

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Кувондиков Камронбек Одилбек угли

Наманганский государственный технический университет

E-mail: quvondikovkamronbek7@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17814324>

Аннотация: В данной работе рассмотрены современные технологии в сфере цифровой энергетики, их преимущества и области применения. Раскрыты вопросы работы цифровых сервисов на основе больших данных, систем дистанционного управления, расширенных диагностических средств, а также концепции единой информационной модели. Кроме того, уделено внимание вопросам кибербезопасности, развитию национальных технологий и обеспечению безопасности человека.

Ключевые слова: цифровые технологии, цифровые решения, энергетика, технологии, цифровая энергетика, энергетическая система, управление, кибер-физическая 3D-модель, облачные вычисления.

RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ENERGETIKA SOHASIDA

Annotatsiya: Ushbu maqolada raqamli energetika sohasidagi zamonaviy texnologiyalar, ularning afzalliklari va qo'llanish sohalari ko'rib chiqiladi. Katta ma'lumotlar asosida ishlovchi raqamli servislar, masofaviy boshqaruv tizimlari, kengaytirilgan diagnostika vositalari, shuningdek yagona axborot modelining kontseptsiyasi yoritilgan. Bundan tashqari, kiberxavfsizlik masalalari, milliy texnologiyalarni rivojlantirish hamda inson xavfsizligini ta'minlash jihatlariga alohida e'tibor qaratiladi.

Kalit so'zlar: raqamli texnologiyalar, raqamli yechimlar, energetika, texnologiyalar, raqamli energetika, energetik tizim, boshqaruv, kiber-fizik 3D-model, bulutli hisoblashlar.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE ENERGY SECTOR

Abstract: This paper examines modern technologies in the field of digital energy, their advantages and areas of application. It explores the operation of digital services based on big data, remote control systems, advanced diagnostic tools, as well as the concept of a unified information model. In addition, attention is paid to issues of cybersecurity, the development of national technologies, and ensuring human safety.

Keywords: digital technologies, digital solutions, energy sector, technologies, digital energy, power system, control, cyber-physical 3D model, cloud computing.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительного развития информационно-коммуникационных технологий энергетика переживает этап глубокой трансформации, связанной с переходом от традиционных принципов управления к концепции цифровой энергетики. Рост объемов выработки и потребления электроэнергии, усложнение структуры энергетических систем, внедрение возобновляемых источников энергии и распределенной генерации предъявляют новые требования к надежности, управляемости и эффективности энергетической инфраструктуры. В этих условиях использование цифровых технологий становится одним из ключевых факторов устойчивого развития отрасли.

Цифровая энергетика предполагает интеграцию систем автоматизации, средств сбора и обработки больших данных, интеллектуальных алгоритмов управления, а также

облачных и туманных вычислений в единое информационно-управляющее пространство. Формирование единой информационной модели энергетической системы позволяет в режиме реального времени получать достоверные сведения о состоянии оборудования, режимах работы сетей и параметрах потребления, что создает основу для принятия обоснованных управленческих решений, оптимизации режимов и снижения эксплуатационных затрат.

Важным направлением является развитие систем дистанционного мониторинга и управления, основанных на применении кибер-физических систем и 3D-моделей объектов энергетики. Такие решения обеспечивают расширенные диагностические возможности, прогнозирование отказов, снижение рисков аварий и повышение уровня промышленной и экологической безопасности. Одновременно с этим возрастает значимость вопросов кибербезопасности, так как цифровизация сопровождается возрастанием уязвимости информационной инфраструктуры к внешним и внутренним угрозам.

Особое значение приобретает развитие национальных цифровых технологий и программно-аппаратных комплексов, адаптированных к условиям конкретной страны и отвечающих требованиям технологического суверенитета. В центре внимания при этом остается человек – как оператор сложных систем управления, так и конечный бенефициар повышения надежности энергоснабжения и качества предоставляемых услуг.

В связи с этим актуальной научно-практической задачей является всесторонний анализ современных цифровых решений в энергетике, оценка их преимуществ, особенностей внедрения и влияния на безопасность, эффективность и устойчивость функционирования энергетических систем. В данной работе предпринята попытка осветить ключевые направления развития цифровой энергетики, рассмотреть особенности применения цифровых сервисов на основе больших данных, систем дистанционного управления и расширенной диагностики, а также обозначить актуальные вызовы в сфере кибербезопасности и защиты интересов человека.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Цифровые энергетические системы и их преимущества. Цифровые сервисы используют большие объёмы данных, что позволяет оптимизировать интервалы технического обслуживания, повысить эффективность производства и заранее выявлять неисправности. Данные, полученные с энергетических объектов, интегрируются с дополнительными источниками — погодными условиями, температурой окружающей среды, качеством воздуха, отчётами об авариях и т. д. Это обеспечивает более точный анализ систем[1].

Для правильного понимания и эффективного использования больших данных необходимы экспертные знания и аналитическое мышление. Миллионы умных устройств и сенсоров создают мост между реальным и виртуальным мирами, генерируя огромные объёмы данных. Эти данные обрабатываются с помощью интеллектуальных алгоритмов и аналитических методов, что способствует оптимальной работе энергетических систем[2].

В качестве примера можно привести разработку американской компании **Eaton** — сервис “**Enotify Remote Monitoring**”, который обеспечивает дистанционный мониторинг источников бесперебойного питания (UPS) и аккумуляторных систем. Программное обеспечение собирает показатели работы UPS и передаёт их в центральный центр наблюдения. На основе анализа формируются ежемесячные отчёты, предоставляемые

руководству, что позволяет своевременно принимать правильные решения по техническому обслуживанию[3].

Аналогичное решение предлагает компания **Ingersoll-Rand PLC** через систему **“Trane Intelligent Services”**, которая обеспечивает дистанционный мониторинг и анализ систем HVAC (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха). Эта система снижает эксплуатационные расходы, ускоряет выявление и устранение неисправностей[4].

Расширенные системы диагностики и прогнозирования

Расширенные диагностические сервисы объединяют глобальный инженерный опыт, онлайн-сбор данных, их анализ и возможность прогнозирования неисправностей. С помощью экспертных баз оценивается состояние системы, разрабатываются рекомендации по совершенствованию производственных процессов.

Например, компания **Caterpillar** совместно со стартапом **Uptake** разработала инструменты прогнозной диагностики. Эта система анализирует данные, полученные от бульдозеров и экскаваторов, что позволяет выявлять неисправности на ранней стадии[4].

Кроме того, сервис **“Power Diagnostics”** компании **Siemens** осуществляет дистанционный анализ газовых и паровых турбин, генераторов и котлов, снижая риск аварий и повышая надежность оборудования.



Рисунок 1. Технологическая схема цифровой энергетики

Цифровые технологии позволяют осуществлять дистанционное управление и контроль за электрическими станциями, расположенными в удалённых районах. Например, при перегрузке трансформатора и его перегреве датчики измеряют температуру масла и силу тока, после чего отправляют результаты в облачную систему. Таким образом предотвращаются возможные неисправности. Даже если датчик выйдет из строя, система способна обнаружить этот факт[5].

Сервисы удалённого мониторинга продлевают срок службы оборудования, повышают его надёжность и обеспечивают эксплуатационную гибкость. В таких системах можно применять концепцию «цифровой опоры» (или «цифрового столба»). Датчики, установленные на таких опорах, передают данные через оптоволоконные кабели или коммуникационные каналы 5G, LTE, GSM. Полученная информация анализируется в масштабе национальной энергетической системы и хранится на облачных серверах.

Таблица 1. Компоненты цифровой энергетической системы, их функции и используемые технологии

№	Название компонента	Функция	Используемые технологии
1	Умные датчики	Измеряют ток, напряжение, температуру и давление	IoT, микроэлектроника
2	Модуль сбора данных	Собирает и передаёт сигналы от датчиков	GSM, LTE, 5G, SCADA-системы
3	Система облачных вычислений	Хранит и обрабатывает большие объёмы данных	Cloud Computing, Big Data
4	Аналитическая и прогнозная система	Раннее выявление неисправностей и выдача рекомендаций	Искусственный интеллект, Машинное обучение, Нейронные сети
5	Диспетчерский центр	Осуществляет дистанционное управление и мониторинг в реальном времени	SCADA, интерфейсы HMI
6	Модуль кибербезопасности	Обеспечивает защиту данных и предотвращает внешние атаки	Алгоритмы шифрования, Национальные серверы
7	Система безопасности персонала	Контролирует местоположение сотрудников и сигналы тревоги	IoT-датчики, GPS, Сетевой мониторинг

В подобных системах вопросы кибербезопасности являются ключевым фактором. Серверы, обрабатывающие данные, должны находиться на территории страны и работать под государственным контролем. Серверы, датчики и другое оборудование необходимо производить на базе национальной микроэлектроники, а программное обеспечение должно быть разработано локальными специалистами. В противном случае использование иностранных компонентов может поставить под угрозу безопасность всей системы.

Созданная на базе облачных серверов единая информационная модель обеспечивает централизованное управление энергетической системой. Диспетчеры наблюдают за изменениями в сети в режиме реального времени и применяют решения, направленные на обеспечение безопасности персонала. Например, датчики, встроенные в спецодежду технических работников, определяют их местоположение и отправляют диспетчеру сигнал о безопасной дистанции.

Цифровые энергетические системы позволяют быстро выявлять аварии, оперативно составлять планы по их устранению и минимизировать человеческий фактор. Благодаря визуальной информации, видеонаблюдению и мониторингу в реальном времени повышаются безопасность и эффективность энергетических объектов.

В такие системы можно интегрировать передовые технологии, такие как Интернет вещей (IoT), блокчейн, нейронные сети, автоматическая отчётность, прогностическая

аналитика и самодиагностика. Такой подход значительно повышает управляемость, уровень автоматизации и надёжность энергетических систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение цифровых технологий в энергетические системы — это важнейший фактор современного экономического развития и устойчивого роста. С их помощью процессы производства, распределения и потребления энергии становятся более эффективными, безопасными и экономичными.

Цифровое управление, расширенная диагностика, дистанционный мониторинг и облачные вычисления выводят энергетику на новый уровень развития. Развитие национальных технологий и обеспечение кибербезопасности, в свою очередь, гарантируют независимость и устойчивость энергетической системы.

Локально разработанные программные решения и электронные компоненты повышают уровень безопасности и усиливают международную конкурентоспособность.

В целом, цифровая энергетика — это не просто технологическое новшество, а перспективное направление, обеспечивающее безопасность человека, энергоэффективность и экологическую устойчивость.

Список литературы

1. Ахметшин Э.Р. «Цифровые технологии в энергетике» – Казань: КГЭУ, 2022.
2. Копылов С.И. «Интеллектуальные энергосистемы и цифровизация электроэнергетики» – Москва: Энергия, 2021.
3. Siemens AG. Power Diagnostics Services Overview – Siemens Energy, 2023.
4. Eaton Corporation. Enotify Remote Monitoring System Description – Official Documentation, 2022.
5. Trane Technologies. Intelligent Services: Remote Monitoring and Predictive Maintenance – 2023.
6. Caterpillar Inc. и Uptake. Predictive Diagnostics Partnership Report – 2021.
7. Министерство энергетики Республики Узбекистан. «Концепция цифровой энергетики – 2030» – Ташкент, 2023.