

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Б. Б. Холихматов

*ассистент, Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Узбекистан,
xolixmatov.b22@mail.ru*

Научный руководитель **А. Г. Саиджоджаев**

*доктор технических наук, профессор, Ташкентский государственный технический университет,
г. Ташкент, Узбекистан, xolixmatov.b22@mail.ru*

В статье рассматриваются современные вызовы, стоящие перед городскими системами электроснабжения, и роль цифровых технологий в их модернизации. Показаны ключевые направления цифровой трансформации, включая внедрение интеллектуальных сетей (Smart Grid), использование цифровых двойников и технологий Интернета вещей (IoT). Приведены сравнительные характеристики традиционной и цифровой энергосистемы, международный опыт и перспективы внедрения в странах СНГ.

Ключевые слова: цифровая трансформация, электроснабжение, Smart Grid, цифровой двойник, IoT, городская энергетика.

DIGITAL TRANSFORMATION OF URBAN POWER SUPPLY SYSTEMS

B. B. Kholikhmatov

assistant, Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan, xolixmatov.b22@mail.ru

Supervisor **A. G. Saidkhodjaev**

*doctor of technical sciences, professor, Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan,
xolixmatov.b22@mail.ru*

The article examines the current challenges facing urban power supply systems and the role of digital technologies in their modernization. It shows the key areas of digital transformation, including the introduction of smart grids, the use of digital twins and Internet of Things (IoT) technologies. It provides comparative characteristics of the traditional and digital power systems, international experience and implementation prospects in the CIS countries.

Keywords: digital transformation, power supply, Smart Grid, digital twin, IoT, urban energy.

Современные города концентрируют население, промышленность и инфраструктуру, что повышает требования к электроснабжению. Традиционные сети с централизованной генерацией уже не обеспечивают нужной гибкости и надежности.

Цифровая трансформация энергосистем – стратегическое направление, связанное с внедрением интеллектуального управления и автоматизации, что повышает энергоэффективность и надежность в рамках концепции «умных городов».

Городские энергосети сталкиваются с ростом потребления электроэнергии из-за урбанизации и развития электротранспорта. Дополнительные трудности создаёт интеграция нестабильных ВИЭ. Сети уязвимы к авариям и кибератакам, а устаревшее оборудование и низкая автоматизация снижают надёжность и эффективность электроснабжения.

Основные проблемы традиционных энергосистем

Проблема	Последствие для города
Устаревшее оборудование	Повышенные потери энергии, аварии
Централизованное управление	Сложность быстрой локализации сбоев
Односторонняя передача энергии	Невозможность участия потребителей
Низкая гибкость сети	Трудности с интеграцией ВИЭ

Решение проблем возможно через цифровые технологии: Smart Grid для двустороннего обмена энергией и данными, IoT для мониторинга в реальном времени, цифровые двойники для прогнозирования и оптимизации работы сетей, а также искусственный интеллект для анализа данных и предиктивного управления.

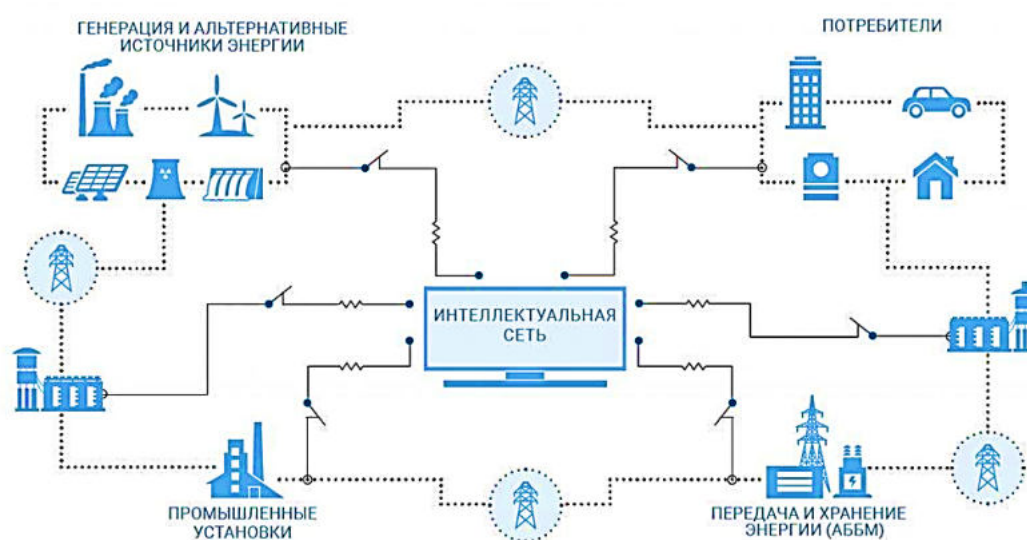


Рис. 1. Структура цифровой городской энергосистемы (схема)

Внедрение цифровых технологий становится ключевым направлением энергетики. Германия и Швеция развивают ВИЭ и Smart Grid для гибкости и снижения углеродного следа. Южная Корея и Япония внедряют IoT и «умные» счётчики для точного учёта и оптимизации распределения энергии. В США цифровизация связана с концепцией «умных городов» – интеграцией электромобилей, зарядных станций и систем хранения. Этот опыт доказывает, что цифровизация повышает устойчивость, надёжность и экологичность энергосистем.

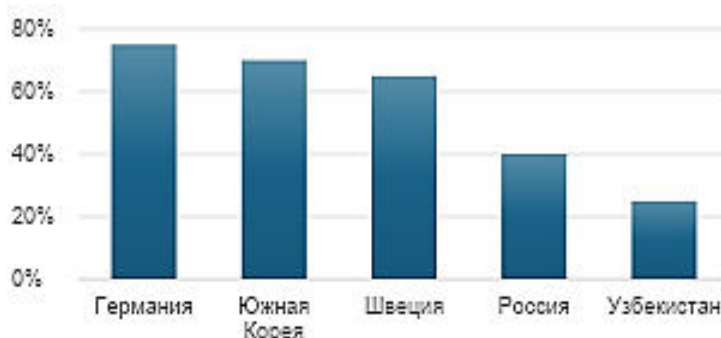


Рис. 2. Уровень внедрения Smart Grid в разных странах, % (условные данные)

В странах СНГ цифровизация энергосистем находится на начальном этапе. Приоритеты – внедрение smart meters, цифровизация диспетчерских центров, пилотные проекты smart grid и «умные кварталы», а также интеграция локальных ВИЭ в городские сети.

Таблица 2

Преимущества и барьеры внедрения цифровых технологий

Преимущества	Барьеры внедрения
Снижение потерь электроэнергии	Высокая стоимость инвестиций
Повышение надежности сети	Недостаток кадров и компетенций
Интеграция ВИЭ	Отсутствие нормативной базы
Прозрачность учета	Низкая цифровая зрелость предприятий

Цифровая трансформация электроснабжения повышает надёжность, гибкость и эффективность, формируя основу «умных городов». Для её успеха нужны господдержка и современная нормативная база, развитие цифровых компетенций персонала, инвестиции в инфраструктуру и интеллектуальные системы. Важна также интеграция ВИЭ и активное участие потребителей.

Библиографические ссылки

1. *Gungor V. C., Sahin D., Kocak T., Ergut, S., Buccella C., Cecati C., Hancke G. P.* Smart grid technologies: Communication technologies and standards // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2011. № 7(4). P. 529–539.
2. *Fang X., Misra S., Xue G., Yang D.* Smart grid – The new and improved power grid: A survey // IEEE Communications Surveys & Tutorials 2012. № 14(4). P. 944–980.
3. *Куликов В. М., Климов С. А.* Цифровизация электроэнергетики: перспективы и вызовы // Энергетическая политика. 2020. № 4. С. 45–55.
4. *Богданов А. А., Литвинов Ю. В.* Интеллектуальные энергосистемы в условиях цифровой трансформации экономики // Вестник энергетики. 2019. № 7. С. 12–19.