

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ «УМНОГО ГОРОДА»

Александр Олегович Бучнев^а

Ксения Алексеевна Рыбина^б

^а Московский энергетический институт

^б ПАО «Россети Московский регион»

EDN: EUPAUY

Аннотация: В статье рассматриваются перспективы внедрения интеллектуальных систем учета электро-энергии (ИСУЭ) как ключевого элемента современной энергетической инфраструктуры. Основное внимание уделяется анализу эффективности внедрения ИСУЭ в контексте развития концепции «умного города» и цифровой трансформации энергетического сектора. Авторы исследуют влияние ИСУЭ на развитие энергоэффективности экономики, стимулирование инновационных технологий и создание новых рабочих мест; рассматривают перспективы интеграции ИСУЭ с технологиями машинного обучения. Отмечается возможность создания единой цифровой экосистемы энергопотребления. Анализируются экономические преимущества от внедрения ИСУЭ, в том числе снижение потерь электроэнергии, оптимизация затрат и повышение качества обслуживания потребителей. Подчеркиваются социальные эффекты от внедрения систем: упрощение взаимодействия с энергокомпаниями, возможности контроля расходов и улучшение экологической ситуации. Авторы предлагают инициировать проработку административных мер, которые позволят в полной мере раскрыть потенциал ИСУЭ. Ключевые слова: энергетика, цифровизация, «умный город», экономическая эффективность, приборы учета, коммерческие потери

Дата поступления статьи в редакцию: 25 июля 2025 года.

INTELLIGENT ELECTRICITY METERING SYSTEMS AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF “SMART CITIES”

RESEARCH ARTICLE

Alexander O. Buchnev^a

Ksenia A. Rybina^b

^a Moscow Power Engineering Institute

^b PJSC “Rosseti Moscow Region”

Abstract: The article discusses the potential introduction of intelligent electricity metering systems (IEMS) as an essential component of modern energy infrastructure. The primary objective is to assess the efficiency of IEMS implementation in the context of cultivating the «smart city» concept and the digital transformation of the energy sector. The authors examine the financial advantages of putting IEMS into practice, such as lower electricity losses, cost optimization, and higher-quality customer service. The social effects of putting these systems into practice are given particular attention. These benefits include making it easier to communicate with energy firms, facilitating cost control, and enhancing the environment. At the same time, it should be noted that the actual implementation of IEMS is limited in scope, utilizing only some of its functions. The authors propose initiating the development of administrative measures that will allow the full potential of IEMS to be realized. The paper examines the impact of IEMS on economic energy efficiency growth, the support of innovative technologies, and job creation. The authors also consider the possibility of combining machine learning technologies with IEMS. The introduction of new technologies will facilitate the development of a unified digital ecosystem for energy consumption.

The study's practical value is supported by an examination of a real-life project to deploy an IEMS in the Rostov region, which shows a considerable reduction in electricity losses and an increase in energy consumption efficiency. The study's conclusions can be applied to planning the energy infrastructure modernization in other regions.

Keywords: energetics, digitalization, smart city, economic efficiency, metering devices, commercial losses

Received: July 25, 2025.

Введение

Энергетическая отрасль в последние годы сталкивается с новыми вызовами. Ужесточаются экологические нормы, меняется профиль производства и потребления, происходит децентрализация энергетических систем [Бучнев, 2022(а). С. 75]. Накладывает свой отпечаток и процесс цифровизации, в рамках которого происходит перевод информации в единую доступную цифровую среду, а унифицированные решения на базе информационных технологий проникают в самые разные сферы хозяйственной деятельности [Бучнев, Бучнев, 2024. С. 113]. Например, использование технологий Интернета вещей (IoT) может быть одинаково полезно как для энергетики, так и для отдельно взятого человека, использующего «умные» часы. В энергетической отрасли устройства IoT обеспечивают дистанционный мониторинг и управление оборудованием, что позволяет оптимизировать энергопотребление и снизить потери. Цифровизация способствует развитию виртуальных электростанций, объединяющих распределенные источники энергии и потребителей. Это открывает возможности для новых бизнес-моделей, таких как одноранговые рынки энергии, где производители и потребители могут взаимодействовать друг с другом напрямую за счет использования цифровых платформ и смарт-контрактов.

Сам процесс цифровизации напрямую зависит от энергетики и невозможен без нее, поскольку дата-центры, обеспечивающие работу телекоммуникационных систем, ежедневно потребляют колоссальное количество электроэнергии. Современный «умный город» попросту не может существовать без развитой и энергетической системы, в рамках которой обозначенные технологии работают на базе цифровых решений, что позволяет рассматривать энергетическую сеть города не только как источник энергоснабжения, но и информации.

Наряду с этим актуальной остается проблема хищений электрической энергии, когда потребители используют ее в обход средств учета. Массовость данного явления провоцирует искажение реальных данных и приводит к убыткам энергосбытовых компаний – как в части прямых потерь неоплаченной электроэнергии, так и в том, что касается расходов на мероприятия, направленные на пресечение данной деятельности.

Цифровая энергетика также способствует экономическому развитию регионов России: она обеспечивает работу малых и крупных промышленных предприятий, а также позволяет увеличивать количество рабочих мест. Новые технологии помогают бороться с экологическими проблемами. Внедрение автоматизированных датчиков уличного освещения и светофоров позволяет грамотно распреде-

лять энергетические ресурсы и использовать их по необходимости, повышая энергоэффективность и сокращая неоправданные расходы. Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) стимулирует развитие «зеленой» экономики и помогает прививать гражданам культуру осознанного потребления ресурсов.

«Умный город» начинается на микроуровне – с домохозяйств. Жители помогают городу развиваться за счет внедрения таких технологий IoT, как «умные» счетчики электроэнергии, «умные» домофоны, «умные» счетчики водоотведения, «умные» замки, датчики протечки воды или утечки газа и др. Становление «умного города» требует постоянного взаимодействия с гражданами, этот процесс взаимовыгоден для обеих сторон. Так, горожане получают доступ к цифровым технологиям в своих домах и улучшение качества жизни, а город – экономию ресурсов, повышение энергоэффективности, рост инвестиционной привлекательности, новые рабочие места и социальное благополучие.

Энергетические компании стремятся работать в тандеме с администрацией городов и регионов, что положительно сказывается на цифровом развитии городской инфраструктуры. Предметом настоящей статьи являются упомянутые «умные» счетчики или интеллектуальные системы учета электроэнергии (ИСУЭ). Связь «умного города» и его жителей посредством ИСУЭ достаточно очевидна: приборы передают данные в автоматическом режиме, освобождая потребителей от рутины, а сами данные, учитывая непрерывность передачи, создают профиль энергопотребления и могут быть использованы для оптимизации энергетической эффективности всего города. Таким же образом «умные» дома связаны с другими составляющими городской среды: транспортом, системой управления безопасностью и т.д.

Применение ИСУЭ позволяет обеспечивать автоматизированный контроль учетных приборов, занимающихся мониторингом потребляемой электроэнергии, и в случае расхождения данных предоставляет средства для их корректировки и синхронизации. Это упрощает процесс обнаружения технических потерь, а возможности интеллектуальных приборов учета уменьшают коммерческие потери. По оценкам экспертов, массовое внедрение ИСУЭ обеспечивает снижение потребления электроэнергии на 5–15 % [Рыжов, 2024. С. 108].

В 2020 году вступил в силу Федеральный закон № 522¹, который обязывает энергетические компа-

1 Федеральный закон от 27 декабря 2018 года № 522-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации».

нии устанавливать своим потребителям интеллектуальные приборы учета электроэнергии. Годом позднее был утвержден минимальный набор функций для таких устройств, а затем и административные меры защиты потребителей (в том случае, если энергосбытовая компания отказывается в установке новых или замене старых приборов учета (часть 13 статьи 9.16 КоАП РФ)). Эти нововведения обязали региональные энергетические компании внедрять технологии интеллектуального учета потребления своим конечным потребителям. Многие организации запустили программу обновления приборов учета, и в настоящее время каждый вышедший из строя счетчик электроэнергии старого образца заменяется на «умный» без платы со стороны потребителя. Далее мы проанализируем реальный экономический эффект от внедрения ИСУЭ.

Экономика внедрения ИСУЭ

Ростовская область является лидером по объему и сбыту электроэнергии среди регионов юга России. В связи с этим в области особенно остро стоит вопрос обновления сетей, подключения новых потребителей, а также внедрения технологий, позволяющих сокращать потери электроэнергии и экономить ресурсы. На **рисунке 1** приведен график, отображающий рост производства различных видов энергии в Ростовской области за последние 15 лет.

Для лучшего понимания масштабов производства электроэнергии в данном регионе важно учитывать структуру энергобаланса области (**рисунок 2**). Как видно на графике, половину энергобаланса обеспечивают АЭС, но и доля ВИЭ составляет чувствительные 5 %.

Крупные электросетевые компании в последнее время активно внедряют «умные» счетчики электроэнергии. ПАО «Россети ЮГ» не является исключением. На уровне своего филиала «Ростовэнерго» компания планирует внедрение технологий интеллектуального сбора и передачи данных об использовании электроэнергии. Эти меры направлены на повышение энергосбережения и эффективности использования энергетических ресурсов (в том числе за счет снижения технологического расхода электроэнергии при ее передаче в электрических сетях) путем выявления и снижения потерь в электрических сетях.

По предварительным расчетам, капитальные затраты на внедрение технологии «умных» счетчиков составят 286,6 млн руб. Оно обеспечит:

- выявление хищений и/или иных вмешательств в сеть;
- повышение платежной дисциплины;
- сокращение безучетного потребления.

Рисунок 1. Объем производства электроэнергии в Ростовской области, млрд кВт · ч

Figure 1. Volume of electricity production in the Rostov region, billion kWh

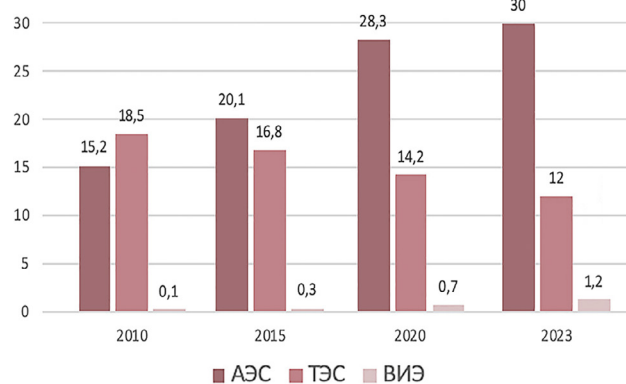
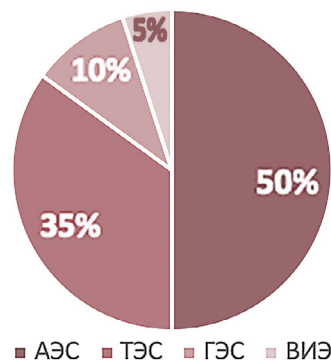


Рисунок 2. Структура энергобаланса Ростовской области

Figure 2. Energy balance structure of the Rostov Region



Потери электроэнергии, как ожидается, сократятся на 11,95 млн кВт · ч за первый год внедрения. Тариф на потери (и технические, и коммерческие) в первый год составят 4,45 руб. / кВт · ч. Таким образом, компания за первый год сэкономит 53,2 млн руб. Далее стоимость тарифа будет ежегодно индексироваться, прогнозный рост на второй год реализации составит 12,2 %, на третий – 9,2 %, последующие года – 4,8 %. Планируемое количество точек учета – 9 327 штук. Источником финансирования является АО «МОСЭНЕРГОСБЫТ».

По расчетам ПАО «Россети Юг», за десять лет (расчетный срок проекта) потери электроэнергии должны сократиться более чем в два раза: с 38,61 % до 14,2 %. За счет экономии финансовых ресурсов компании будет обеспечена окупаемость проекта. Для реализации подобных инициатив в «Ростовэнерго» на начало 2025 года была установлена ставка дисконтирования 15,71 %, и если она сохранится на аналогичном уровне, то проект выйдет на безубыточность раньше обозначенного срока.

Ритм экономики

В **таблице** приведены статьи расходов, из которых сформированы капитальные затраты на реализацию внедрения.

На **рисунке 3** представлена диаграмма, отображающая структуру затрат на внедрение «умных» счетчиков.

При расчете было принято, что все притоки и оттоки будут пренумерандо. Итоговый чистый дисконтированный доход составляет 43,83 млн руб., что больше 0, соответственно, проект можно считать эффективным.

Поскольку проект принят к реализации, были рассчитаны и другие показатели эффективности: индекс дисконтированной доходности (ИДД), внутренняя норма доходности (ВНД), срок окупаемости (**рисунк 4**). Проект является эффективным как по показателю ИДД (1,15), так и ВНД (19,2 %),

превышающим единицу и ставку дисконтирования. Срок окупаемости при этом составляет восемь лет. Это меньше срока реализации проекта, что также подтверждает его эффективность. Таким образом, исключительно по экономическим параметрам внедрение ИСУЭ в Ростовской области можно признать целесообразным инвестиционным проектом.

Снижение потерь обеспечивается за счет использования новых технологий. Например, при внедрении «умных» счетчиков данные фиксируются в реальном времени, за счет чего исключаются ошибки, допускаемые при ручном снятии показаний. В дальнейшем полученная информация позволит прогнозировать часы пиковых нагрузок на сеть и перераспределять энергию, снижая тем самым нагрузку на линии.

Таблица. Статьи расходов при внедрении ИСУЭ

Table. Expense items for IEMS implementation

Статья затрат	Сумма, млн руб.	Пояснение
1. Закупка оборудования, в том числе:	157,3	
1.1. Стоимость «умных» счетчиков	132,8	Стоимость закупки всех счетчиков
1.2. Коммуникационное оборудование	19,5	Модемы, модули для передачи данных, оборудование для создания защищенных каналов связи
1.3. Вспомогательное оборудование	5	Кабели, крепежи, щиты, источники бесперебойного питания
2. Работы по установке и настройке	92,7	
2.1. Монтаж и пусконаладочные работы	68	Демонтаж старых счетчиков, установка новых, подключение к сети, проверка работы, оплата труда работников
2.2. Настройка и внедрение системы	17,7	Настройка программного обеспечения, внедрение счетчиков в работу системы сбора
2.3. Обучение персонала	7	Обучение сотрудников работе с новой системой, проведение обучения по эксплуатации и обслуживанию
3. Программное обеспечение и лицензии	22,6	
3.1. ПО для сбора и обработки данных	15,6	Приобретение лицензии на ПО для сбора, хранения, анализа данных с счетчиков
3.2. Интеграционные решения	4	Приобретение интеграционных решений для взаимодействия с экосистемой компании
3.3. Базы данных и серверное оборудование	3	Приобретение и настройка серверов, баз хранения данных и их обработки
4. Прочие расходы	14	Проектно-изыскательные, непредвиденные, транспортные, административные расходы

Рисунок 3. Структура затрат на внедрение «умных» счетчиков, млн руб.

Figure 3. Cost structure for the implementation of smart meters, million rubles

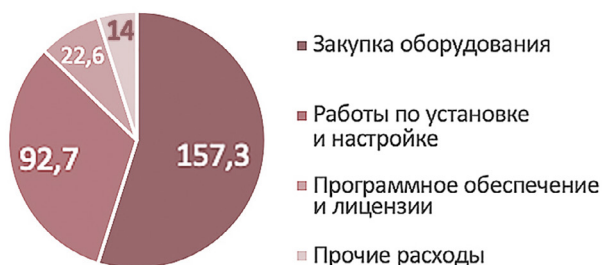


Рисунок 4. Срок окупаемости проекта

Figure 4. Project payback period



Проект позволит снизить коммерческие потери, возникающие в результате хищений, так как автоматизированные счетчики позволят моментально определять участки, где происходят аномалии и принимать соответствующие меры. И если технологические потери, как правило, остаются в пределах нормативных показателей, то прямое хищение энергоресурсов (безучетное потребление) значительно их превышает. Несмотря на то, что энергетики ежегодно пресекают тысячи нарушений на миллионы киловатт, уровень безучетного потребления остается недопустимо высоким. Страдают и законопослушные потребители: несанкционированное вмешательство в сеть и неравномерная нагрузка чреват скачками напряжения, возрастают риски коротких замыканий и угроза возникновения пожаров и т.п. Упомянутое в начале статьи изменение профиля потребления энергии связано в том числе с таким современным явлением, как майнинг. Учитывая чрезвычайно высокое энергопотребление при работе майнеров и их относительную доступность, оказывается трудно предугадать точку утечки, которая может стать причиной скачков напряжения. Именно благодаря использованию ИСУЭ в связке с алгоритмами машинного обучения в 2025 году ученые научились обнаруживать майнинг-фермы².

Повсеместное внедрение интеллектуальных систем учета электроэнергии позволит изменить одну из самых проблемных сфер – ЖКХ [Малкова, Тагирова, 2022. С. 547]. Достоверный учет станет важным фактором развития отрасли. Данные о поставленной и полученной электроэнергии часто являются предметом разногласий сбытовых и сетевых организаций. Они могут быть нивелированы благодаря внедрению единой прозрачной системы учета. Очевидны преимущества и для потребителей: они избавляются от расходов на их содержание и ремонт (эта обязанность по действующему законодательству возложена на энергокомпанию), от необходимости снимать и передавать показания; потребители получают качественное электроснабжение, а также возможность управлять своими расходами за счет перехода на тариф по зонам суток.

Благодаря возвращению похищенных киловатт в полезный отпуск, восстановлению экономической предсказуемости электросетевых компаний могут финансировать программы модернизации, вкладываться в развитие сети и технологий, что станет фактором долгосрочной устойчивости и экономического роста в целом³.

Возможности ИСУЭ в контексте цифровой трансформации

Технологии «умных» счетчиков становятся неотъемлемой частью «умных городов». Они делают эту сферу технологичной и прозрачной, обеспечивая возможность реализации новых проектов в других сферах, помогая потребителям контролировать свои расходы на ЖКХ и снижая социальное недовольство. В частности, появляется возможность электрифицировать новые районы, повысить качество поставляемых услуг, а следовательно, и качество жизни. Таким образом, внедрение ИСУЭ позволяет решить комплексно сразу несколько проблем городской среды.

Технология также предоставляет информацию, которую потребители могут использовать для совершенствования собственной культуры потребления энергии. ESG-составляющая⁴ в последние годы приобретает все большее значение. В России и мире развиваются способы учета и экологических, и социальных аспектов, призванные в конечном счете улучшить инвестиционный климат и упростить жизнь потребителям.

Для успешной реализации проектов «умных городов» в любых отраслях и сферах жизненно необходима своевременная цифровизация электроэнергетического комплекса. От его состояния и внедрения современных технологий в значительной степени зависит успешность других проектов. Новые технологии не только повышают стабильность работы действующих энергосистем, но и создают основу для дальнейшего развития. Связь между различными элементами ТЭК (сетевым оборудованием, «умными» счетчиками, подстанциями и распределенными источниками электрогенерации) позволяет быстро выявлять отклонения в электросети и восстанавливать работу в случае сбоев.

Внедрение цифровых технологий требует стратегического подхода, инвестиций и обучения персонала новым навыкам. Компании, которые смогут адаптироваться к новым условиям, выиграют в долгосрочной перспективе; инновации будут способствовать как росту их бизнеса, так и устойчивому развитию общества в целом [Прогноз развития энергетики..., 2019. С. 150]. Внедрение цифровых решений в топливно-энергетическом комплексе:

- повысит надежность работы оборудования;
- снизит аварийность и продолжительность отключений электроэнергии;
- уменьшит производственные издержки;
- сократит потери электроэнергии;

2 Умные счетчики электроэнергии научили выявлять майнеров криптовалюты. <https://nauka.tass.ru/nauka/24184841>

3 Brophy Haney A., Jamasb T., Pollitt M.G. Smart Metering and Electricity Demand: Technology, Economics and International Experience (Cambridge Working Papers in Economics. 2009. № 0905). P. 5.

4 Environmental, Social, and Governance (экология, социальная политика и корпоративное управление).

- обеспечит возможность технологических прорывов в других отраслях.

КоАП РФ предусматривает наказание лишь за нарушения при установке и замене приборов учета, поэтому некоторые компании ограничиваются этими процедурами; многие функции остаются недоступными для потребителей. Часто после действительно бесплатной установки «умного» счетчика данные о потреблении энергии приходится передавать через личный кабинет, вводя их вручную; дистанционный функционал планируется подключить в будущем. В значительной степени это связано с непропорционально большими затратами на сетевую инфраструктуру, которые понесет энергосбытовая компания при установке всего нескольких ИСУЭ в доме, где все остальные приборы учета хоть и являются старыми, но исправными. Подобная проблема возникает в регионах РФ, где доля потребителей в частном секторе не превышает 7 % всего энергопотребления [Пешков, Чернецов, 2021. С. 40]. В будущем, надо полагать, этот функционал будет действительно раскрыт, но этот факт свидетельствует о трудностях в процессе цифровизации общества и становления новой культуры потребления энергии.

По словам Л. Уайта, эволюция технологий, которая определяет дальнейшее развитие общества, всегда сталкивается с проблемой освоения энергии и использования ее в работе [Уайт, 2004. С. 596]. Минимальный функционал «умного» счетчика в настоящее время не раскрывает его потенциал в полной мере, низкие темпы внедрения технологий замедляют процесс развития общества в целом. Как правило, функционал прибора ограничивается дистанционными функциями передачи показаний и отключения потребления. Использование наиболее продвинутых моделей позволяет составить карту потребления энергии и объективно судить об энергоэффективности объекта мониторинга. Данный функционал воплощается в технологии NILM (Non-Intrusive Load Monitoring). Без использования дополнительных датчиков, с помощью алгоритмов машинного обучения, в реальном времени анализируется потребление и выделяются характерные паттерны, присущие различным электроприборам. Таким образом, NILM позволяет разделить общее потребление на составляющие и отслеживать работу каждого устройства в доме.

Одним из ключевых преимуществ NILM является его неинвазивность: технология использует уже существующую инфраструктуру «умных» счетчиков, не требуя дополнительного оборудования или вмешательства в работу электросетей. Это позволяет сэкономить как ресурсы, так и вре-

мя, и делает технологию доступной для широкого круга пользователей. Кроме того, NILM позволяет адаптировать систему под различные типы объектов собственности и приборов в них, что делает ее универсальной и эффективной в самых разных условиях.

NILM может существенно повысить энергоэффективность за счет точного выявления «энергетических расточителей» – приборов, потребляющих значительное количество энергии. Эта информация позволяет оптимизировать энергозатраты, выявляя старые или неэффективные устройства, которые можно заменить или использовать более рационально. В результате появляется возможность значительно снизить расходы на электроэнергию и повысить общую эффективность энергопотребления.

Также важно отметить, что использование NILM в энергодефицитных регионах способствует улучшению устойчивости к изменениям внешних факторов. Например, технология может способствовать существенному снижению углеродных выбросов. Результаты ее внедрения подтверждают гипотезу С. Кузнецца, предполагавшего, что с ростом экономики возникает потребность в более устойчивом потреблении энергии и более низких уровнях загрязнения окружающей среды [Keh-Kim Kee, Yun Seng Lim, Jianhui Wong, Kein-Huat Chua, 2022. P. 3].

Наравне со снижением потребления, целям устойчивого развития и снижения выбросов также служит развитие собственного локального производства энергии на базе возобновляемых источников энергии [Бучнев, 2022(b). С. 40]. В российском законодательстве закреплён соответствующий вид деятельности (микрогенерация), и он также может быть куда более эффективным, когда владелец, используя новые технологии, получит энергетическую карту объектов своей собственности. Отдельно стоит отметить проблематику продажи «зеленой» энергии: если владелец объекта микрогенерации желает возвращать излишки энергии в сеть, то необходимо обеспечить двунаправленный учет энергии, которой (по умолчанию) не обладают ни старые, ни новые счетчики.

Сочетание ИСУЭ с NILM представляет собой мощный инструмент для управления энергопотреблением. Интеллектуальные счетчики предоставляют данные о суммарном потреблении, а NILM, анализируя эти данные, помогает выявить потребление каждого устройства и оптимизировать энергозатраты. Это дает пользователю не только информацию, но и реальные возможности для сокращения расходов, улучшения энергоэф-

фективности и повышения уровня комфорта и безопасности в «умных» домах.

Использование обеих технологий также способствует более осознанному потреблению энергии: потребители получают более четкое представление о том, какие приборы используют больше всего энергии. Изменение в культуре потребления приводит к снижению расхода электроэнергии в долгосрочной перспективе и увеличению эффективности управления энергоресурсами.

Представленные технологии позволяют более эффективно планировать бюджет. Понимание своей модели потребления помогает пользователю точно прогнозировать будущие расходы на электроэнергию, а также более эффективно использовать динамические тарифы, перемещая потребление на более дешевые периоды. Более того, ИСУЭ в сочетании с NILM могут повысить уровень безопасности и комфорта. Например, если NILM обнаружит, что прибор, который обычно потребляет мало энергии, вдруг начал расходовать значительно больше, это может быть признаком неисправности, утечки или других проблем. Использование NILM может помочь обнаружить эти проблемы на ранней стадии, что позволяет предотвратить пожары, поражения электрическим током и другие несчастные случаи.

Внедрение подобной технологии сталкивается с определенными проблемами. В частности, высокая стоимость ее интеграции не позволяет ввести такие счетчики в эксплуатацию повсеместно, что может привести к цифровому разрыву между городами или регионами. Это скажется и на развитии культуры потребления энергии – она будет развиваться лучше там, где энергосбытовые компании готовы тратить больше финансовых ресурсов на модернизацию. В этой связи необходимо совершенствовать нормативно-правовую базу, чтобы законодательство учитывало возможности новых технологий. Этой цели также может служить создание подконтрольных государству цифровых платформ, где будет аккумулироваться соответствующая информация. Здесь стоит отдельно отметить, что обязательство по раскрытию информации может быть сдерживающим фактором даже для самых инновационных компаний [Кузьмин, 2021. С. 21].

Кроме этого, потребители, использующие ИСУЭ, могут столкнуться с киберугрозами: автоматизированная система хранит в себе данные о потреблении, которые могут использоваться злоумышленниками. Например, данные, собираемые интеллектуальными приборами учета, позволяют составить детальную картину жизни в квартире

или доме: определить, в какие часы хозяин находится в помещении, когда он отправляется в длительные командировки или отпуска, какое оборудование использует. Подобная информация, оказавшаяся в руках злоумышленников, поможет им планировать грабежи и кражи. Данные, собираемые ИСУЭ, могут содержать конфиденциальную информацию, которую рекламные или страховые компании могут использовать в своих целях.

На первых этапах пользователи могут столкнуться с техническими проблемами: сбоями в работе системы или ошибками при передаче данных. Для добросовестных потребителей это чревато дистанционными отключениями по ошибке или из-за сбоя системы; восстановление подачи электроэнергии займет время. К тому же даже самый исправный плательщик может пострадать из-за хакерского взлома, который может вывести из строя все счетчики района, города или даже региона. Конечный потребитель также может стать жертвой шантажа, если злоумышленники получают доступ к дистанционной системе отключения и смогут диктовать ему свои условия.

Необходимо учитывать, что активная цифровизация как в энергетическом комплексе, так и в других сферах, приведет к изменениям на рынке труда. Традиционные профессии отрасли окажутся менее востребованными, в то время как будет расти спрос на рабочих новых специальностей, способных управлять оборудованием и анализировать большие объемы данных [Тесклер, 2018. С. 5]. Однако в целом преимущества внедрения ИСУЭ перевешивают негативные последствия как для потребителей, так и для энергокомпаний, которые внедряют технологии интеллектуальных приборов учета.

Заключение

Внедрение ИСУЭ помогает получить объективную картину об объемах потребления, характеристиках и привычках потребителей, предвидеть и предотвращать нарушения, пресекать незаконное потребление электроэнергии. Ранее эти данные были неполными и искажались при самостоятельном сборе потребителями информации. Использование ИСУЭ уменьшает потери электроэнергии, приводит к снижению затрат и позволяет повысить качество услуг. Полученная информация позволит прогнозировать часы пиковых нагрузок на сеть и перераспределять электроэнергию, снижая тем самым нагрузку на линии.

С экономической точки зрения внедрение ИСУЭ является экономически целесообразным, но энергосбытовые компании в основном исполь-

Ритм экономики

зуют ограниченный функционал (дистанционная передача показаний и отключение недобросовестных потребителей). Необходима как проработка административных мер, так и создание цифровых платформ, что позволит в полной мере раскрыть потенциал ИСУЭ.

В числе наиболее передовых функций следует выделить технологию NILM, которая предоставляет возможность составить динамическую энергокарту объекта собственности и благодаря этой информации изменить в лучшую сторону культуру потребления энергии. В частности, она помогает выбирать тарифы и увеличивает скорость обнаружения неисправностей сети: система будет автоматически оповещать о них и передавать данные о месте возникновения неисправности и ее характере.

Также представляется целесообразным включить в перечень минимальных функций ИСУЭ двунаправленный учет энергии, что станет дополнительным стимулом для микрогенерации и, соответственно, улучшения экологической обстановки.

Внедрение интеллектуальных приборов учета электроэнергии (даже с минимальным функционалом) будет полезным и для добросовестных потребителей. Технологии позволяют сделать учет потребленной электроэнергии более точным, ис-

ключив ошибки, связанные с ручным снятием показаний и устаревшими счетчиками; они избавляют потребителей от рутинной обязанности самостоятельно передавать данные.

За счет снижения потребления и экономии ресурсов ИСУЭ позволяют компаниям аккумулировать дополнительные финансовые средства, которые можно инвестировать в инновационные проекты. Внедрение технологии создает спрос на новые рабочие места в высокотехнологичных отраслях, что крайне необходимо не только для развития «умных городов», но и экономики в целом.

Несмотря на определенные вызовы, связанные с цифровыми угрозами и необходимостью модернизации инфраструктуры, преимущества внедрения ИСУЭ очевидны. Системы не только решают текущие задачи учета и контроля, но и создают основу для дальнейшего развития «умных городов», интеграции с технологиями машинного обучения и создания единой цифровой экосистемы энергопотребления. Внедрение ИСУЭ станет первым шагом в формировании современной, эффективной и устойчивой энергетической системы будущего, что подтверждается как теоретическими расчетами, так и практическим опытом реализации проектов.

Литература

- Бучнев А.О. Аспекты развития возобновляемой и невозобновляемой энергетики в контексте построения углеродно-нейтральной экономики. М.: Грифон, 2022(а). EDN: YQJPUX
- Бучнев А.О. Создание класса энергетических просьюмеров как цель государственной политики в области регулирования возобновляемой энергетики. *Государственная служба*. 2022(б). Т. 24. № 2(136). С. 38–45. <https://doi.org/10.22394/2070-8378-2022-24-2-38-45>. EDN: HXBXQW
- Бучнев А.О., Бучнев О.А. Цифровизация экономики: объективная реальность. *Государственная служба*. 2024. Т. 2. № 6 (152). С. 111–118. <https://doi.org/10.22394/2070-8378-2024-26-6-111-118>. EDN: QPSBVL
- Кузьмин П.С. Интеллектуальные системы учета электроэнергии: эмпирический анализ факторов восприятия технологии. *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2021. Т. 12. № 1. С. 8–23. <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2021-1-8-23>. EDN: MXGXMH
- Малкова Т.Б., Тагирова А.М. Актуальные вопросы цифровизации энергосбытовых компаний. *Журнал прикладных исследований*. Т. 7. № 11. 2022. С. 547–551. https://doi.org/10.47576/2712-7516_2022_11_7_547. EDN: IFYFTW
- Пешков А.В., Чернецов В.Ф. Эволюция измерительных технологий электроэнергии: от АСКУЭ до ИСУЭ. *Энергоэксперт*. 2021. № 4 (80). С. 34–40. EDN: IYXMXM
- Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / Бриллиантова В.В., Галкин Ю.В., Галкина А.А. и др. М.: Институт энергетических исследований РАН, 2019. EDN: UUDYQJ
- Рыжов Б.В. Роль умных счетчиков в цифровой трансформации энергетики: технологии и принципы работы // Устойчивое развитие России – 2024. Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции, Петрозаводск, 9 декабря 2024 года. Петрозаводск: Новая наука, 2024. С. 107–113. EDN: FCDJPH
- Тесклер Л.В. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли. *Энергетическая политика*. 2018. Вып. 5. С. 3–6. EDN: VNTATC
- Уайт Л. Эволюционизм и антиэволюционизм в американской этнологической теории / Перевод с англ. Е.Д. Руткевич // Уайт Л. Избранное: Эволюция культуры / Сост. Л.А. Мостова. М.: РОССПЭН, 2004. С. 573–606.
- Keh-Kim Kee, Yun Seng Lim, Jianhui Wong, Kein-Huat Chua. Impact of NILM-based energy efficiency on environmental degradation and Kuznets hypothesis analysis. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*. 2022. Vol. 11. No. 1. P. 1–8. <https://doi.org/10.11591/eei.v11i1.3136>. In English

References

- Buchnev A.O. Aspects of renewable and non-renewable energy development in the context of building a carbon-neutral economy. Moscow: Grifon, 2022(a). EDN: YQJPUX. In Russian
- Buchnev A.O. Creating a class of energy prosumers as a goal of state policy in the field of renewable energy regulation. *Gosudarstvennaya sluzhba*. 2022(b). Vol. 24. No. 2 (136). P. 38–45. <https://doi.org/10.22394/2070-8378-2022-24-2-38-45>. EDN: HXBXQW

- doi.org/10.22394/2070-8378-2022-24-2-38-45. EDN: HXBX-QW. In Russian
- Buchnev A.O., Buchnev O.A.* Digitalization of the economy: objective reality. *Gosudarstvennaya sluzhba*. 2024. Vol. 2. No. 6 (152). P. 111–118. <https://doi.org/10.22394/2070-8378-2024-26-6-111-118>. EDN: QPSBVL. In Russian
- Forecast for the development of energy in the world and Russia 2019 / Brilliantova V.V., Galkin Yu.V., Galkina A.A. et al. Moscow: Institut energeticheskikh issledovaniy RAN, 2019. EDN: UUDY-QJ. In Russian
- Kuzmin P.S.* Smart metering systems: empirical analysis of technology perception factors. *Strategicheskiye resheniya i risk-menedzhment*. 2021. Vol. 12. No. 1. P. 8–23. <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2021-1-8-23>. EDN: MXGXMH. In Russian
- Malkova T.B., Tagirova A.M.* Current issues in digitalization of energy supply companies. *Zhurnal prikladnykh issledovaniy*. Vol. 7. No. 11. 2022. P. 547–551. https://doi.org/10.47576/2712-7516_2022_11_7_547. EDN: IFYFTW. In Russian
- Peshkov A.V., Chernetsov V.F.* Evolution of electricity measurement technologies: from Automated Energy Monitoring and Metering System to Integrated Energy Management Systems. *Energoekspert*. 2021. No. 4 (80). P. 34–40. EDN: IYXXM. In Russian
- Ryzhov B.V.* The role of smart meters in the digital transformation of energy: technologies and operating principles // Sustainable Development of Russia – 2024. Collection of articles from the VII All-Russian Scientific and Practical Conference, Petrozavodsk, December 9, 2024. Petrozavodsk: Novaya nauka, 2024. P. 107–113. EDN: FCDJPH. In Russian
- Teskler L.V.* Power industry digitalization: from process automation to the digital transformation of the industry. *Energeticheskaya politika*. 2018. Issue 5. P. 3–6. EDN: VNTATC. In Russian
- White L.* Evolutionism and Anti-Evolutionism in American Ethnological Theory / Translated from English by E.D. Rutkevich // *White L. Selected Works: Evolution of Culture* / Compiled by L.A. Mostova. Moscow: ROSSPEN, 2004. P. 573–606. In Russian

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Александр Олегович Бучнев, доктор экономических наук, член-корреспондент Российской академии естественных наук, начальник группы, профессор кафедры экономики в энергетике и промышленности Московский энергетический институт (Российская Федерация, 111250, Москва, Красноказарменная ул., 14, стр. 1). E-mail: aobuch@mail.ru

Ксения Алексеевна Рыбина, адъюнкт Российской академии естественных наук, ведущий специалист Финансово-экономического управления ПАО «Россети Московский регион» (Российская Федерация, 115114, Москва, 2-й Павелецкий проезд, 3, стр. 2). E-mail: rybinaxa@mpei.ru

Для цитирования: Бучнев А.О., Рыбина К.А. Интеллектуальные системы учета электроэнергии как фактор развития «умного города». *Государственная служба*. 2025. № 4. С. 43–51.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Alexander O. Buchnev, Doctor of Sci. (Economics), Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of Group, Professor of the Department of Economics in Power Engineering and Industry Moscow Power Engineering Institute (14, Bldg. 1, Krasnokazarmennaya St., Moscow, 111250, Russian Federation). E-mail: aobuch@mail.ru

Ksenia A. Rybina, Adjunct of the Russian Academy of Natural Sciences, Leading Specialist of Financial and Economic Department PJSC “Rosseti Moscow Region” (Bldg. 2, 3, 2nd Paveletsky Proezd, Moscow, 115114, Russian Federation). E-mail: rybinaxa@mpei.ru

For citation: Buchnev A.O., Rybina K.A. Intelligent electricity metering systems as a factor in the development of “smart cities”. *Gosudarstvennaya sluzhba*. 2025. No. 4. P. 43–51.