

УДК 620.9:658.155:004.8

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Гагаркин Д.А. , студент гр. ПИ-1-22, IV курс
Научный руководитель: Сандаков В. Д. , к.т.н., доцент
Казанский государственный энергетический университет
город Казань, Республика Татарстан

В условиях глобальной трансформации энергетических систем и растущих требований к эффективности и надежности электроснабжения, масштабное внедрение интеллектуальных систем коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) перестает быть технологической опцией и становится стратегической необходимостью. Этот переход, часто называемый Smart Metering, предполагает замену традиционных индукционных счетчиков на цифровые приборы, способные в режиме реального времени собирать, передавать и анализировать детальные данные о потреблении. Мировой опыт показывает, что такие системы становятся фундаментом для построения интеллектуальных энергосистем (Smart Grid), обеспечивающих двустороннее взаимодействие между поставщиком и потребителем.

Для России этот вопрос имеет особую актуальность. При техническом и экономическом потенциале, сопоставимом с ведущими странами, отечественная энергетика сталкивается с уникальными вызовами: высоким уровнем коммерческих и технологических потерь, износом инфраструктуры, масштабами территории и климатическими особенностями. Данная статья проводит комплексный анализ экономической эффективности широкомасштабного развертывания АИИС КУЭ, рассматривая ключевые драйверы возврата на инвестиции (ROI), адаптацию зарубежных практик и формирование адаптированной к российским условиям модели внедрения.

Глобальный опыт: драйверы, эффекты и модели внедрения это определенно важный аспект, требующий внимания. Интеллектуальный учет является общемировым трендом, поддержанным на государственном уровне в большинстве развитых стран. Лидером является Италия, завершившая установку более 30 миллионов интеллектуальных счетчиков. В Великобритании была принята программа оснащения всеми домовладениями к 2020 году, а в Нидерландах, Франции и странах Северной Европы реализуются аналогичные проекты на миллионы точек учета. Ожидается, что европейский рынок Advanced Metering Infrastructure (AMI) будет устойчиво расти, формируя основу для Smart Energy.

Экономический эффект от внедрения формируется по нескольким ключевым направлениям. Первым из них является сокращение коммерческих потерь. Это одно из самых значительных источников экономии. АИИС КУЭ позволяет в режиме, близком к реальному времени, выявлять небалансы, факты несанкционированного вмешательства в работу приборов учета и хищения электроэнергии за счет автоматического сбора данных и анализа событий. Это заменяет дорогостоящие и малоэффективные выборочные проверки контролеров. Второе направление это снижение операционных расходов. Полная автоматизация процессов снятия показаний, формирования и передачи данных исключает затраты на их ручной сбор, минимизирует человеческий фактор и ошибки. Третьим условием значится повышение собираемости платежей. Система предоставляет инструменты для оперативного контроля над потреблением неплательщиков и, технически, позволяет реализовать схемы дистанционного ограничения подачи энергии, что стимулирует дисциплину расчетов. Также важна и оптимизация сетевых режимов и технологических потерь. Получая детальные данные о нагрузке и качестве электроэнергии по всей сети, сетевая компания может оптимизировать ее работу, выявлять перегруженные участки, снижать потери, связанные с неоптимальным графиком напряжения. Пятое ключевое направление: Включение потребителей в управление спросом (Demand Side Management). Предоставление потребителям детальной информации об их потреблении и внедрение дифференцированных по времени суток тарифов позволяет смещать нагрузку из пиковых периодов, что в конечном итоге откладывает необходимость дорогостоящего расширения генерирующих и сетевых мощностей.

Общий экономический эффект для конечного предприятия-потребителя, по оценкам, может достигать 5-20% годовой экономии от суммы затрат на электроэнергию.

Российский рынок АИИС КУЭ обладает значительной спецификой. С одной стороны, он демонстрирует стабильный рост (среднегодовой темп роста — около 2.1%) и характеризуется полной импортнезависимостью в части конечного оборудования: его полностью обеспечивают отечественные производители. Ключевыми игроками являются компании «Энергомера», «Тайпит», «ЭКРА», «ГК «Системы и Технологии» и «Болид». С другой стороны, рынок сталкивается с рядом системных вызовов.

Государственное регулирование стало главным драйвером изменений. Постановление Правительства РФ от 2020 года ввело обязательную установку интеллектуальных счетчиков в новых и капитально ремонтируемых домах, а более поздние нормативные акты конкретизировали порядок массовой замены старых приборов учета. Это создает гарантированный спрос и определяет вектор развития.

Однако существуют и серьезные барьеры, такие как технологические вызовы: отмечается недостаточная производительность некоторых российских программно-аппаратных комплексов для обработки больших данных с миллионов точек учета, а также сложности с поставкой электронных компонентов (микросхем) в условиях санкционного давления. Кадровый дефицит: рост спроса на отечественные решения обострил нехватку квалифицированных специалистов для их разработки и обслуживания. Структурные особенности: в отличие от Юго-Восточной Азии, где доминируют беспроводные решения, в России, странах СНГ и Средней Азии пока преобладают более консервативные проводные системы передачи данных, хотя сегмент беспроводных решений растет опережающими темпами.

Ключевой особенностью является структура потерь. По данным экспертов, наибольшую долю составляют коммерческие потери - хищения, безучетное потребление, ошибки в расчетах. Именно на борьбу с ними может быть направлен наиболее мощный экономический эффект от АИИС КУЭ в российских условиях.

Адаптация зарубежного опыта и оценка экономической эффективности (ROI) для России. Прямой перенос западных моделей оценки ROI в Россию затруднен из-за различий в тарифах, структуре затрат и приоритетах. Российская модель должна быть скорректирована и дополнена. Расширенная модель расчета ROI для России должна включать: Прямую экономию от сокращения коммерческих потерь. Оценка должна базироваться на анализе текущего уровня небалансов в конкретном регионе или сети. Эффект здесь может быть максимально быстрым и значительным. Снижение операционных расходов (ОРЕХ). Расчет экономии на фонде оплаты труда контролеров, расходах на транспорт, бумажный документооборот. Увеличение доходов (улучшение собираемости платежей). Моделирование эффекта от сокращения дебиторской задолженности. Избежание капитальных затрат (CAPEX). Это важнейший, но часто упускаемый из виду аспект. За счет сглаживания пиков нагрузки через управление спросом можно отсрочить или избежать многомиллиардных инвестиций в строительство новых подстанций и линий электропередачи. Данные с АИИС КУЭ позволяют точно планировать развитие сети. 5. Адаптационные затраты и риски. В российскую модель необходимо закладывать затраты на импортозамещение ПО и оборудования, возможное использование параллельного импорта компонентов, обучение персонала, а также повышенные риски, связанные с климатом (например, обеспечение устойчивой работы в условиях Крайнего Севера).

Ярким примером успешной адаптации является проект для ОАО «РЖД», где была развернута одна из крупнейших в стране систем на 240 тысячах интеллектуальных приборов учета. Для него было специально

разработано российское программное обеспечение RDM (Resource Data Manager), способное обрабатывать данные с миллионов точек и адаптированное под местные требования и оборудование. Этот опыт доказывает возможность создания конкурентоспособных отечественных решений уровня мировых аналогов.

Стратегические рекомендации и выводы, которые резюмируют суть экономической эффективности интеллектуальных систем учета электроэнергии. Масштабное внедрение АИИС КУЭ в России — это не техническая задача, а комплексная экономико-управленческая и стратегическая программа. Ее успех зависит от учета следующих принципов:

Приоритет борьбы с коммерческими потерями. На начальном этапе развертывания фокус и расчет ROI должны быть сосредоточены на быстром получении экономии за счет минимизации хищений и неучтенного потребления. Это обеспечит быструю окупаемость первых очередей проекта.

Гибридный подход к технологиям. При сохранении доли проводных систем необходимо активнее развивать надежные беспроводные технологии передачи данных (LPWAN, RF), адаптированные к российским частотным регуляциям и суровым климатическим условиям, особенно в удаленных и труднодоступных регионах.

Интеграция данных в систему управления сетью. Данные АИИС КУЭ не должны замыкаться в биллинговой системе. Они должны стать основой для цифровых моделей распределительных сетей (Digital Twins), используемых для их оптимизации, планирования развития и предотвращения аварий.

Поэтапное внедрение и пилотирование. Целесообразно начинать с промышленных предприятий и крупных городов, где экономический эффект наиболее очевиден, параллельно отработывая технологии и бизнес-процессы для последующего тиражирования на массового потребителя.

Стимулирование потребительского поведения. В долгосрочной перспективе максимальный макроэкономический эффект будет достигнут при активном вовлечении населения через информирование, сервисы обратной связи и гибкие тарифы.

Переход на интеллектуальные системы учета электроэнергии является для России безальтернативным путем к созданию современной, прозрачной и экономически эффективной энергосистемы. Адаптированная модель оценки ROI, учитывающая специфику высоких коммерческих потерь и потенциал отсрочки капитальных затрат, демонстрирует высокую инвестиционную привлекательность таких проектов. Успех будет зависеть от синергии между жестким государственным регулированием, развитием конкурентоспособных отечественных технологий, как в случае с ПО RDM, и построением новой культуры взаимодействия между энергокомпаниями и

потребителями. Результатом станет не только прямая финансовая экономия, но и повышение надежности и технологической устойчивости национальной энергетики в долгосрочной перспективе.

Список литературы:

1. Кузнецов, А. В. Интеллектуальные системы учета электроэнергии: архитектура и технологии / А. В. Кузнецов, И. С. Петров // Энергоэксперт. – 2021. – № 4. – С. 32–39.
2. Громов, Ю. Ю. АИИС КУЭ как основа цифровой трансформации распределительных сетей / Ю. Ю. Громов, М. П. Сергеева // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24, № 1-2. – С. 88–98.
3. Орлов, Д. С. Анализ возврата на инвестиции (ROI) в проектах Smart Metering: адаптация зарубежных моделей для российских энергокомпаний / Д. С. Орлов // Финансы и кредит. – 2021. – Т. 27, № 7(799). – С. 1620–1637.
4. Жукова, А. Р. Социологическое исследование готовности населения к использованию «умных счетчиков» и динамическим тарифам / А. Р. Жукова, В. Л. Семенов // Социологические исследования. – 2022. – № 3. – С. 70–80.
5. Смирнов, П. А. Поведенческие аспекты управления энергопотреблением в условиях цифровизации ЖКХ / П. А. Смирнов // ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера. – 2021. – № 8. – С. 25–34.