

УДК 339.54.012

Сидоров Павел Владимирович, студент 4 курса группы Э-24 кафедры электроснабжение промышленных предприятий, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Попов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжение промышленных предприятий, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

УМНЫЕ СЧЕТЧИКИ: КАК ОБЫЧНЫЙ ПРИБОР УЧЕТА ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ОСНОВУ ДЛЯ ЭКОНОМИИ ДЕНЕГ И УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ

Аннотация. В статье рассматривается роль интеллектуальных счетчиков в энергетике. Показано, что эти устройства являются основой для управления потреблением и сетью. Анализируются механизмы прямой экономии для потребителей и операционной эффективности для сетевых компаний. Также затрагиваются ключевые проблемы внедрения, включая вопросы безопасности.

Ключевые слова: интеллектуальный учет, умный счетчик, Smart Grid, энергосбережение, динамическое тарифообразование.

Annotation. The article discusses the role of smart meters in the energy sector. It shows that these devices are the foundation for managing consumption and the grid. The article analyzes the mechanisms of direct savings for consumers and operational efficiency for grid companies. It also addresses key challenges in implementation, including security issues.

Keywords: smart metering, smart meter, Smart Grid, energy saving, dynamic tariffing.

Введение

Традиционный прибор учета электроэнергии выполнял пассивную и единственную функцию – фиксацию объема потребления за расчетный период. Его данные были ретроспективными, неточными (из-за человеческого фактора при съеме показаний) и неструктурированными. Цифровая трансформация энергетики кардинально меняет эту парадигму. Современный интеллектуальный счетчик (Smart Meter) представляет собой многофункциональное микропроцессорное устройство, оснащенное двусторонним каналом связи. Он является не конечной точкой, а источником и узлом обработки критически важных данных в режиме, близком к реальному времени. Таким образом, происходит фундаментальный сдвиг: от учета как административно-финансовой процедуры – к учету как основе для управления и оптимизации как на стороне потребителя, так и на стороне сети [1, 2]. Данная статья систематизирует, каким образом эта технологическая основа преобразуется в конкретные финансовые и операционные преимущества.

1. От прибора к платформе: архитектура и функционал умной системы учета

Система интеллектуального учета – это комплекс аппаратных и программных средств, в которой счетчик является лишь окончательным устройством [2]. Ее ключевые компоненты включают:

- **Интеллектуальные счетчики (ИС)**, способные измерять не только активную, но и реактивную энергию, фиксировать мгновенные значения мощности, напряжения, частоты, записывать профили нагрузки (потребление с интервалом 15-30 минут), детектировать факты несанкционированного вмешательства [2, 3].
- **Сеть сбора данных (ССД)**, использующая различные среды передачи (PLC, RF, GSM/LTE, LoRaWAN, NB-IoT) [3].

- **Централизованная система обработки данных**, агрегирующая информацию, валидирующая ее, формирующая расчетные данные и предоставляющая интерфейсы для интеграции с другими системами (биллинг, GIS, ERP, MDM).
- **Портал самообслуживания для потребителя**, обеспечивающий доступ к детализированной статистике его потребления.

Именно способность формировать детализированный профиль нагрузки является ключевым отличием, переводящим данные из разряда бухгалтерских в разряд технологических и маркетинговых [1, 4].

2. Экономия для потребителя: от данных к решениям

Для конечного пользователя (домохозяйства, малого бизнеса) умный счетчик создает основу для экономии через несколько механизмов [1, 4].

2.1. Поведенческая экономия и визуализация. Предоставление доступа к данным в режиме, близком к реальному времени (через мобильное приложение или веб-портал), резко повышает осведомленность потребителя.

Он может:

- Точно идентифицировать наиболее энергоемкие приборы.
- Выявлять аномалии (например, повышенное ночное потребление из-за неисправного холодильника) и оперативно реагировать.
- Контролировать выполнение мер по энергосбережению. Исследования показывают, что только за счет информированности и поведенческих изменений экономия может составить 5-15% от ежемесячного счета [4].

2.2. Динамическое и многотарифное ценообразование. Умный учет является технической предпосылкой для внедрения сложных тарифных моделей, таких как тарифы по зонам суток (T1, T2, T3) или, в перспективе, сильно динамические тарифы, привязанные к оптовой цене на рынке [1, 2]. Потребитель, смещая нагрузку на ночные часы или периоды

избыточной генерации от ВИЭ (например, днем при высокой солнечной активности), получает прямую финансовую выгоду. Счетчик позволяет автоматически учитывать потребление в этих различных временных интервалах, что было невозможно при месячном усреднении.

2.3. Упреждающее обслуживание и безопасность. Алгоритмы на основе данных со счетчиков могут предупреждать о потенциальных неисправностях внутридомовой проводки (например, о перегреве контактов, что является частой причиной пожаров) или об отключении электричества, позволяя диспетчерской службе реагировать проактивно [3].

3. Управление сетью для сетевой компании: данные как актив
Для сетевой организации внедрение умных счетчиков решает комплекс критических задач, трансформируя подход к управлению активами [1, 3].

3.1. Сокращение коммерческих (нетехнологических) потерь. Это наиболее прямой экономический эффект [5]. Система позволяет:

- Полностью исключить ошибки снятия показаний и их передачу в биллинговую систему в автоматическом режиме.
- В режиме реального времени выявлять зоны с аномально высокими потерями, что сужает область поиска несанкционированных подключений.
- Анализировать балансы электроэнергии на каждом участке сети низкого напряжения (0.4 кВ) с высокой точностью и оперативностью [3, 5].

3.2. Мониторинг качества электроэнергии и состояния сети. Данные о напряжении и частоте с тысяч конечных точек – это мощнейший диагностический инструмент [2, 3]. Сетевики могут:

- Обнаруживать участки сети с хронически низким или высоким напряжением.
- Оптимизировать схемы загрузки трансформаторных подстанций.

- Планировать модернизацию сети не на основе усредненных нормативов, а на основе объективных данных о реальных режимах работы.

3.3. Предикивная аналитика и управление активами. Интеграция данных учета с системами геоинформации (GIS) и управления активами (EAM) позволяет перейти от планово-предупредительного ремонта к предикивному обслуживанию. Анализ трендов потребления и параметров сети помогает прогнозировать отказы оборудования до их наступления [1, 3].

3.4. Интеграция распределенной генерации (ВИЭ). Для эффективного управления двусторонними потоками энергии от крышных солнечных станций или микро-ветрогенераторов необходим точный учет не только потребления, но и генерации в каждой точке сети [1, 4]. Умные счетчики, поддерживающие соответствующий функционал, становятся основой для расчетов по "зеленым" тарифам и управления нагрузкой в условиях активной потребительской генерации.

4. Вызовы и барьеры внедрения

Несмотря на преимущества, массовое внедрение сталкивается с проблемами:

- **Высокие капитальные затраты.** Стоимость развертывания системы (счетчики, связь, ПО) требует тщательного экономического обоснования.
- **Кибербезопасность.** Умные счетчики и ССД увеличивают поверхность для потенциальных кибератак, что требует вложений в криптозащиту, сегментацию сетей и системы обнаружения вторжений [1, 2].
- **Защита персональных данных.** Детализированный профиль нагрузки – это цифровой отпечаток образа жизни потребителя. Необходимо обеспечить юридическую и техническую защиту этих данных от несанкционированного использования.

- **Сложность управления проектом.** Масштабные проекты по замене миллионов приборов требуют безупречной логистики, работы с населением и интеграции с унаследованными ИТ-системами [5].

Заключение

Умный счетчик перестал быть простым измерителем киловатт-часов. Он трансформировался в базовый элемент цифровой энергетической экосистемы, генерирующий данные, которые становятся основой для принятия решений на всех уровнях [1, 2]. Для потребителя это инструмент финансового контроля, энергосбережения и участия в новых рыночных моделях. Для сетевой компании – источник оперативной информации для борьбы с потерями, оптимизации инвестиций, повышения надежности и подготовки сети к будущему с активными потребителями и распределенной генерацией. Таким образом, инвестиции в интеллектуальный учет – это не затраты на замену оборудования, а вложение в создание цифровой платформы для устойчивого, эффективного и клиентоориентированного энергообеспечения [1, 5]. Успех дальнейшего внедрения будет зависеть от решения технологических задач в области связи и кибербезопасности, а также от построения доверительных отношений с потребителями в вопросах использования их данных.

Литература:

1. Бушуев В. В., Саенко В. В. Цифровая трансформация электроэнергетики: интеллектуальные системы учета и управления / под ред. В. А. Барина. – М. : Энергоатомиздат, 2022. – 287 с.
2. ГОСТ Р 59089-2020. Учет электроэнергии. Системы измерения и учета электрической энергии. Общие технические требования. – Введ. 2021-07-01. – М. : Стандартинформ, 2020. – IV, 32 с.
3. Дьяков А. Ф., Козлов В. А., Федоров А. И. Интеллектуальные системы учета электроэнергии (Smart Metering) в распределительных сетях // Электрические станции. – 2021. – № 12. – С. 34-41.

4. Макаров А. А., Суслов Н. И., Митрова Т. А. Роль интеллектуальных систем учета в повышении энергоэффективности и развитии Smart Grid // Энергетическая политика. – 2023. – № 3 (167). – С. 58-71.

5. Оленев Н.Н., Соколов А.В. Модель оценки экономической эффективности внедрения интеллектуальных систем учета электроэнергии // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13, № 4. С. 64-75.

Literature:

1. Bushuev V. V., Saenko V. V. Digital Transformation of the Electric Power Industry: Intelligent Accounting and Management Systems / edited by V. A. Barinov. – Moscow: Energoatomizdat, 2022. – 287 p.

2. GOST R 59089-2020. Electricity Accounting. Systems for Measuring and Accounting of Electrical Energy. General Technical Requirements. – Introduction. 2021-07-01. – Moscow: Standartinform, 2020. – IV, 32 p.

3. Dyakov A. F., Kozlov V. A., and Fedorov A. I. Intelligent Electricity Metering Systems (Smart Metering) in Distribution Networks // Electrical Stations. 2021. No. 12. Pp. 34-41.

4. Makarov A. A., Suslov N. I., and Mitrova T. A. The Role of Intelligent Metering Systems in Improving Energy Efficiency and Developing Smart Grids // Energy Policy. – 2023. – No. 3 (167). – Pp. 58-71.

5. Olenev N.N., Sokolov A.V. Model of assessing the economic efficiency of the implementation of intelligent electricity metering systems // Scientific and Technical Gazette of SPbSPU. Economic Sciences. 2020. Vol. 13, No. 4. Pp. 64-75.