СТРАТЕГИИ И ИННОВАЦИИ

УДК 004.91:620.9 JEL O14 *DOI 10.26425/1816-4277-2019-9-39-47*

Афанасьев Валентин Яковлевич
д-р экон. наук, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, Российская Федерация
e-mail: *yngk@mail.ru*

Воронцов Никита Валерьевич
аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, Российская Федерация
ORCID: 0000-0001-5516-4318
e-mail: *nikita.guu@gmail.com*

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Аннотация. *Можно с уверенностью констатировать тот факт, что основу развития современной электроэнергетики совсем скоро составит интеллектуальная, цифровая трансформация производственных активов, что само по себе открывает новый взгляд на проблему повышения операционной эффективности и роста производительности труда. Основная сложность на этом пути заключается в том, что существующие исследования цифровых технологий не учитывают прикладные аспекты внедрения ИТ-продуктов согласно отраслевой специфики и бизнес-целям субъектов рынка. В настоящей работе выполнены анализ и классификация коммерческих ИТ-продуктов по предметным группам решений, отвечающим запросам конкретных целевых направлений деятельности электроэнергетических компаний. Приведено концептуальное описание предметных групп цифровых решений на основании известных примеров и практик их применения.*

Ключевые слова: *управление активами, цифровизация, умная энергетика, технологии искусственного интеллекта, операционная эффективность, производительность труда.*

Цитирование: Афанасьев В.Я., Воронцов Н.В. Интеллектуальные цифровые решения повышения операционной эффективности и производительности труда в электроэнергетике//Вестник университета. 2019. № 9. С. 39-47.

Afanasev Valentin
Doctor of Economic Sciences, State University of Management, Moscow, Russia
e-mail: *yngk@mail.ru*

Vorontsov Nikita
Postgraduate student, State University of Management, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0001-5516-4318
e-mail: *nikita.guu@gmail.com*

INTELLIGENT DIGITAL SOLUTIONS FOR INCREASING OPERATIONAL EFFICIENCY AND LABOR PRODUCTIVITY IN ELECTRIC POWER INDUSTRY

Abstract. *We can already say with certainty, that the basis for the development of modern electric power industry will soon be intellectual, digital transformation of production assets, which in itself opens a new approach to the problem of increasing operational efficiency and labor productivity. The main difficulty in this way is, that the existing research of digital technologies do not take into account the applied aspects of the implementation of its products according to the industry specifics and business goals of companies – market entities. In this paper, the analysis and classification of commercial IT products have been made by subject groups of solutions, that meet the needs of specific target areas of activity of electric power companies. The conceptual description of the subject groups of digital solutions on the basis of known examples and practices of their application has been adduced.*

Keywords: *assets management, digitalization, smart energy, artificial intelligence technologies, operational efficiency, labor productivity.*

For citation: Afanasev V.Ya., Vorontsov N.V. Intelligent digital solutions for increasing operational efficiency and labor productivity in electric power industry (2019) Vestnik universiteta, I. 9, pp. 39-47. doi: 10.26425/1816-4277-2019-9-39-47

Электроэнергетика, являясь одной из лидирующих по уровню развития отраслью экономики, тем не менее имеет серьезное ограничение деятельности – физический износ производственных активов. Особенно остро эта проблема стоит на фоне исторических системных изменений, которые произошли в отрасли за последние двадцать лет [4; 5]. В связи с этим задача эффективного управления производственными активами

© Афанасьев В.Я., Воронцов Н.В., 2019. Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

The Author(s), 2019. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

для электроэнергетической отрасли является ключевой по своей значимости. Также от нее зависит целый ряд важных индикативных показателей деятельности: фондоотдача, фондовооруженность, рентабельность и т. п.

Важно отметить, что данная задача обусловлена и потребностью повышения производительности труда (в конечном итоге – повышения операционной эффективности производственных систем), которая в электроэнергетике тесно связана с необходимостью сохранения текущей нормативной численности персонала при возрастающих объемах работ по техническому обслуживанию и ремонтам (далее – ТОиР) [1].

При этом специфика функционирования предприятий электроэнергетики делает отраслевую задачу повышения эффективности управления активами уникальной в первую очередь по причине следующих особенностей:

– отсутствие прямой линейной зависимости между основной деятельностью (объем передачи и отпуска электроэнергии) и объемом необходимых трудозатрат на обслуживание, ремонты и проведение аварийно-восстановительных работ;

– принятая система условных единиц оборудования, унифицировано отражающих трудоемкость обслуживания и ремонта любого элемента электрической сети;

– наличие значительных резервов не является следствием неэффективного управления активами, а служит необходимым условием обеспечения безопасности и надежности деятельности.

Для решения поставленной задачи в рамках обозначенных особенностей на уровне правительства и отраслевых регуляторов активно идет работа по адаптации и доработке организационно-правовой базы и нормативно-технической документации по внедрению стандартов ISO серии 55000 в области управления активами. Их особенностью является нахождение оптимального баланса при бизнес-планировании и бюджетировании между основными аспектами деятельности компаний – затратами, прибыльностью, рисками и требуемой производительностью [2].

В российской электроэнергетике данная концепция получила название «риск-ориентированное управление». Основная цель риск-ориентированного управления – совершенствование контрольно-надзорной функции, оптимизация внутренних ресурсов компаний, необходимых для поддержания уровня технического состояния и предотвращения технических рисков (Постановление Правительства РФ от 19.12.2016 г. № 1401) [3]. Основным же результатом внедрения концепции риск-ориентированного управления должен стать переход от нормативных, планово-предупредительных ремонтов (многолетние планы-графики согласно установленному сроку службы, уровню технического износа по амортизации) к проводимым «по состоянию» мероприятиям, осуществляющимся на основании постоянно-проводимой комплексной оценки индекса технического состояния основного технологического оборудования по установленным группам параметров: паспортным значениям, сведениям из технической документации, ретроспективным наблюдениям, результатам специализированных испытаний/компьютерного моделирования и пр.

Вместе с тем при внедрении риск-ориентированного подхода возникает острая потребность в идентификации, верификации и консолидировании большого объема данных, необходимого для последующего представления собранной информации в виде комплексных показателей текущего и моделей будущего (прогнозного) состояния производственных активов – базы принятия оперативных решений о необходимых мерах технического воздействия: продолжение эксплуатации, ремонт (средний и капитальный), реконструкция, замена. Действительно, работа с информацией, обеспечение ее своевременности, достаточности и объективности, является критической составляющей современной системы управления активами. Именно инновационные цифровые технологии на сегодняшний день являются теми интеграторами необходимых информационных средств и решений, способных обеспечить высокую работоспособность и производительность каждой единицы оборудования, снижая риски отказа и общую стоимость владения активами.

Знаковой отправной точкой цифровых преобразований в электроэнергетике на пути к построению интеллектуальных систем управления производством и активами стала реализация на рубеже 2016-2018 гг. в отечественной практике пилотных концептов «эталонных» цифровых подстанций (далее – ПС) – комплексных моделей «идеального» предприятия: от производственной культуры до современной цифровой инфраструктуры, характеризующихся созданием единого информационного пространства между всеми системами и элементами ПС [7].

Однако в передовой зарубежной практике отмечается, что основным барьером проведения цифровой трансформации предприятия в любой сфере является не финансовая составляющая или затраты на внедрение того или иного технологического концепта, конкретного цифрового решения, а культурный аспект восприятия, который в общем виде характеризуется у персонала наличием трех факторных установок:

– общая осведомленность о содержании инновации и возможностях ее использования в операционной или организационной деятельности;

– качественное понимание перспектив внедрения (механизм влияния на результативность конкретной деятельности и повышение ее эффективности);

– открытость к цифровым преобразованиям (осознание личной пользы и преимуществ от необходимых усилий по адаптации к «оцифрованной» среде) [6].

Именно поэтому задача методической систематизации современных цифровых технологий по предметным областям использования для формирования комплексного восприятия у пользователей становится крайне актуальной в наши дни.

Ключевая проблема заключается в том, что существующие исследования и аналитические материалы по развитию цифровых технологий не учитывают прикладные аспекты их реализации в отраслевом разрезе, то есть не формируют видения практической пользы у перспективных потребителей, иными словами, не соответствуют бизнес-целям компаний.

С этой целью в рамках исследования была проделана аналитическая систематизация коммерческих цифровых технологий (на основании данных исследования рынка ИТ-продуктов компанией Gartner за 2017 г.) по целевым направлениям их внедрения в рамках деятельности электроэнергетических компаний [8].

В результате были сформулированы шесть основных направлений цифровой трансформации: оперативно-диспетчерское управление, диагностика состояния систем и оборудования, техническое обслуживание и ремонты, закупки и управление материально-техническими ресурсами (далее – МТР), контроль и анализ процессов (трудозатрат), соблюдение норм и правил охраны труда и промышленной безопасности (далее – ОТиПБ).

В свою очередь представленные на ИТ-рынке коммерческие продукты на основании схожих характерных признаков – технических и прикладных – были сегментированы по группам цифровых решений (табл. 1).

Таблица 1

Классификация коммерческих ИТ-продуктов (цифровых технологий) по предметным группам решений

Цифровое решение	Коммерческие ИТ-продукты по Gartner [6]
Роботизированные системы наблюдений и диагностики	Smart Robots, Smart Dust, Brain-Computer Interface, Deep Learning, Commercial UAVs (Drones)
Роботизированные системы ТОиР	Smart Robots, Machine Learning, Commercial UAVs (Drones)
Системы поддержки в принятии решений (технологии Big Data)	Artificial General Intelligence, Deep Reinforcement Learning, Neuromorphic Hardware
Системы дополненной реальности	Virtual Reality, Volumetric Displays, Augmented Reality
Виртуальные помощники	Virtual Assistants, Cognitive Expert Advisors, Conversational User Interfaces
Промышленная цифровая платформа	IoT Platform, 5G , Serverless PaaS, Smart Workspace
Технология 3D/4D печати	3D Printing, 4D Printing
Персональные цифровые интерфейсы (гаджеты)	Smart Personality System, Human Augmentation
Системы мониторинга процессов и трудозатрат	Digital Twin, Augmented Data Discovery, Enterprise Taxonomy

Составлено авторами по материалам исследования

Такая сегментация необходима для повышения концентрации продуктов по четко сформулированному признаку (прикладной концепт «группы»), что способствует максимизации эффективности выбора при рассмотрении для целевого направления внедрения (табл. 2).

Таблица 2

Цифровые решения в электроэнергетике по целевым направлениям внедрения

Цифровое решение	Целевое направление внедрения					
	Оперативно-диспетчерское управление	Диагностика систем и оборудования	Техническое обслуживание и ремонты	Закупки и управление МТР	Контроль и анализ процессов	Соблюдение ОТиПБ
Роботизированные системы наблюдений и диагностики	∨	∨			∨	∨
Роботизированные системы ТОиР		∨	∨			∨
Системы поддержки в принятии решений (технологии big data)	∨		∨	∨	∨	∨
Системы дополненной реальности	∨				∨	∨
Виртуальные помощники	∨		∨	∨	∨	∨
Промышленная цифровая платформа	∨	∨	∨	∨	∨	∨
Технология 3D/4D печати			∨			
Персональные цифровые интерфейсы (гаджеты)	∨		∨	∨		∨
Системы мониторинга процессов и трудозатрат	∨	∨	∨		∨	∨

Составлено авторами по материалам исследования

Вместе с тем ИТ-продукты (цифровые технологии), которые находятся в одной группе решений и удовлетворяют целевую потребность, конкурируют между собой в классическом «треугольнике» ограничений: стоимость внедрения – скорость внедрения – величина результата (качественная характеристика решений), требующего от компаний, готовых к инновационной трансформации бизнеса, нахождения определенного баланса исходя из своего текущего состояния и возможностей, а также открывающихся с учетом преобразований перспектив.

Таким образом, рассмотрев представленные таблицы во взаимосвязи, была получена модель продуктовой цифровой трансформации систем управления (посредством внедрения инновационных ИТ-продуктов и решений) для организаций электроэнергетики, где задачи мониторинга, анализа и контроля осуществляются в цифровой форме, что на текущем этапе является главным драйвером повышения операционной эффективности, то есть в общем виде – повышения эффективности управления активами и производительности труда.

Рассмотрим же детально содержание предметных групп ИТ-решений на основании конкретных примеров и практик их применения.

1. Роботизированные системы наблюдений и диагностики (англ. condition monitoring system, CMS). На практике для осуществления контроля проведения работ по диагностике состояния объектов энергетики возможно применение комплексных роботизированных систем, состоящих из двух основных элементов:

– механические – роботизированные, дистанционные средства мониторинга;
– инструментарные (индикативные) – системы фиксации и параметрические датчики оценки состояния.

Основная задача данных систем – оперативная фиксация изменений состояния объекта с целью реализации опережающих (предикативных) мер по обслуживанию и ремонту для предотвращения внеплановых, аварийных ситуаций.

В электроэнергетике можно выделить следующие направления внедрения роботизированных систем наблюдения и диагностики:

1) осмотр линий электропередач и связанного энергетического оборудования:

– мониторинг состояния опор (расстояние между пролетами, угол наклона, уровень проседания), изоляторов (различные повреждения) и проводов (стрела провеса, уровень профиля крепления) линии электропередачи без необходимости вывода, ее отключения;

– проведение тепловизионной и инфракрасной диагностики оборудования линии электропередачи (изоляторы, контакты и контактные соединения, кабельные соединения, воронки и разделки) для оценки общего состояния линии и принятия оперативного решения по результатам обследования о проведении дополнительного испытания, выводе в ремонт или замене элемента оборудования сети;

– метрическое определение масштабов древесно-кустарной растительности на просеках в пределах охранных зон воздушных линий и оценка угроз их повреждения, разрыва вследствие падения деревьев;

2) осмотр и диагностика состояния технологических зданий и сооружений:

– мониторинг состояния кровельных покрытий, несущих стен и балок (по внешним признакам) на предмет повреждений и деформаций;

– контроль состояния проектно-конструкторских характеристик, параметров объекта (крен несущих конструкций, проседание грунта основания и т. п.), а также инструментарное измерение их отклонений от нормативных значений;

– оценка степени и скорости изменения технического состояния объектов (для прогнозирования аварийных ситуаций и своевременного принятия опережающих мер, в том числе при последующем планировании и корректировках графиков среднего и капитального ремонта.

Обработку и интерпретацию информации, поступающей от элементов роботизированной системы наблюдения и диагностики для мониторинга текущего состояния объекта электроэнергетики, осуществляют специальные программно-технологические комплексы автоматического проектирования посредством интеграции данных в используемые корпоративные информационные системы: АСУ, ГИС и др.

2. Роботизированные системы ТОиР (англ. operation and maintenance, O&M). Исходя из опыта международных компаний, которые активно занимаются разработкой и коммерческим внедрением роботизированных систем ТОиР (GE, E-on) как на электро-, так и на сетевых подстанциях, могут применяться решения для выполнения следующих работ:

– обдувка поверхностей нагрева;
– устранение зашлакований, присосов, пылений и парений;
– чистка фильтров и отстойников;
– регулировка обдувочных, дробеструйных и других аппаратов;
– устранение утечек воды, масла, газа и мазута;
– обслуживание гидротехнических сооружений.

3. Системы поддержки принятия решений (англ. asset performance system, APS / big data). Данные системы поддержки осуществляют прогнозирование потребления ресурсов (энергетических и материально-технических), а также изменения основных технологических параметров работы (опираясь на историю наблюдений), одновременно предлагая корректирующие действия по увеличению эффективности для различных режимов функционирования.

Направления использования:

– мониторинг и обработка статистических данных: анализ и визуализация фактического потребления ресурсов для корректировки работы;

– диагностика: анализ выявленных проблем и сценарное моделирование возможных решений;

– исполнение решений: постановка и планирование задач по конкретной проблеме, отслеживание реализации ее решения;

– пост-оценка (оценка эффективности приятных решений): оценка результатов принятого решения на полноту и эффективность.

4. Системы дополненной реальности (англ. advanced pattern recognition, APR / augmented reality, AR / Virtual reality, VR).

Виртуальная (дополненная) реальность – это технология человеко-машинного интерфейса, которая позволяет сделать элементы интерактивного (искусственного) цифрового мира непосредственной частью воспринимаемой объективной реальности. При этом современные сенсорные устройства дают возможность не только визуально воспринимать, но и непосредственно действовать в ней.

Практические направления применения:

– обучение (ускоренное «полевое» обучение персонала);

– отработка характерных рисков и аварийных ситуаций (проецирование сложных ситуаций для формирования адаптивных моделей/сценариев поведения);

– распознавание номенклатурных позиций (для уточнения технологических свойств, нормативов, режимов работы, правил эксплуатации);

– распознавание и детализация повреждений оборудования (более точное определение места повреждения, локализация ремонтных работ – без полного разбора оборудования).

5. Виртуальные помощники (англ. virtual assistant, VA).

Виртуальный цифровой помощник – это веб-сервис и/или интерактивное приложение для оптимизации возникающих производственных задач, связанных с получением или уточнением информации.

Практические направления применения:

– обучение (ускоренное обучение типовым операционным процессам);

– повышение качества ремонтных работ и производственных процессов (оперативный доступ к нормативным документам и регламентам проведения работ);

– повышение качества принимаемых решений в рисковых или аварийных ситуациях (оперативный доступ к принятым инструкциям, определяющих поведение персонала в нештатных, чрезвычайных ситуациях).

6. Промышленная цифровая платформа (англ. iot platform / industrial internet).

Промышленная цифровая платформа (далее – ПЦП) – это объединенная интерактивная электронная сеть предприятия, оснащенная возможностями координации и обеспечения взаимодействия друг с другом технических решений, накопленной информации и пользователей в режиме реального времени.

Промышленная цифровая платформа служит поддерживающей системой для интеграции всех описанных выше решений по снижению затрат на диагностику, техническое обслуживание и ремонты производственных активов, по оптимизации процессов закупки и управления МТР (в том числе логистика и управление цепочками поставок), по повышению эффективности и производительности труда в рамках основной деятельности.

Отличительной особенностью построения ПЦП является необходимость обеспечения совместимых стандартов обработки, хранения и передачи данных, а не комплементарная интеграция большого количества различных стандартов с закрытыми проприетарными моделями в единые информационные системы.

Согласно проведенному всемирному исследованию PwC Digital IQ – 2017, возможный экономический эффект для российской электроэнергетики от внедрения Iot Platform «интернета вещей» – базовой технологии ПЦП и сопутствующих цифровых и технических решений – составит к 2025 г. около 532 млрд руб. [9].

7. Технология 3D/4D печати (англ. 3D/4D printing).

Направления использования:

– 3D: печать деталей и комплектующих (сокращение сроков ожидания поставок);

– 4D: печать адаптивных деталей и элементов (достижение более надежной работы за счет отпечатанных деталей и элементов, обладающих «памятью» формы или, наоборот, подстраивающихся под окружающие условия – например, заглушки со временем уплотняются в местах большего сдавливания).

8. Персональные цифровые интерфейсы, гаджеты (англ. smart gadgets, SG).

Персональные цифровые гаджеты используются для дополнения возможностей человека: оптимизация времени на фиксацию, внесение, обработку или запрос информации, ускорение коммуникаций, дистанционный доступ и контроль.

Широко распространенным в зарубежной и отечественной практике примером использования персоналом электроэнергетических компаний смартфонов/планшетов является применение электронных листов осмотра при регулярных плановых обходах технологического оборудования и объектов инфраструктуры.

При этом достигаются следующие положительные эффекты:

– автоматизация внесения данных в систему ведения дефектов на воздушных линиях и ПС (устраняются избыточные трудозатраты на перенос сведений из черновика в служебный лист осмотра, далее – в электронную базу данных);

– автоматизация переноса выявленных дефектов в работу ремонтного персонала (выявленные дефекты автоматически переводятся в заявку на ремонт с приоритизацией согласно возможным последствиям при

бездействии – благодаря этому увеличивается скорость реакции, минимизируется риск наступления аварийных ситуаций);

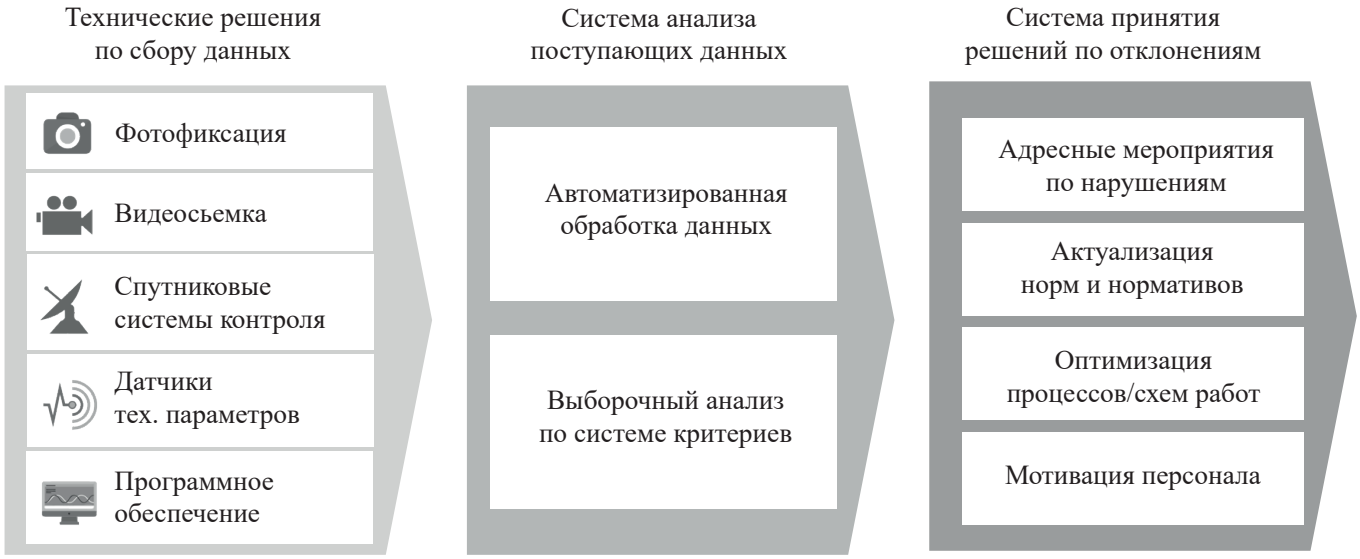
– контроль за соблюдением полного плана осмотра – обход не считается выполненным без заполнения всех полей в электронном чек-листе (повышается качество проведения осмотров);

– увеличение точности и качества предоставляемой информации (например, для ремонтной бригады) за счет возможностей по фото/видео фиксации состояния проверяемого объекта;

9. Система мониторинга процессов и трудозатрат (англ. personality monitoring system, PMS / digital twin / Data mining). Система мониторинга процессов и трудозатрат – это система технической фиксации этапов, конкретных итераций выполнения рабочего процесса с возможностью последующего детального анализа полученных данных, их сравнения с существующей оптимальной моделью, сценарием, инструкцией или регламентом.

Основная задача данных систем – сокращение скорости принятия решений и повышение точности подсчета объема работ и трудозатрат на его исполнение, оперативное отслеживание соблюдения нормативных регламентов и технологий проведения работ, а также обеспечение контроля за выполнением правил ОТиПБ.

Примером внедрения данной системы может служить процесс оперативного контроля за ходом строительства, осуществляемого посредством ретроспективного сравнения цифровых материалов фотосъемки наблюдаемого объекта, а также при ведении стереоскопической и/или фотограмметрической фиксации состояния с привязкой к навигационным GPS-метрикам. Схематичная интерпретация и алгоритм работы такой системы мониторинга приведены на рисунке 1.



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 1. Схематичная интерпретация и алгоритм работы системы мониторинга процессов и трудозатрат

Отдельным значимым ИТ-решением в системе мониторинга процессов и трудозатрат являются так называемые цифровые двойники (англ. digital twins), которые представляют собой информационную копию (прототип) объекта, «идеальную» трехмерную модель, содержащую не только «заводскую» информацию – образ основных рабочих режимов и параметров, – но и постоянно агрегирующую все новые данные в течение всего жизненного цикла непосредственного физического объекта.

Основными целями внедрения цифровых двойников являются:

– проведение виртуальных экспериментов для апробации новых подходов по эксплуатации, сопряженных в реальности с высоким риском аварийности или значительными расходами, связанными с простоем при остановке;

– мониторинг реальных параметров по их смоделированным значениям для контроля текущего состояния и обеспечения предиктивной (опережающей) реакции на вывод из строя, осуществление подбора оптимального режима эксплуатации.

Все это дает широкий спектр возможностей для анализа текущего состояния в режиме реального времени.

Таким образом, проведенная систематизация и описание практического аспекта внедрения ИТ-продуктов и решений в деятельности электроэнергетических компаний позволили продемонстрировать наличие обширного спектра возможностей по повышению операционной эффективности и производительности труда, которая является не только важным фактором снижения издержек и затрат в общем виде, но и стратегическим, самостоятельным направлением для инвестирования.

Настоящая работа, посвященная формированию понятной продуктовой модели цифровой трансформации целевых направлений деятельности предприятия энергетики (соответствующим основным бизнес- и функциональным процессам) позволит сформировать комплексное представление возможной цифровой архитектуры предприятия электроэнергетики и обеспечить прямую заинтересованность руководителей и специалистов стать лидерами, драйверами подобных инновационных перемен.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ «О комплексном определении показателей технико-экономического состояния объектов электроэнергетики, в том числе показателей физического износа и энергетической эффективности объектов электросетевого хозяйства, и об осуществлении мониторинга таких показателей» от 19.12.2016 г. № 1401 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Справочная правовая система «КонсультантПлюс» http://www.consultant.ru/cons (дата обращения: 23.06.2019).
2. Афанасьев, В. Я. О развитии условий и механизмов конкуренции на российском электроэнергетическом рынке / В. Я. Афанасьев, В. В. Кузьмин//Деловой журнал «Neftegaz.RU». – 2016. – № 9. – С. 20-29.
3. Афанасьев, В. Я. Повышение производительности труда и электросетевой комплекс России: направления изменений и скрытые резервы / В. Я. Афанасьев, Н. В. Воронцов//Менеджмент в России и за рубежом. – 2018. – № 4. – С. 36-42.
4. Быковская, Е. Н. и др. Современные тенденции цифровизации инновационного процесса / Е. Н. Быковская, Г. П. Харчилава, Ю. Н. Кафиятуллина//Управление. – 2018. – № 1 (19). – С. 38-43.
5. Крюков, И. Э. Стандарты ISO серии 55000 – всеобщий ориентир в управлении активами//Информационные ресурсы России. – 2014. – № 3. – С. 10-12.
6. Райченко, А. В. Разработка методологии цифрового управления социально-экономическими организациями//Вестник университета. – 2018. – № 3. – С. 10-12.
7. Цифровая подстанция и ее основные фрагменты//Официальный сайт АО «НТЦ ФСК ЕЭС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ntc-power.ru/innovative_projects/digital _substation_and_its_main_fragments/ (дата обращения: 23.06.2019).
8. Gartner hype cycle for emerging technologies – 2017//Gartner [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gartner.com/binaries/content/assets/events/keywords/enterprise-architecture/epaeu17/enterprise_architecture_and__tech-innovation.pdf (дата обращения: 23.06.2019).
9. 2017 Global Digital IQ: healthcare, pharmaceutical and life sciences//PwC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pwc.ru/en/publications/2017-global-digital-iq-survey-pharmaceutical.html (дата обращения: 23.06.2019).

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF "O kompleksnom opredelenii pokazatelei tekhniko-ekonomicheskogo sostoyaniya ob"ektov elektroenergetiki, v tom chisle pokazatelei fizicheskogo iznosa i energeticheskoi effektivnosti ob"ektov elektrosetevogo khozyaistva, i ob osushchestvlenii monitoringa takikh pokazatelei" ot 19.12.2016 g. № 1401 [*Russian Federation Government Resolution "About the complex definition of indicators of technical and economic condition of power facilities, including indicators of physical wear and energy efficiency of the electric grid facilities, and the implementation of the monitoring of these indicators" dated December 19, 2016 № 1401*]. Available at: Spravochnaya pravovaya sistema "Konsul'tantPlyus"http://www.consultant.ru/cons (accessed 23.06.2019)
2. Afanas'ev V. Ya., Kuz'min V. V. O razvitii uslovii i mekhanizmov konkurentsii na rossiiskom elektroenergeticheskom rynke [*About the development of the conditions and mechanisms of competition on the Russian electricity market*]. Delovoi zhurnal Neftegaz.RU [*Business magazine "Neftegaz.RU"*], 2016, I. 9, pp. 20-29.
3. Afanas'ev V. Ya., Vorontsov N. V. Povyshenie proizvoditel'nosti truda i elektrosetevoi kompleks Rossii: napravleniya izmenenii i skrytye rezervy [*Improving productivity and the electric grid complex of Russia: the direction of change and the hidden reserves*]. Menedzhment v Rossii i za rubezhom [*Management in Russia and abroad*], 2018, I. 4, pp. 36-42.

4. Bykovskaya E. N. Sovremennye tendentsii tsifrovizatsii innovatsionnogo protsessa [*Modern trends of digitalization of innovation process*]. Upravlenie, 2018, I. 1 (19), pp. 38-43.
5. Kryukov I. E. Standarty ISO serii 55000 – vseobshchii orientir v upravlenii aktivami [*ISO standards series 55000 – universal benchmark in asset management*]. Informatsionnye resursy Rossii [*Information resources of Russia*], 2014, I. 3, pp. 10-12.
6. Raichenko A. V. Razrabotka metodologii tsifrovogo upravleniya sotsial'no-ekonomicheskimi organizatsiyami [*Development of the methodology of the digital management of socio-economic organizations*]. Vestnik universiteta, 2018, I. 3, pp. 10-12.
7. Tsifrovaya podstantsiya i ee osnovnye fragmenty [*Digital substation and its main fragments*]. Ofitsial'nyi sait AO «NTC FSK EES» [*Official site AO «NTC FSK EES»*]. Available at: http://www.ntc-power.ru/innovative_projects/digital _substation_and_its_main_fragments (accessed 23.06.2019).
8. Gartner hype cycle for emerging technologies – 2017. Gartner. Available at: https://www.gartner.com/binaries/content/assets/events/keywords/enterprise-architecture/epaeu17/enterprise_architecture_and__tech-innovation.pdf (accessed 23.06.2019).
9. 2017 Global Digital IQ: Survey healthcare, pharmaceutical and life sciences (annual report). PwC. Available at: https://www.pwc.ru/en/publications/2017-global-digital-iq-survey-pharmaceutical.html (accessed 23.06.2019).