

## ПРИМЕНЕНИЕ УМНЫХ ЭНЕРГОСЕТЕЙ И ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные преимущества внедрения и применения «умных» сетей и цифровых платформ в электроэнергетике. Цифровые решения становятся фундаментом успешного, надёжного и эффективного функционирования отрасли. «Умные» сети и электростанции автоматизируют технологические процессы, сокращают затраты, непрерывно контролируют работу системы. Цифровые платформы позволяют в режиме реального времени осуществлять контроль системы, а также оперативно реагировать на изменения.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, цифровизация, цифровая трансформация, умные сети, информационные системы, энергоэффективность.

**Abstract.** The article discusses the main advantages of the introduction and application of "smart" networks and digital platforms in the electric power industry. Digital solutions are becoming the foundations for the successful, reliable and efficient functioning of the industry. Smart grids and power plants automate technological processes, reduce costs, and continuously monitor system operation. Digital platforms allow real-time monitoring of the system, as well as prompt response to changes.

**Keywords:** electric power industry, digitalization, digital transformation, smart grids, information systems, energy efficiency.

### Введение

Повсеместное развитие цифровых технологий в современном мире затрагивает все сферы деятельности, в том числе электроэнергетику. Повышение уровня энергетической эффективности, а также переход на ресурсосберегающие технологии, обусловленный ограниченностью традиционных ресурсов, являются важнейшими составляющими энергетической отрасли. Уже сейчас электроэнергетика обеспечивает 25 % всех энергетических потребностей. Электроэнергетика является базовой отраслью, с которой связаны все остальные сегменты экономики. Развитие современной электроэнергетики невозможно без применения инновационных цифровых технологий, основными направлениями использования которых являются: переход к применению возобновляемых источников энергии; применение интеллектуальных систем учёта потребления электроэнергии; использование технологий накопления энергии; разработка инновационных сервисов для потребителей электроэнергии и т.п. Цифровая трансформация электроэнергетики предполагает обеспечение отрасли новыми технологическими решениями, а также влияет на повышение надёжности электроснабжения и увеличение уровня качества электроэнергии, благодаря чему процесс передачи электроэнергии потребителям становится максимально эффективным. Благодаря внедрению цифровых технологий происходит развитие инфраструктуры электроэнергетики. Одними из актуальных сегментов распространения цифровых технологий в электроэнергетике является разработка «умных» сетей, а также внедрение различных инновационных цифровых платформ [1].

Цель данной статьи – рассмотреть основные принципы работы и влияние применения «умных» сетей и цифровых платформ в современной электроэнергетике. Сегодня необходимо увеличивать уровень конкурентоспособности энергетических компаний и стремиться к улучшению всех процессов, сокращению затрат электроэнергии,

повышению эффективности. Обеспечить стабильное устойчивое развитие электроэнергетики возможно благодаря внедрению инновационных цифровых решений.

### **Что такое «умные» сети**

«Умные» сети (или же «Smart Grid») – это специализированная комплексная система, которая включает в себя интеллектуальные устройства и оборудование для мониторинга, анализа и управления электрической энергией. Система «умных» сетей основана на эксплуатации распределённых «цифровых» датчиков и специальных информационных систем, обеспечивающих высокоэффективное управление электроэнергией. «Умные» сети позволяют осуществлять двусторонний обмен информацией между производителями, потребителями электрической энергии, а также операторами. Благодаря «умным» сетям происходит прогнозирование потенциальных аварийных ситуаций и дефектов, а также своевременное информирование операторов о потенциальной аварии. Такие сети также обеспечивают самовосстановление или «мягкое» отключение. При возникновении аварийной ситуации или же выходе из строя элементов электроэнергетического оборудования «умные» сети предусматривают отключение системы по заранее сформированным алгоритмам, а также возможность переключения на резервное оборудование. Таким образом, «умные» электростанции, основанные на применении «умных» систем:

- 1) максимально эффективное функционирование оборудования за счёт «умного» реагирования на аварийные ситуации или дефекты;
- 2) создают возможность быстрого реагирования всей системы и персонала на изменения в системе (встроенные в «умных» сетях цифровые датчики обрабатывают информацию и производят самоанализ, определяя уровень своего текущего состояния);

- 3) обеспечивают непрерывный мониторинг и самообучение системы, благодаря чему происходит моментальная реакция на аварийные ситуации.

Таким образом, «умные» электростанции представляют из себя комплексные инновационные информационно-технические решения на основе использования искусственного интеллекта, которые позволяют автоматизировать технологические процессы, оптимизировать управление электростанцией и энергетическим оборудованием, повысить уровень эффективности и надёжности, а также уменьшить и предотвратить количество аварийных ситуаций, в том числе уменьшая время на ремонт оборудования [2, с. 93].

### **Что такое цифровые платформы**

Цифровые платформы представляют из себя информационные системы, использующиеся с целью сбора, обработки и анализа больших данных, которые могут быть получены от различных энергетических объектов. Благодаря цифровым платформам происходит оперативное реагирование на изменения в системе, оптимизируются режимы работы энергетической системы, а также фиксируются различные аномалии в работе. Цифровые платформы в электроэнергетике могут использоваться в качестве системы диспетчерского управления: применяются специализированные автоматизированные системы для управления технологическим процессом, которые позволяют в режиме реального времени контролировать состояние оборудования и управлять его работой. Также распространён «Интернет вещей», представляющий из себя эксплуатацию специализированных датчиков, использующихся с целью сбора и передачи информации о текущем состоянии оборудования. Цифровые платформы являются фундаментом обеспечения надёжности электроснабжения в современной электроэнергетике. Эксплуатация

электрических сетей показывает, что наиболее низкими показателями надёжности обладают распределительные сети. В общей сложности по России доля распределительных сетей по сравнению с общей протяжённостью составляет 95 %. Это связано с тем, происходит постепенный износ электроэнергетического оборудования. Так, в России доля физического износа оборудования составляет 50 %. Таким образом, необходима разработка инновационных инструментов, которые позволят обеспечить высокий уровень надёжности энергетической системы. К таким инструментам относятся цифровые платформы. В частности, цифровые платформы управления надёжностью распределительных систем – это информационное пространство, агенты (сетевые компании, потребители, оборудование) которого взаимодействуют друг с другом с целью обеспечения максимального уровня надёжности распределительных систем. Цифровая платформа включает в себя понятия «цифровой двойник» (информационная виртуальная копия, в которой отражены параметры и ход процессов, касающихся работы физических объектов электроэнергетической системы. Эта копия формирует нужные алгоритмы для управления объектом) и «цифровая тень» (обработанная информация об оборудовании, в которой представлены все связи о влиянии параметров объекта на его функционирование). На рисунке 1 представлена схема работы подобных цифровых платформ [3, с. 22].



Рисунок 1. Структура цифровой платформы распределительных сетей.

### **Результаты исследования**

В компании «Россети» в России существует на данный момент 84 цифровые подстанции. Задача российской электроэнергетики на ближайшее будущее – оборудовать энергетическую систему подобными цифровыми решениями с целью обеспечения максимального уровня надёжности и эффективности. Деятельность российской энергосистемы связана со следующими затруднениями: сложность контроля энергетических комплексов в виду того, что огромное количество энергетических объектов расположено в труднодоступных местах; большой нерациональный расход ресурсов; аварийные ситуации. Внедрение и разработка «умных» сетей и цифровых платформ позволит решить следующие проблемы: благодаря цифровым системам на базе искусственного интеллекта проще контролировать работу оборудования и энергетических комплексов (например, беспилотные системы и дроны оперативно передают информацию операторам о возможных поломках, а датчики «умных» сетей проводят самоанализ текущего состояния); благодаря непрерывного мониторингу системы с помощью цифровых технологий происходит экономия ресурсов и снижение уровня убытков на эксплуатацию системы (например, предприятие «Интер РАО Электрогенерация» благодаря системе мониторинга «Интернет вещей» сэкономила 130 млрд рублей в год на сокращении перерасхода топлива; «умные» сети и цифровые платформы позволяют предсказывать аварийные ситуации [4]. Примером цифровой платформы может служить «OpenFMB». Она существует с 2016 года и предполагает установление прямых связей между потребителями и генерацией. Данная система использует многоуровневую архитектуру, определяющую параметры качества обслуживания системы [5].

## **Выводы**

Таким образом, применение «умных» сетей и цифровых платформ служит основой перехода электроэнергетики на новый интеллектуальный уровень функционирования, связанный с высоким уровнем надёжности и эффективности. Благодаря внедрению цифровых решений происходит автоматизация и оптимизация технологических процессов энергосистемы. Например, к 2030 году компания «Россети» планирует ввести в работу более 1200 новых цифровых подстанций. Цифровизация открывает новые горизонты для развития электроэнергетики России [5].

## **Литература**

1. Иваненко, О. Б. Цифровая трансформация российской электроэнергетики: перспективы и ограничения / О. Б. Иваненко, Е. В. Головкина // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 11. – С. 5063-5076. – DOI 10.18334/epp.13.11.119863.
2. Мартынов В., Зорченко Н., Панфилов Д. «Умные электростанции» - цифровое будущее энергетики // ЭП. 2021. №9 (163). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/umnye-elektrostantsii-tsifrovoe-budushee-energetiki> (дата обращения: 11.05.2025).
3. Крупенёв Д. С., Пискунова В. М., Гальфингер А. Г. Принципы формирования цифровой платформы для управления надёжностью распределительных электрических сетей в современных условиях эксплуатации [Текст] / Крупенёв Д. С., Пискунова В. М., Гальфингер А. Г. // ЭлектроЭнергия. — 2022. — № 1 (70). — С. 18-25.
4. Ришняк М. Энергетические комплексы будущего: внедрение возможно в ближайшие 3 года / Ришняк М. [Электронный ресурс] // Хабр : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/573152/> (дата обращения: 13.05.2025).

5. Небера А. А., Вериго А. Р., Непша Ф. С. Цифровая платформа как основа для разработки систем интеллектуального управления децентрализованной распределенной энергетикой [Текст] / Небера А. А., Вериго А. Р., Непша Ф. С. // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. — 2020. — № 8.

6. Щевцов О. Цифровые электрические подстанции / Щевцов О. [Электронный ресурс] // elec.ru : [сайт]. — URL: <https://www.elec.ru/publications/peredacha-raspredelenie-i-nakoplenie-elektroenergi/8804/> (дата обращения: 13.05.2025).