

УДК 001.895

**ИННОВАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ
ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ****Оськин А.Д.,**Санкт-Петербургский университет технологии управления и экономики, Санкт-Петербург,
email: OskinAD@mail.ru, 7490567@mail.ru**Оськина О.Д.,**Санкт-Петербургский университет технологии управления и экономики, Санкт-Петербург,
email: OskinAD@mail.ru, 7490567@mail.ru

Аннотация. В статье проводится анализ существующих моделей управления в электроэнергетической отрасли с учетом новых трендов и цифровых решений. В теоретической части делается упор на сущность инноваций и управленческих решений, а также на специфике цифровизации в энергетической отрасли. Цель статьи состоит в изучении инновационных моделей управления в условиях цифровизации электроэнергетики. Научная новизна заключается в том, что в результатах исследования предлагается новая модель управления, основанная на имеющихся методах с учетом текущих условий и вызовов цифровизации. Такая модель может быть применена в компаниях, функционирующих в электроэнергетической отрасли. Результаты исследования подчёркивают важность цифровых технологий и инструментов, которые упрощают процессы оптимизации, снижают затраты, ошибки и улучшают управление стратегически важными предприятиями данной отрасли. Также доказана актуальность вопросов перехода энергетической отрасли на инновационный путь управления, который должен основываться на внедрении цифровых средств и интеллектуальных сетей в электроэнергетике.

Ключевые слова: электроэнергетика, цифровизация, цифровые технологии, оптимизация, управление.

**INNOVATIVE MANAGEMENT MODELS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION
OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY****Oskin A.D.,**The Saint-Petersburg University of Management Technologies and Economics,
St. Petersburg,
email: OskinAD@mail.ru, 7490567@mail.ru**Oskina O.D.,**The Saint-Petersburg University of Management Technologies and Economics,
St. Petersburg,
email: OskinAD@mail.ru, 7490567@mail.ru

Abstract. The article analyzes the existing management models in the electric power industry, taking into account new trends and digital solutions. The theoretical part focuses on the essence of innovation and management decisions, as well as on the specifics of digitalization in the energy industry. The purpose of the article is to study innovative management models in the context of digitalization of the electric power industry. The scientific novelty lies in the fact that the results of the study propose a new management model based on existing methods, taking into account the current conditions and challenges of digitalization. This model can be

applied in companies operating in the electric power industry. The results of the study highlight the importance of digital technologies and tools that simplify optimization processes, reduce costs, errors, and improve management of strategically important enterprises in this industry. The relevance of the issues of the transition of the energy industry to an innovative management path, which should be based on the introduction of digital tools and intelligent networks in the electric power industry, is also proved.

Keywords: electric power industry, digitalization, digital technologies, optimization, management.

За последние десять лет электроэнергетическая отрасль России претерпевает серьезные изменения. Особенно это стало заметно в период санкций, когда стратегически важные предприятия вынуждены перестроиться на новый путь развития в связи с ограничениями со стороны западных стран. На данный период важным фактором, способствующим прогрессу в области инноваций на уровне государства, является обновление энергетической инфраструктуры и систем энергоснабжения. Так как их эффективная и надежная работа служит основой для высоких результатов, от которых напрямую зависит стабильное функционирование энергетической отрасли. Именно поэтому внедрение инноваций в управление играет особую роль в деятельности таких предприятий, которые занимаются электросетевыми услугами.

На сегодняшний день процесс цифровизации фактически затронул все сферы деятельности и отрасли, на основе чего можно утверждать, что российская электроэнергетика получает передовые технологические решения. Это позволяет совершенствовать инфраструктурные элементы и повышать их надежность и эффективность. Технологическое управление способствует созданию современной инфраструктуры, которая делает процесс доставки электроэнергии до пользователей более простым и экономичным. Кроме того, это улучшает качество энергетических услуг и стимулирует развитие конкурентных рынков.

Важным документом в области развития электроэнергетики является Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года [11]. Стратегия учитывает необходимость внедрения цифровых и инновационных технологий в энергетической промышленности, так как возникающие сбои в работе современных производств могут нанести серьезный ущерб не только экономике, но и подорвать обороноспособность страны. Поэтому стратегия описывает поэтапно возможные направления для предотвращения вызовов, рассматривая необходимость разработки инновационных подходов к управлению отраслью. Также в данном документе определены основные приоритеты развития отрасли, а именно:

- модернизация оборудования.
- обеспечение стабильности энергоснабжения.
- поддержание высоких стандартов качества электроэнергии для всех категорий потребителей [11].

В теоретическом аспекте многие ученые уделяют внимание энергетической отрасли и ее развитию, особенно делая акцент на создании электростанций, работающих на базе возобновляемых источников энергии. Среди отечественных ученых стоит выделить следующих: Волкова И.О., Бурда Е.Д., Гаврикова Е.В., Суслов К.В., Косыгина А.В., Горгишели М.В., и другие [2].

С точки зрения управления предприятиями, стоит выделить работы Рыбаковой Л.В., Бусова В.И. и Тебекина А.В. Так, согласно подходу Л.В. Рыбаковой управление и принятие решений подразумевает процесс, который начинается с установления конечной цели. Следующим шагом является идентификация и выявление основных проблем, за которой следует полный сбор необходимых данных. После сбора информации проводится анализ ситуации, на основе которого разрабатываются возможные альтернативные управленческие решения. Далее, разрабатывается набор критериев для оценки каждого из предложенных вариантов, что позволяет осуществить предварительный выбор наиболее предпочтительного решения [4].

В.И. Бусов акцентирует внимание на создании базы данных для управления работой организации, в том числе энергетической, а также автор настаивает на идентификации возникающих проблем и необходимости их решения [1].

А.В. Тебекин рассматривает управление как процесс, включающий несколько этапов:

- Анализ текущих возможностей организации, а также её компетенций для разработки решений по устранению возникающих трудностей.
- Проведение предварительного анализа, который позволяет установить главные цели и расставить проблемы по приоритетам с учётом их значимости и сроков устранения.
- Сравнение текущего состояния организации с желаемым, которое определяет её стратегические цели и направление развития.
- Выявление сложностей и препятствий.
- Подбор доступных вариантов для выбора управленческих решений.
- Исследование возможных способов устранения проблем.
- Создание системы оценки решений [5].

В целом, в рамках данного исследования можно сказать, что эффективное управление электроэнергетическими предприятиями основывается на понимании специфики текущих ситуаций в мире, с учетом трендов и цифровых решений, при этом сам процесс должен строиться на основе этапов, включающих как сбор детальной информации, а также анализ трудностей и проблем с последующим их решением.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является энергетическая отрасль российской экономики, а предметом выступает управление электроэнергетической отраслью в условиях цифровизации. В качестве материалов исследования были изучены труды ученых и исследователей по теме управления, а также проанализирована Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года, которая была утверждена распоряжением Правительства РФ от 09.06.2020 №1523-р. Для изучения динамики развития электроэнергетической отрасли изучены официальные данные и аналитические отчеты. Методы исследования включают статистический, логический, сравнительный, экономический и системный анализы, а также теоретический обзор источников. Метод обобщения позволил сделать выводы и представить результаты исследования.

Результаты и их обсуждение

Существующие модели управления отраслями в условиях цифровизации отличаются своей инновационностью и принятием решений в условиях неопределенности. Необходимость создания подходов и инструментов для регулирования процессов в промышленно-экономических структурах становится особо важной по причине

рисков, которые связаны с высокой стоимостью ошибок управленческих решений и нестабильностью экономики. Это подчеркивает важность поиска эффективных методов для укрепления стабильности и результативности деятельности стратегически важных предприятий. Особенно это касается электроэнергетики [3].

На текущий период применение системного подхода в управлении даёт возможность рассматривать развитие производственно-экономических систем с учетом их функциональных процессов и структурных изменений (рис. 1). На основе этого изучаются их взаимосвязи. Сущность структурного управления состоит во влиянии на взаимодействия между подсистемами и внутренние связи системы [4]. Такой подход позволяет привести производственно-экономическую систему к новому качеству, которое определяется согласованными изменениями главных параметров системы. Изменения помогают устранить противоречия, вызванные внешней динамикой.

Говоря об электроэнергетической отрасли, вопросы управления приобретают иные аспекты, так как предприятия, функционирующие в данной сфере, отличаются многогранностью и сложностью процессов, в которых взаимодействуют разные субъекты управления.

На текущий момент в России успешно функционирует комплексная система электроэнергетического рынка. Она включает в себя оптовый и розничный сегменты (ОРЭМ и РРЭ). Серьезные изменения в отрасли, произошедшие за последние пять лет, привели к трансформации прежней монопольной структуры в конкурентную среду там, где это было целесообразно. Эффективность принятой системы управления подтверждается её способностью противостоять различным вызовам, начиная с социальных воздействий и заканчивая экономическими спадами [6]. Серьезным достижением стало обеспечение бесперебойного энергоснабжения и создание прочной финансовой инфраструктуры для расчетов между участниками рынка. Внедрение рыночных механизмов в определенных сегментах электроэнергетики открыло новые возможности для развития конкурентных отношений. Распределительные сети и передающие мощности, как и диспетчеризация энергосистем, сохраняют статус естественных монополий, в то время как генерация и продажа электроэнергии функционируют в других условиях [2, 3].

Как известно, в России крупнейшими генерирующими компаниями отрасли являются АО «Концерн Росэнергоатом», ООО «Газпром энергохолдинг», ОАО «ЕвроСибЭнерго», ПАО «ИнтерРАО», ПАО «РусГидро». Главными электросетевыми организациями на территории Российской Федерации являются ПАО «ФСК ЕЭС» (управление ЕНЭС) и ПАО «Россети» [9, 10]. На рисунке 2 можно увидеть структуру установленной мощности ЕЭС России на 01.01.2023 г.

Важно сказать, что за период 2022 года российские электростанции произвели 1 121,6 миллиарда кВт·ч электроэнергии. Данный показатель превысил объем 2021 года (1 114,55 миллиарда кВт·ч) на 0,63%. Если сравнивать выработку электроэнергии за пятилетний период с 2018 по 2023 годы, то можно увидеть, что прирост составил 4,73% — с 1 070,9 миллиарда кВт·ч. [12]

Далее на рисунке 3 представлена информация о структуре выработки электроэнергии по типам электростанций.

В сравнении с показателями за последние 5 лет (1 055,6 млрд кВт·ч) текущий объем энергопотребления увеличился на 4,8%. В отчетном периоде использование электричества достигло отметки 1 106,3 млрд кВт·ч, превысив прошлогодний результат (1 090,44 млрд кВт·ч) на 1,45%.



Рис. 1. Сущность системного подхода к управлению [1]

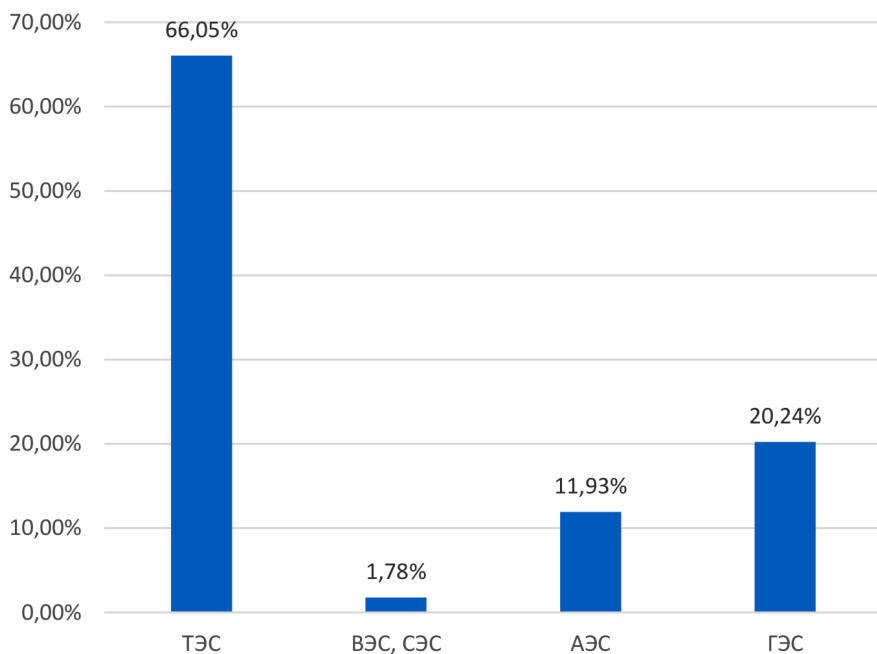


Рис. 2. Структура установленной мощности ЕЭС России на 01.01.2023 г. [12]

Что касается прогноза использования электрической энергии, то он в большей степени основан на ряде важных факторов, включающих текущее положение в энергетической системе России, распределение потребления энергии среди различных секторов, планируемые изменения в потреблении от важных пользователей и проекты, направленные на добавление новых или обновление существующих генерирующих мощностей.

Предполагается, что к 2028 году рост потребления электроэнергии будет на 11,48%, до 1 233 млрд кВт·ч, со среднегодовым приростом 1,83% [12].

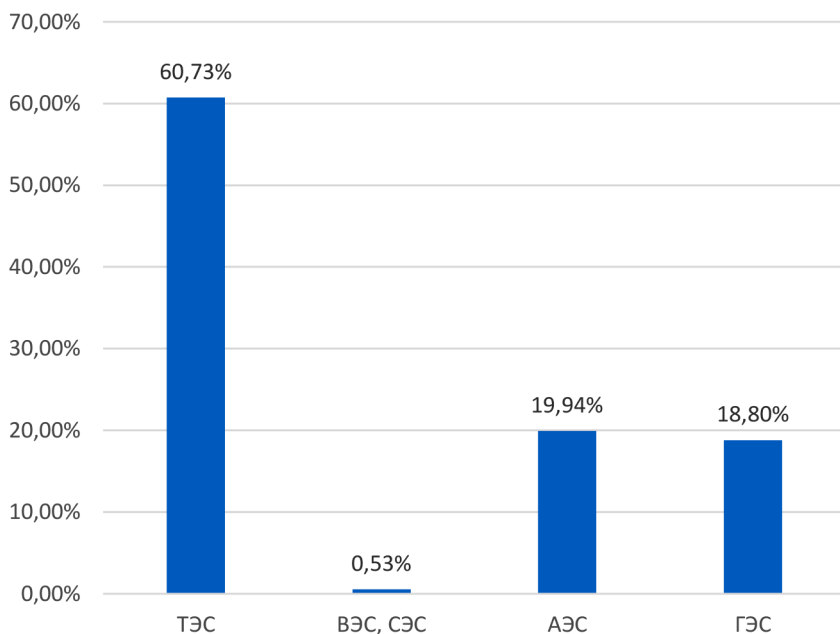


Рис. 3. Структура выработки электроэнергии по типам электростанций [12]

На основании анализа динамики электроэнергетической отрасли, можно говорить о дальнейшем ее развитии с точки зрения цифровизации. В этой связи перспективным направлением в области управления является применение инновационных решений в отрасль. Так как энергетические компании сталкиваются с рядом вызовов и рисков, то решить их помогает инновационная технология Smart Grid. Эта интеллектуальная система вывела управление электросетями на принципиально новый уровень, значительно превосходя традиционные методы распределения энергии. Главной характеристикой Smart Grid является способность автономно регулировать потоки электроэнергии между источниками генерации и конечными пользователями. Данная инновационная система может выполнять непрерывный мониторинг и оптимизировать распределение мощностей. Ее возможности помогают обеспечивать максимальную энергоэффективность. Благодаря этому достигается идеальное соответствие между генерацией и потреблением электроэнергии в каждый момент времени [3].

Применение концепции Smart Grid открывает новые перспективы для модернизации всего энергетического сектора. Уникальные характеристики этой технологии позволяют достичь впечатляющих результатов при её использовании, для чего важно учитывать основные функциональные особенности системы [7].

С точки зрения минимизации аварийных ситуаций современные энергосистемы оснащаются интеллектуальными устройствами, которые собирают и анализируют данные. За счет проведения комплексной диагностики оборудования, основанной на показаниях различных приборов, появляется возможность не только оценивать текущее состояние системы, но и прогнозировать потенциальные неисправности. Такое новшество помогает компаниям заранее разработать четкие инструкции

для персонала по предотвращению и устранению возможных проблем и ошибок. Самовосстановление в случае аварийных ситуаций становится главным элементом в обеспечении стабильного бесперебойного энергоснабжения. При этом все компоненты энергосистемы должны поддерживаться в оптимальном рабочем состоянии, что является основой для эффективного самовосстановления при возникновении нештатных ситуаций [3].

Цифровые подстанции и системы автоматической ликвидации аварий передают данные на серверы электросетевых компаний, обеспечивая возможность оперативно реагировать на нештатные ситуации и перебои в энергоснабжении. Стоит отметить, что основной элемент в этой структуре принадлежит к геоинформационной системе. Она способна обеспечивать оперативную обработку и хранение масштабных информационных массивов. В процессе цифровой трансформации особое значение приобретают информационно-управляющие комплексы, в частности система ADMS (Advanced Distribution Management Systems), предназначенная для автоматизации и оптимизации работы систем распределения электроэнергии. Это автоматизированная система обработки данных. Такая платформа интегрирует различные подсистемы контроля распределительных сетей, включая компоненты диспетчерского мониторинга и управления аварийными отключениями. Внедрение подобных инновационных технологических решений является обязательным условием для успешной реализации концепции Smart Grid в управлении современными энергосетями.

Стоит сказать, что большое значение играют цифровые подстанции. Они обладают высоким уровнем автоматизации и осуществляют свою работу и обмен информацией между соединительными элементами подстанции в цифровом формате.

Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года особое внимание уделяет вопросам цифровизации и внедрению технологий в отрасль, так как, несмотря на значительные шаги вперед в области децентрализованного производства энергии, традиционные централизованные электросистемы продолжают играть главную роль в энергетическом секторе большинства стран [11]. Такая идея касается как стандартных электростанций (АЭС, ГЭС, и ТЭС), так и установок, работающих на возобновляемых источниках энергии (с помощью ветра, солнца), которые остаются неотъемлемой частью электроэнергетических систем. Цифровые технологии и инновации в области распределенного энергопроизводства, систем накопления энергии, энергосбережения и виртуального объединения ресурсов открывают новые возможности для серьезных изменений в изучаемой отрасли.

Рынок розничного потребления электроэнергии становится все более конкурентным благодаря внедрению автоматизированных платформ для торговли электричеством на местном уровне. Такой подход постепенно приводит к постоянному уменьшению стоимости электричества, но также вызывает ряд трудностей у инвесторов в части прогнозирования возврата инвестиций.

Среди основных цифровых технологий, которые могут инициировать изменения в управлении и работе электроэнергетических систем, а также способствовать переходу на современные технологические основы в энергетике, выделяются следующие направления:

1. Использование источников энергии, основанных на возобновляемых ресурсах, наряду с системами для её хранения.
2. Развитие гибридного транспорта, электрических автомобилей и машин, работающих на водороде.

3. Внедрение технологий автономного передвижения и транспорта с подключением к цифровым сетям.

4. Применение прогрессивных решений для электроэнергетических сетей, включая адаптивные и распределенные системы [3, 8].

С точки зрения обеспечения низкоуглеродного будущего и процессов декарбонизации, особенно выделяются водородные энергетические системы. Эксперты предполагают, что водород, на данный момент активно применяемый в химической промышленности и нефтехимии, со временем превратиться в один из основных источников энергии, потенциально заменив существующие типы топлива.

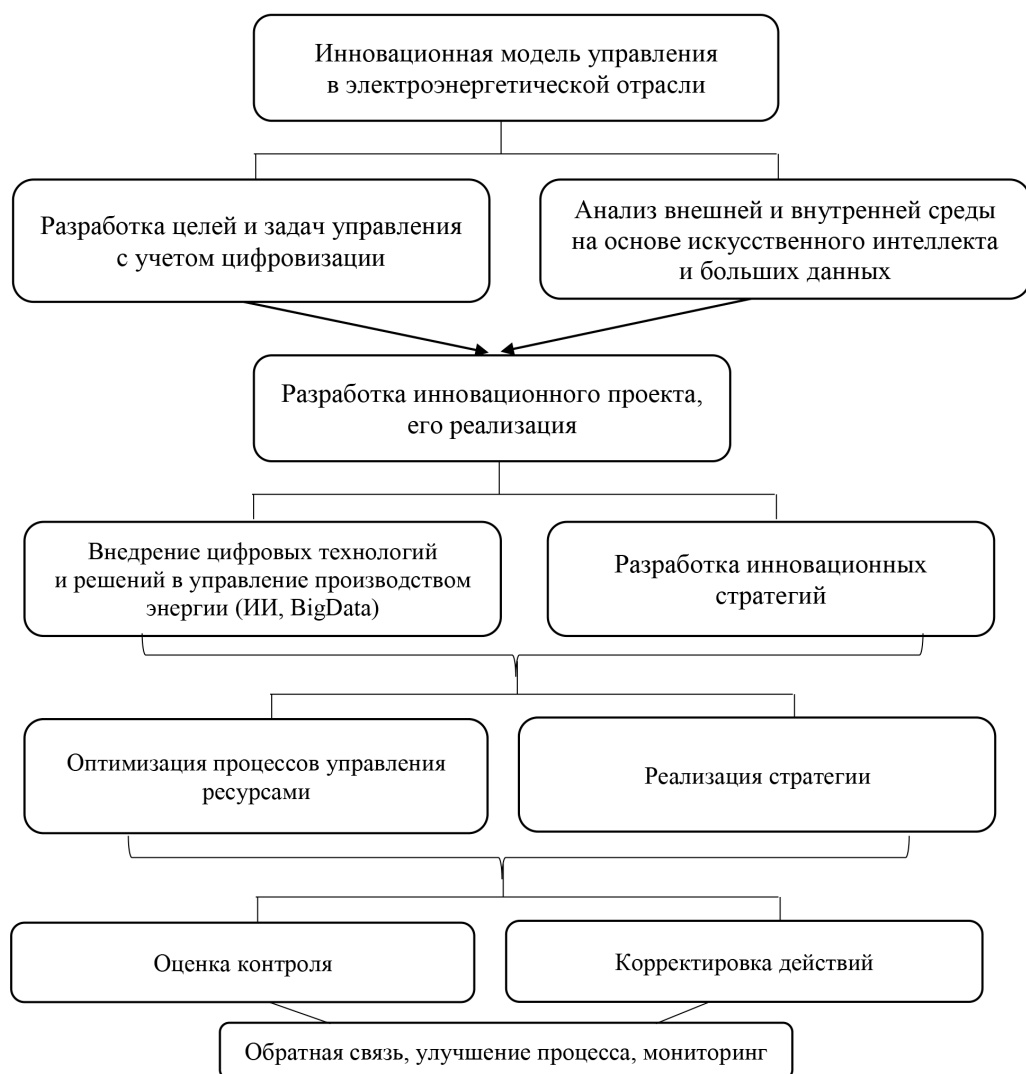


Рис. 4. Авторская инновационная модель управления электроэнергетикой

Источник: составлено автором.

Кроме сказанного ранее, другие инновационные решения включают разработку энергоэффективных стратегий для зданий различного назначения, включая жилые, офисные и коммерческие помещения, которые стремятся к минимизации энергопотребления до нулевых значений. Концепции, такие как «энергетический интернет», «умный дом» и «умный город», являются частью этого процесса, подразумевающая серьезную интеграцию цифровых технологий для повышения общей эффективности.

Важно отметить тот факт, что Россия располагает большими возможностями для производства водорода. И это открывает новые перспективы для создания «водородной экономики». Аналитики полагают, что действующие российские объекты генерации энергии способны обеспечить стране конкурентное преимущество на мировом рынке водородного топлива. Так, в перспективе до 2030 года Россия может занять внушительную долю этого рынка, предоставляя альтернативу традиционным углеводородным энергоносителям [11].

Главный подход к обеспечению энергией в рамках цифровизации управленческих решений, которая может быть получена из возобновляемых источников, включает в себя несколько стратегических шагов. Во-первых, внимание акцентируется на обновлении и улучшении технических норм и стандартов в этой сфере, при этом важно привлекать опыт мировых лидеров рынка. Также осуществляется внедрение и адаптация зарубежных технологий на отечественных производствах, что способствует созданию компонентов для электростанций, функционирующих на основе возобновляемых источников энергии. Ещё одним направлением является стимулирование экспорта российской продукции, в том числе оборудования и услуг, направленных на проектные работы, возведение, функционирование и обслуживание объектов, использующих возобновляемые источники.

Итак, опираясь на проведенный анализ электроэнергетической сферы и необходимого применения цифровых средств в управлении, можно предложить инновационную модель, которая будет адаптирована под внешние вызовы с минимальным набором рисков.

Представленная модель управления с точки зрения цифровизации в электроэнергетической отрасли предусматривает комплексный подход к решению основных вопросов управленческого характера. Она основана на интеграции современных технологий, таких как интернет вещей (IoT), большие данные, искусственный интеллект и блокчейн. Инновационные решения в этой области способны не просто повысить эффективность работы предприятий, но и значительно улучшить качество обслуживания клиентов, способствуя устойчивому развитию отрасли. Модель предусматривает разработку инновационного проекта, который подразумевает внедрение средств искусственно интеллекта на все этапы управленческого процесса, с помощью чего можно осуществлять постоянный мониторинг состояния оборудования и потребления энергии. Данный подход поможет компаниям оперативно реагировать на возникающие проблемы, минимизируя время простоя и снижая затраты на обслуживание. В качестве примера могут быть использованы специальные датчики, которые устанавливаются на трансформаторах и линиях электропередач. С помощью них система ведет постоянный мониторинг и предсказывает поломки, сообщает о них в результате чего проводится ремонт или профилактическое обслуживание.

В целом, схема демонстрирует циклический процесс инновационной модели управления. Данный подход делает возможным для предприятий прохождение про-

цесса адаптации к изменениям, одновременно повышая свою конкурентоспособность и устойчивость в условиях быстро меняющейся среды.

Выводы

Таким образом, на основании исследования можно сделать выводы о том, что современные цифровые решения не только произвели серьезные изменения в электроэнергетической отрасли, но и подтолкнули предприятия к разработке совершенно новых моделей управления. С помощью таких уникальных возможностей отрасль способна быстро адаптироваться за счет оптимизации рабочих процессов. Также, благодаря внедрению передовых технологий стало возможным не только осуществлять мониторинг состояния электросетей в реальном времени, но и оперативно обнаруживать повреждения с последующим контролем их устранения. Особую ценность представляет способность цифровых систем обрабатывать масштабные информационные потоки, тем самым ускоряя процесс принятия решения и минимизируя операционные издержки в электроэнергетическом секторе.

Цифровые технологии открывают новые перспективы для сотрудников энергетических компаний, способствуя росту производительности и обеспечивая повышенную безопасность труда. Это напрямую влияет на развитие корпоративной культуры предприятий. Дистанционный контроль энергопотребления и учет различных внешних условий позволяют создавать более эффективные бизнес-стратегии для разных производственных участков. В результате этих преобразований наблюдается устойчивая тенденция к увеличению удовлетворенности клиентов, что обусловлено значительным улучшением качества предоставляемых энергетических услуг.

Итак, активное использование передовых технологических решений и автоматизированных систем контроля позволит электроэнергетическим предприятиям реализовать комплексную стратегию инновационного развития. Благодаря цифровой модернизации будет создана независимая от человеческого фактора инфраструктура управления, что обеспечит планомерное достижение поставленных задач развития отрасли в целом.

Литература

1. Бусов В.И. Управленческие решения: учебник для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2025. 254 с.
2. Волкова И.О., Бурда Е.Д., Гаврикова Е.В., Сулов К.В., Косыгина А.В., Горгишели М.В. Трансформация электроэнергетики: тренды, модели, механизмы и практики управления: монография. Иркутск: Издательство ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», 2020. 354 с.
3. Иваненко О.Б., Головкина Е.В. Цифровая трансформация российской электроэнергетики: перспективы и ограничения // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13. № 11. С. 5063–5076. DOI: 10.18334/err.13.11.119863.
4. Рыбакова Л.В. Разработка управленческих решений: учебное пособие для направления подготовки. Благовещенск: Амурский государственный университет. 2022. 185 с.
5. Тебекин А.В. Методы принятия управленческих решений: учебник для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2025. 493 с.
6. Ярова Т.В., Ивлева И.В. О концепции модели цифровой трансформации электроэнергетических компаний // Вестник Академии знаний. 2023. № 54 (1). С. 282–289.
7. Армашова-Тельник Г.С., Соколова О.Л. Цифровая трансформация энергетического сектора по средствам реализации технологических решений Smart Grid в России и за рубежом // Российский экономический интернет-журнал. 2022. № 3. С. 1–21.

8. Оськин А.Д. Роль цифровых технологий в оптимизации бизнес-процессов в электроэнергетике // Инновации и Инвестиции. 2025. № 1. С. 182-187.

9. Аналитический отчет. Российская электроэнергетика: 20 лет реформ. Июль 2023. [Электронный ресурс]. URL: https://actek.group/russian_electric_power_industry/?ysclid=m6yzlgr8cb555882296 (дата обращения 12.03.2025).

10. Министерство энергетики Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/> (дата обращения 12.03.2025).

11. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года утверждена распоряжением Правительства РФ от 09.06.2020 №1523-р (в редакции от 15.02.2025 №356-р). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eprussia.ru/upload/iblock/2b6/2b6966bd7674bf2e4273d6b36eba75cc.pdf> (дата обращения 11.03.2025).

12. Энергетическая система России: прогноз на 2023-2028 годы [Электронный ресурс]. URL: <https://conomy.ru/analysis/articles/1020> (дата обращения 12.03.2025).

Дата поступления статьи в редакцию: 13.03.2025

Дата принятия статьи в печать: 09.04.2025