

УДК 621.311:004.056

УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА БАЗЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Габдрахманова С.Е., студентка гр. ЦСА-1-24, II курс
Научный руководитель: Вассунова Ю.Ю., к.т.н., доцент
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань

Интеллектуальный учет электроэнергии (Smart Metering, AMI) представляет собой автоматизированные комплексы, обеспечивающие контроль и управление энергоресурсами на основе двунаправленного обмена информацией между потребителем и энергосбытовой компанией.

Принципиальное отличие интеллектуальных комплексов от традиционных средств учета заключается, прежде всего, в их функциональных возможностях. Если традиционные счетчики выполняют лишь базовую функцию — измерение суммарного объема потребленной электроэнергии, то системы АСКУЭ уже обеспечивают дистанционный сбор показаний. В свою очередь, интеллектуальные системы Smart Metering выходят на принципиально иной уровень, реализуя двунаправленную связь в режиме реального времени. Это позволяет не только получать детализированную информацию о параметрах энергопотребления, но и дистанционно управлять режимами работы оборудования.

Цель внедрения — повышение надежности, эффективности и прозрачности процессов путем снижения коммерческих потерь, оптимизации балансов и предоставления достоверной информации всем участникам рынка [1].

Интеллектуальные системы управления потреблением электроэнергии функционируют на основе клиент-серверной архитектуры. В своей структуре такие системы включают три иерархических уровня, которые связаны между собой посредством различных коммуникационных технологий, обеспечивающих надежную передачу данных.

Нижний уровень составляют приборы учета (ПУ) — сертифицированные программно-аппаратные комплексы, применяемые для коммерческого учета на розничных рынках.

Средний уровень представлен информационно-вычислительными комплексами учета (ИВКЭ), объединяющими программные и аппаратные компоненты для сбора, хранения, передачи и обработки информации, а также для удаленного управления приборами и их нагрузкой. ИВКЭ позволяют дистанционно собирать, обрабатывать и хранить сведения о параметрах настройки ПУ и журналах событий, изменять конфигурацию и обновлять программное обеспечение.

Верхний уровень — информационно-вычислительные комплексы (ИВК), которые обеспечивают дистанционное считывание, накопление, обработку и

хранение информации, визуализацию результатов измерений, управление ПУ, изменение конфигурации нижестоящих уровней, интеграцию со смежными комплексами, а также обработку персональных сведений при необходимости. Эксплуатация оборудования ИВК осуществляется в пределах зоны контроля, его компоненты могут быть географически распределены [2].

Функциональные возможности ИСУЭ включают дистанционный сбор показаний и мониторинг в реальном времени, что устраняет потребность в ручном обходе, снижает эксплуатационные расходы и повышает достоверность информации.

Комплекс позволяет непрерывно отслеживать напряжение, ток, частоту и другие сетевые параметры, способствуя оперативному обнаружению и устранению неполадок.

Функция регулирования предоставляет возможность автоматизировать процесс отключения второстепенных потребителей — особенно в периоды пиковых нагрузок, когда нагрузка на сеть достигает максимальных значений. Это позволяет эффективно снижать нагрузку на электросетевую инфраструктуру и, как следствие, предотвращать возникновение аварийных ситуаций.

Контроль качества и минимизация потерь позволяют выявлять случаи несанкционированного отбора и технологические потери, определять участки их возникновения и оптимизировать распределение нагрузки. Поддержка двустороннего учета и гибких тарифных планов, зависящих от времени суток или объемов, создает основу для интеграции с комплексами «умный дом» и фиксации энергии, возвращаемой в сеть от частных генерирующих установок [3].

Внедрение ИСУЭ создает выгоды для всех участников энергетического рынка. Для конечных потребителей внедрение таких систем открывает целый ряд преимуществ. Во-первых, это прозрачность расчетов, достигаемая за счет использования точных показаний приборов учета, что полностью исключает ошибки, неизбежные при ручном снятии. Во-вторых, потребители получают детализированную информацию о структуре своего энергопотребления, что позволяет проводить анализ и оптимизировать затраты. В-третьих, появляется реальная возможность экономии благодаря доступу к гибким тарифным планам.

Для сетевых компаний ключевым преимуществом является снижение коммерческих и технических потерь за счет точного учета и выявления несанкционированного отбора, мониторинг параметров сети для оперативного выявления проблем и предотвращения аварий, а также прогнозирование на основе анализа для оптимизации загрузки сети.

Сбытовые компании получают возможности внедрения гибких тарифных планов и персонализированных предложений, повышение точности расчетов и снижение операционных затрат за счет автоматизации, а также инструменты для выявления хищений и дистанционного ограничения должников.

Для государства преимущества заключаются в повышении энергоэффективности и создании основы для развития Smart Grid — сети, способной эффективно управлять распределением, интегрировать возобновляемые

источники, обеспечивать стабильность и надежность, снижая негативное воздействие на окружающую среду [4].

Развитие ИСУЭ сопровождается рядом проблем. Вопросы кибербезопасности выходят на первый план, поскольку внедрение интеллектуальных систем учета неизбежно сопряжено с необходимостью обеспечения надежной и многоуровневой защиты больших объемов конфиденциальных данных, циркулирующих в рамках двунаправленного обмена информацией. Речь идет не только о защите персональных сведений потребителей от несанкционированного доступа, но и о предотвращении попыток вмешательства в работу сетевой инфраструктуры, что требует дальнейшей детализации нормативно-правовой базы в данной сфере.

Интероперабельность предполагает стандартизацию протоколов обмена для обеспечения совместимости оборудования различных производителей и возможности взаимодействия со смежными комплексами.

Интеграция с Big Data, IoT и искусственным интеллектом открывает перспективы для выявления закономерностей, прогнозирования пиковых нагрузок, обнаружения аномалий и хищений, прогнозирования отказов оборудования и оптимизации его обслуживания. Развитие сетей интернета вещей (NB-IoT, LoRaWAN) обеспечивает надежную связь с приборами в удаленных районах [3].

Интеллектуальные комплексы фиксации являются фундаментом цифровизации энергетической отрасли, позволяя перейти от мониторинга к активному управлению режимами в реальном времени и создавая основу для дальнейшего развития.

Список литературы

1. Пугачева Е. А., Вяткина Е. А., Люtareвич А. Г. Перспективы внедрения интеллектуальных систем учета электроэнергии / Е. А. Пугачева, Е. А. Вяткина, А. Г. Люtareвич // Актуальные вопросы энергетики: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Омск, 17 мая 2018 года. – Омск: Омский государственный технический университет, 2018. – С. 231-234.

2. Калашников В. С., Ткачева Е. Г. Анализ соответствия типов архитектур интеллектуальных систем учета электрической энергии нормативным требованиям по обеспечению информационной безопасности критической информационной инфраструктуры // Парадигма. 2025. №11-4.

3. Интеллектуальные системы учета электроэнергии: обзор и основные компоненты // ek-top URL: <https://ek-top.ru/articles/elektrotehnika/smart-electricity-metering-systems-overview/> (дата обращения: 18.03.2026).

4. Алтынбаев А. Р. Искусственный интеллект. Использование интеллектуальных систем учета энергоресурсов в системе электроснабжения предприятия // Вестник науки. 2024. №6 (75).