E – recruitment in business environment. *Polish Journal of Management Studies* 18(1), 58-68.
14. Yasmin R., Salminen M., Gilman E., Petajajarvi J., Mikhaylov K., Pakanen M., Niemela A., Riekkii J., Pirttikangas S., Pouttu A. 2018. Combining IoT deployment and data visualization: experiences within campus maintenance use-case. *International Conference on the Network of the Future* Article number 8598127, 101-105.
15. Paschek D., Mocan A., Dufour C.-M., Draghici A. 2017. Organizational knowledge management with Big Data. The foundation of using artificial intelligence. *Balkan Region Conference on Engineering and Business Education* 3(1), 301-308.