

DOI: 10.47026/1810-1909-2020-3-74-83

УДК 621.311(07)

ББК 31.29

А.Г. ЗИГАНШИН, Г.М. МИХЕЕВ

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УЧЁТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Ключевые слова: Федеральный закон № 522-ФЗ, электрическая энергия, коммерческие потери, хищение, система учёта электроэнергии, цифровизация электроэнергетики, качество электрической энергии.

В статье рассматривается вопрос об оплате потребителями услуг по передаче электрической энергии в связи с введением с 1 июля 2020 г. Федерального закона от 27 декабря 2018 г. № 522-ФЗ и требованиями к интеллектуальным приборам и системам учета электроэнергии. Данная тема является одной из ключевых моментов в борьбе с неплатежами за электрическую энергию, уменьшение коммерческих потерь. В статье обращено внимание на изменение взаимоотношений между потребителем электрической энергии и его поставщиком после введения вышеуказанного закона. Рассмотрены возможности интеллектуальных систем учета электроэнергии, их особенности и приведены некоторые их характеристики.

На примере Верхнеуслонского района Республики Татарстан, обслуживаемого филиалом ОАО «Сетевая компания» Буинские электрические сети, представлен сравнительный анализ потребления электрической энергии по данным тех потребителей, у которых установлены интеллектуальные приборы учета, и тех, кто применяет обычные счётчики. Показано, что установка интеллектуальных систем учета электроэнергии позволил увеличить полезный отпуск электроэнергии за наблюдаемый период 2020 г. на 15,5% против 1,8% при использовании на традиционных счётчиков за аналогичный период 2019 г.

Создание интеллектуальной системы учёта электроэнергии любого государства является одной из перспективных и важных задач развития энергосистемы и способствует не только прозрачности учёта электрической энергии и оперативного доступа к информации с устройств, предназначенных для этой цели, но и надёжности электроснабжения потребителей и приумножению электроэнергетической безопасности страны [3].

С введением в действие Федерального закона Российской Федерации от 27 декабря 2018 г. № 522-ФЗ¹ становится возможным создание единого требования к приборам учёта электрической энергии. Этот закон позволит свести к минимуму хищение электроэнергии и, соответственно, уменьшить коммерческие потери. Он, несомненно, ускорит процесс цифровизации и будет способствовать прозрачности энергетической отрасли.

Если раньше в обязанность потребителя входили покупка, установка, поверка и эксплуатация приборов учёта электроэнергии, то с 1 июля 2020 г. эти действия должен выполнять поставщик энергоресурсов. Другими словами, жители многоквартирных домов не должны ни покупать, ни производить поверку за свой счёт приборы учёта электроэнергии. Данные работы будут входить в обязанности гарантирующих поставщиков электроэнергии. Для жителей сель-

¹ О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации: Фед. закон от 27.12.2018 г. № 522-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314661.

ской местности гарантирующим поставщиком электроэнергии будет являться электросетевая организация. Начиная с этой даты потребитель не обязан эксплуатировать электросчётчик и сообщать кому-либо о его выходе из строя. Однако он должен обеспечить сохранность и целостность прибора учёта электроэнергии, если последний находится в границах земельного участка или установлен внутри помещения потребителя¹.

В дальнейшем в обязанности гарантирующего поставщика входят возобновление работы прибора по учету электрической энергии путем установки нового электросчётчика в случаях выхода его из строя, истечения межповоротного интервала или утраты. Теперь потребителю не надо будет волноваться за безучётное потребление электроэнергии с момента снятия и установки нового электросчётчика гарантирующим поставщиком или сетевой организацией. Однако в случаях вмешательства в работу прибора учета, который находится в границах объектов потребителя, последний несёт полную ответственность за свои действия согласно закону РФ.

Многоквартирный дом должен быть оснащён интеллектуальными приборами учета электроэнергии после его ввода в эксплуатацию начиная с первого января 2021 г. Эти устройства до ввода в эксплуатацию дома должен принять на обслуживание гарантирующий поставщик электрической энергии.

Потребитель и субъекты электроэнергетики на безвозмездной основе имеют право получить показания данных с приборов учёта электроэнергии. Такое право распространяется и на случаи, когда эти сведения получены с применением интеллектуальной системы учета.

Ни один владелец интеллектуальной системы учёта ныне не должен чинить препятствия для получения данных с принадлежащих им электросчётчиков и требовать за это плату. Расходы на организацию учета в пределах нормативной стоимости, определяемой Минэнерго, учитываются в бытовой надбавке/тарифе на передачу электрической энергии².

Для потребителей электрической энергии в интеллектуальной системе учета должны быть реализованы следующие функции:

- передача показаний и результатов измерений;
- предоставление информации о количестве и иных параметрах электрической энергии;
- полное и (или) частичное ограничение режима потребления электрической энергии, а также возобновление её подачи;
- установление и изменение зон суток (часов, дней недели, месяцев);
- суммирование объемов электрической энергии в соответствии с дифференциацией тарифов, предусмотренной законодательством (далее – тарифные зоны);
- передача данных о параметрах настройки, архива данных и нормативной справочной информации.

¹ О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации: Фед. закон от 27.12.2018 г. № 522-ФЗ.

² Там же.

В состав информации о количестве и иных параметрах электрической энергии входят:

- объем принятой и отданной активной и реактивной электрической энергии, учтенный по точке поставки, в том числе тарифным зонам;
- длительность отклонения соотношения потребления активной и реактивной мощности от предельного значения, установленного законодательством Российской Федерации, и максимального значения отклонения в расчетном периоде по точке поставки;
- значения максимальных в каждые рабочие сутки расчетного периода почасовых объемов электрической энергии, учтенных по точке поставки в установленные системным оператором плановые часы пиковой нагрузки, и среднее арифметическое из данных значений;
- значения максимальной и минимальной фактической активной, реактивной и полной мощности по точке поставки;
- информация о величине резервируемой максимальной мощности;
- величина потерь электрической энергии в объектах электросетевого хозяйства на участке сети от точки измерения до точки поставки;
- алгоритм расчета величины потерь электрической энергии в объектах электросетевого хозяйства на участке сети от точки измерений до точки поставки;
- информация о значениях индивидуальных параметров качества электроснабжения по точке измерения¹.

В мире существуют множество производителей интеллектуальных приборов учета. Например, датская компания «Kamstrup» [5], компания «Эльстер Метроника» [1] и др. Однако перечисленным выше требованиям к интеллектуальным приборам учета соответствует линейка счетчиков Словенской фирмы «ISKRAEMECO» [4].

С 2018 г. ОАО «Сетевая компания» организовала работу по установке таких счетчиков потребителям электрической энергии в Республике Татарстан. Эти приборы могут устанавливаться на опорах и имеют следующие конструктивные особенности:

- модульная структура;
- «горячая» замена модема GSM/PLC;
- встроенный источник резервного питания.

Они защищены от хищения электрической энергии и имеют электронные пломбы, датчик магнитного поля, журнал событий, защиту информации от изменения, контроль схемы включения.

Данные приборы также управляются телемеханикой и измеряют параметры сети в online режиме, управляют нагрузкой потребителя, имеют способность дистанционной передачи данных и сигнализация об авариях. Эти счётчики также могут устанавливаться на комплектных трансформаторных подстанциях (КТП). В этом случае они имеют такие же параметры, как приборы, устанавливаемые на опорах.

¹ О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации: Фед. закон от 27.12.2018 г. № 522-ФЗ.

Фирма «ISKRAEMECO» является лидером среди производителей приборов для автоматизированных систем коммерческого учёта электрической энергии и комплексного учёта энергоресурсов по технологии Smart Metering (умные сети и измерения). К настоящему времени установлено более 80 млн счётчиков марки «ISKRA» по всему миру. Ежегодно это предприятие выпускает около 5 млн приборов [4].

В интеллектуальном приборе учета электроэнергии «ISKRAEMECO» серии MT880 реализованы измерения мгновенных значений всех технических параметров, например, таких, как напряжения, в том числе гармоники; токов и его гармоник, частота, все виды мощностей по фазам и суммарно, фазовые углы между напряжением и током, энергия фазная и суммарно, импорт/экспорт.

Существующее тарифное расписание позволяет регистрировать до восьми тарифов, до шестнадцати масок для настройки различных комбинаций тарифных регистров, до шестнадцати сезонов тарифных программ, до шестнадцати еженедельных правил, до тридцати двух ежедневных правил, до шестнадцати тарифных программ в день, до ста двадцати восьми специальных определений дня (праздников и выходных дней).

Устанавливаемые счетчики изначально настроены на два тарифа электрической энергии: T1 – дневная зона (с 07.00 по 23.00) и T2 – ночная зона (с 23.00 по 07.00) и, соответственно, мощности: M1 и M2.

В табл. 1 приведены некоторые характеристики однофазного и трехфазного счётчиков «ISKRA».

Таблица 1

Характеристика счетчиков «ISKRA»

Наименование характеристики	1-фазный счетчик AM-550 EDo	3-фазный счетчик AM-550 TD1
Номинальное напряжение $U_{ном}$, В	230	3×230/400; 3×57,7/100
Расширенный рабочий диапазон напряжения, В	от 0,8 до 1,15 $U_{ном}$	от 0,8 до 1,15 $U_{ном}$
Номинальное значение частоты сети, Гц	50; 60 Гц	50; 60 Гц
Постоянная светодиода выхода счётчика, имп./кВт·ч (имп./кВАр·ч)	500; 1000	500; 1000
Постоянная импульсного выхода счётчика, имп./кВт·ч (имп./кВАр·ч)	250	250
Активная и полная потребляемая мощность в цепи напряжения, Вт (В·А), не более	1,7 (9,9)	0,7 (1,3)
Полная потребляемая мощность в цепи тока, В·А,	0,05	0,05
Число единиц разрядов суммирующего устройства	8	8
Степень защиты корпуса	IP 54	IP 54
Интерфейсы (связь)	Оптический порт	Оптический порт
	RJ 12 (активный или пассивный)	RJ 12 (активный или пассивный)
	M-Bus (проводной или беспроводной)	M-Bus (проводной или беспроводной)
	G3-PLC	G3-PLC
	GSM/GPRS, RS-485	GSM/GPRS, RS-485
	импульсный выход	импульсный выход
Предельный рабочий диапазон температур, °C	от –40 до +70	от –40 до +70
Предельный диапазон температур хранения и транспортирования, °C	от –40 до +80	от –40 до +80
Средняя наработка до отказа, ч, не менее	160 000	160 000
Средний срок службы, лет, не менее	30	30

В этих приборах имеется возможность задать текущее и отложенное тарифное расписание. Текущее тарифное расписание начнет работать при непосредственном подключении нагрузки, без задержки времени. Чтобы перейти на тарифное расписание по трем зонам суток, необходимо провести соответствующие настройки устройства из HES системы, т.е. перепрограммировать счетчик на три тарифа.

HES система – это сервер управления приборами учета «ISKRAEMECO», содержащий в себе ключи шифрования, с которого поступают данные в программное обеспечение (ПО) Пирамида [2].

ПО Пирамида является ключевой составляющей информационно-измерительной системы (ИИС). Оно применяется для формирования вычислительной среды в центрах сбора и обработки данных (ЦСОД), диспетчерских центрах, подразделениях предприятий, чья деятельность так или иначе связана с управлением технологическими процессами и производством, контролем и учётом энергоресурсов, а также для формирования вычислительной среды в центрах сбора и обработки данных (ЦСОД), например, в диспетчерских центрах, подразделениях предприятий, где широко используется управление технологическими процессами и производством, контроля и учёта энергоресурсов.

Прибор обнаруживает и регистрирует магнитное вмешательство, открытие счетчика и клеммной крышки, направления инвертированного потока энергии, асимметрии тока и напряжения, минимального коэффициента мощности, отсутствие напряжения, неправильную последовательность фаз.

Функционал «Push» (сообщения) применяется для того, чтобы обеспечить автономную отправку данных от счетчика в центр сбора данных (HES). После подключения устройства к сети функционал «Push» позволяет регистрировать:

- вскрытие крышки клеммной коробки;
- попытки подобрать пароль доступа к счетчику;
- отключение нагрузки потребителя (ток более 200 А);
- выключение питания;
- нарушение качества электроэнергии;
- превышение мощности.

Push при выключении питания (Lastgasp) представляет собой функцию, которая определяет случаи полного отключения подачи электроэнергии, генерирует и отправляет уведомление от счетчика в центр сбора данных (HES). Устройство обнаруживает полное отключение в течение 3 с. Для выполнения этой функции оно снабжено резервным суперконденсатором. Уведомление отправляется в случае, если счетчик включен в течение не менее чем за 60 мин до обесточивания.

Если устройство работает меньше 60 мин и происходит выключение питания, то оно отключается от сети GPRS (уведомление не отправляется). Если фактическое время выключения питания более 40 с, то счетчик начинает процедуру отключения от сети GPRS.

Перечисленный функционал устройств «ISKRAEMECO» в случае интеграции приборов в одну систему датчиков позволяет в online-режиме проводить контроль наличия напряжения на объектах электроэнергетики. Таким образом, осуществляется возможность полной наблюдаемости электрических сетей диспетчером [2].

Оперативные балансы электроэнергии и мощности, формируемые программным комплексом, позволяют своевременно выявлять выход из строя элементов автоматизированной системы учета электроэнергии и реагировать на события коммерческим диспетчером.

Технические подразделения сетевых организаций имеют доступ в режиме реального времени к значениям мгновенных нагрузок силовых трансформаторов, центров питания, а также получают доступ к архиву истории таких данных, хранящихся на серверах компании. Это позволяет принимать корректные технические решения для планирования ремонтов, реконструкции, технологического присоединения объектов электроэнергетики. Таким образом, всё это способствует оптимизации инвестиционных затрат.

На рис. 1 представлен пример контроля связи с приборами учёта электроэнергии напряжения на объектах 10 кВ Верхнеуслонского района электрических сетей филиала ОАО «Сетевая компания».

Зеленым цветом в программном комплексе выделяются те КТП, в которых все приборы учета вышли на связь. Желтым цветом – КТП, часть которых не вышли на связь, красным цветом – КТП, по которым все счетчики на связь не вышли либо КТП отключен.

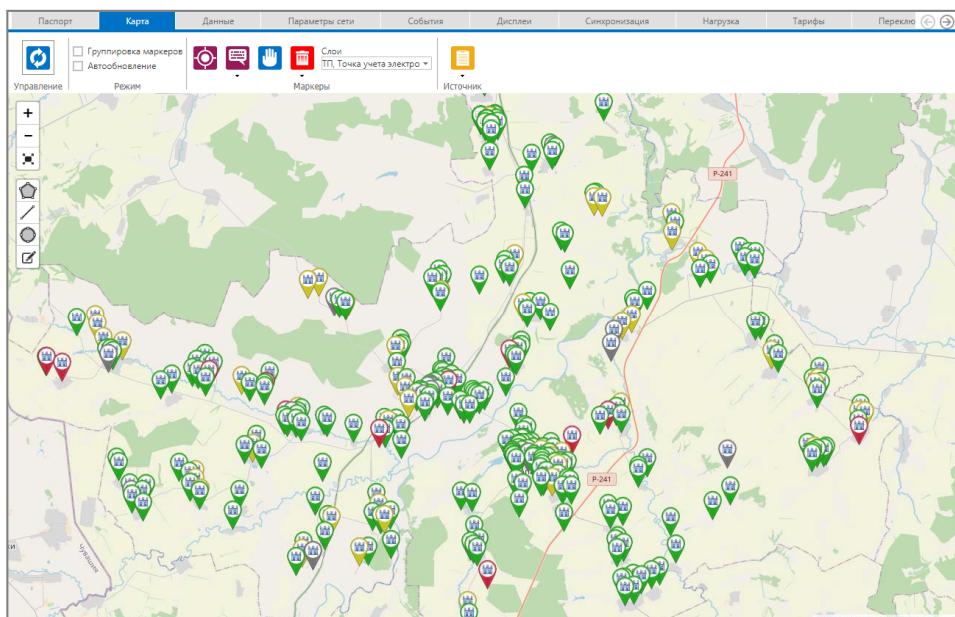


Рис. 1. Контроль напряжения на объектах 10 кВ

На рис. 2 представлен пример контроля напряжения на объектах 0,38 кВ Верхнеуслонского района электрических сетей филиала ОАО «Сетевая компания» по населенным пунктам. Например, по населенному пункту Верхний Услон всего установлено 466 интеллектуальных приборов учета, что указано в зеленом кольце. Если кольцо не полностью замкнуто зеленым цветом, то это означает, что по каким-то причинам не все счетчики выходят на связь.

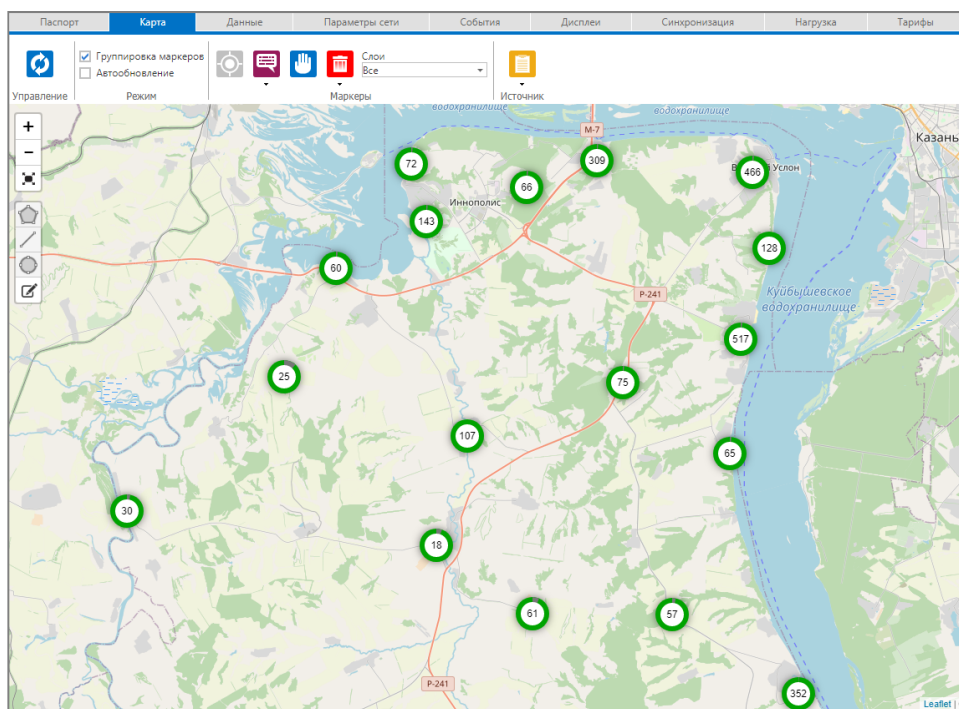


Рис. 2. Контроль напряжения на объектах 0,38 кВ

Далее раскрываем такие населенные пункты и определяем, по каким приборам учёта электрической энергии отсутствует связь или он отключен. Красным цветом в программном комплексе выделяется счетчик, с которым нет связи, либо вышедшим из строя, либо отключенным (см. рис. 3).

На рис. 4 представлен контроль состояния объектов в «ОИК-Диспетчер» и качества электроэнергии.

«Оперативно-информационный комплекс – Диспетчер» – это программный комплекс, предназначенный для создания информационно-управляющих систем для автоматизации технологического процесса передачи и распределения электрической энергии в помощь диспетчерскому и техническому персоналу объектов энергетики.

С 2019 г. в эксплуатации филиала ОАО «Сетевая компания» Буинские электрические сети находится автоматизированная информационно-измерительная система на базе интеллектуальных многофункциональных счетчиков «ISKRAEMECO».

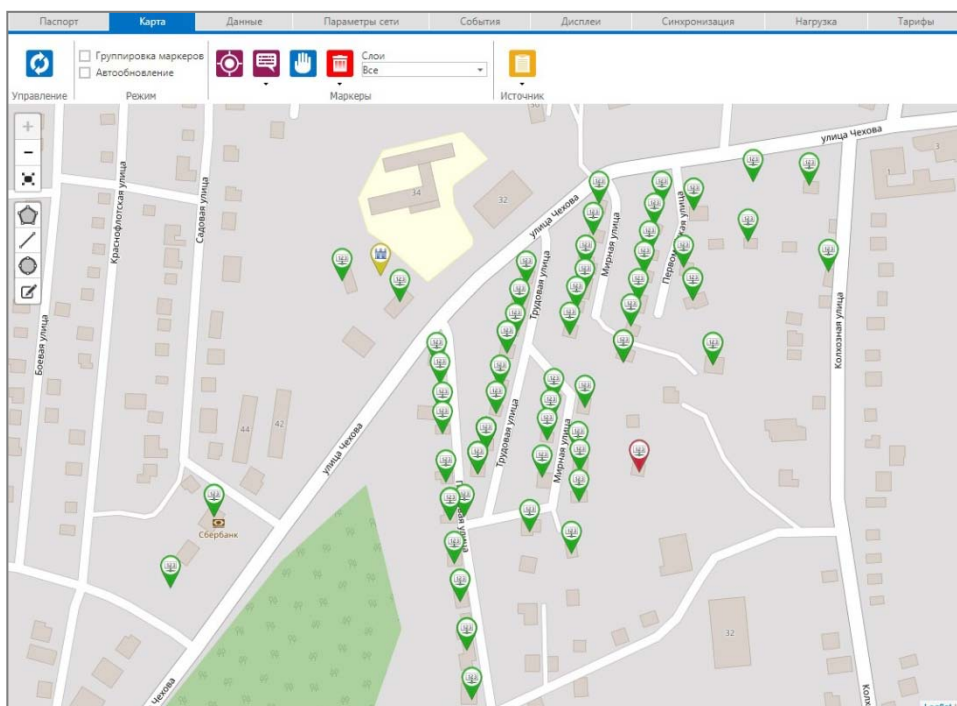


Рис. 3. Контроль напряжения по приборам учета, запитанным от КТП № 2107, Верхний Услон

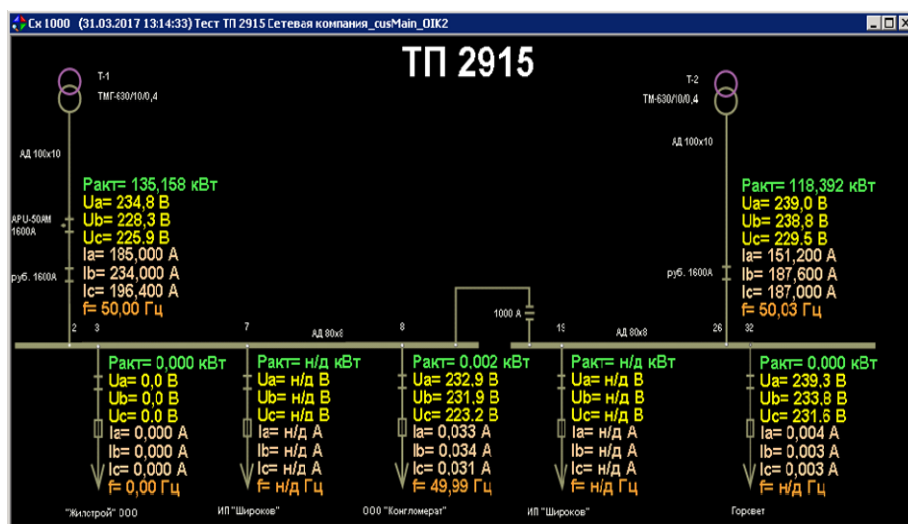


Рис. 4. Контроль состояния объектов в ОИК-диспетчер и качества электроэнергии

В Верхнеуслонском районе Республики Татарстан в качестве коммерческого учета допущено 2192 интеллектуальных прибора, установленных по-

требителям физическим лицам. При проведении сравнительного анализа потребления электроэнергии по данным потребителям за 4 месяца 2019 г. и 2020 г. наблюдается рост полезного отпуска на 15,5%. В целом по анализируемой группе потребителей наблюдается рост потребления электроэнергии, но в тот же период времени рост потребления электроэнергии по остальным типам счетчиков составил всего лишь 1,8% (см. табл. 2).

Таблица 2

**Сравнительный анализ интеллектуальных и обычных приборов учета
по полезному отпуску электрической энергии**

Виды приборов учёта электрической энергии	Количество приборов	Полезный отпуск		Разница потребления электрической энергии	
		январь– апрель 2019 г.	январь– апрель 2020 г.		
		кВт·ч		кВт·ч	%
Интеллектуальные счетчики «ISKRA»	2192	2 135 106	2 466 309	331202	15,5
Обыкновенные счётчики	12012	7 161 379	7 289 426	128048	1,8

Результаты приведенного анализа позволяют утверждать, что с внедрением интеллектуальных многофункциональных приборов учета электроэнергии перечень оказываемых услуг увеличивается.

Выводы. 1. Создание и внедрение интеллектуальной системы учета позволяют решать ряд важных задач электроэнергетики. Ими являются увеличение безопасности, надёжности, управляемости процессов энергоснабжающих предприятий с возможностью организовать прозрачный учёт и оперативный доступ к показаниям приборов учёта электроэнергии.

2. Внедрение системы учета электроэнергии с использованием новых сервисов позволит получить точную информацию о потреблении более качественной электрической энергии с сокращением количества перерывов электроснабжения, повышением уровня обслуживания энергетических объектов.

3. С внесением изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии для электроэнергетической отрасли планируется сокращение издержек за счет уменьшения потерь электрической энергии, повышения производительности труда, платежной дисциплины, адресности применения льгот потребителю, оптимизации режимов работы энергосистемы, развития тарифного меню и клиентских сервисов.

Литература

1. Измерение.RU: сайт. URL: <https://www.izmerenie.ru/ru/20> (дата обращения: 04.08.2020).
2. Программное обеспечение (ПО) «Пирамида 2.0» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sicon.ru/prod/po/pyramid20> (дата обращения: 04.08.2020).
3. Ремизова Т.С., Кошелев Д.Б. Возможности создания и перспективы развития интеллектуальной системы учета электроэнергии в России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14, № 2. С. 347–363. DOI: <https://doi.org/10.24891/ni.14.2.347>.
4. Электросчетчики ISKRAEMECO (Словения) [Электронный ресурс]. URL: <https://elmito.com.ua/g5888494-elektroschetchiki-iskraemeco-sloveniia> (дата обращения: 15.07.2020).

5. Kamstrup: сайт компании. URL: <https://www.kamstrup.com/ru-ru/about-kamstrup> (дата обращения: 04.08.2020).

ЗИГАНШИН АЙРАТ ГАБДУЛХАКОВИЧ – аспирант кафедры электроснабжения и интеллектуальных электроэнергетических систем имени А.А. Федорова, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (ZiganshinAG@gridcom-rt.ru).

МИХЕЕВ ГЕОРГИЙ МИХАЙЛОВИЧ – доктор технических наук, профессор кафедры электроснабжения и интеллектуальных электроэнергетических систем имени А.А. Федорова, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (mikheevg@rambler.ru).

Ayrat G. ZIGANSHIN, Georgi M. MIKHEEV

DIGITALIZATION OF THE ELECTRIC POWER METERING SYSTEM

Key words: Federal Law № 522-FZ, electric energy, commercial losses, theft, electric power metering system, digitization of electric power, quality of electric power energy.

The article deals with the issue of paying for electricity transmission services by consumers in connection with the introducing on the 1st of July, 2020 the Federal Law no. 522-FZ dated December 27, 2018 and the requirements for smart devices and electricity metering systems. This topic is one of the key points in the fight against non-payments for electrical energy, reducing business losses. The article draws attention to the change in the relationship between a consumer of electrical power and its supplier after the introduction of the above-mentioned law. The opportunities of intelligent electricity metering systems are examined as well as their features and some of their characteristics are given.

On the example of the Verkhneuslonsky region of the Republic of Tatarstan, served by the branch of JSC "Network Company" Buinsky electrical networks, a comparative analysis of electrical power consumption is presented according to the data of those consumers who have smart metering devices installed and those who use ordinary counters. It is shown that installation of intelligent electric power metering systems made it possible to increase the useful power supply for the observed period by 15.5% in 2020 against 1.8% when using traditional counters for the same period of 2019.

References

1. Izmerenie.RU: site. Available at: <https://www.izmerenie.ru/ru/20> (Access Date 2020, Aug. 4).
2. *Programmnoe obespechenie (PO) «Piramida 2.0»* [Software «Piramida 2.0»]. Available at: <https://www.sicon.ru/prod/po/pyramid20> (Access Date 2020, Aug. 4).
3. Remizova T.S., Koshelev D.B. *Vozможности sozdaniya i perspektivy razvitiya intellektual'noi sistemy ucheta elektroenergii v Rossii* [Opportunities to create and prospects for the development of an intelligent electricity accounting system in Russia]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 2018, vol. 14, no. 2, pp. 347–363. DOI: <https://doi.org/10.24891/ni.14.2.347>.
4. *Elektroschetchiki ISKRAEMECO (Sloveniya)* [ISKRAEMECO (Slovenia)]. Available at: <https://elmisto.com.ua/g5888494-elektroschetchiki-iskraemeco-sloveniya> (Access Date 2020, July 15).

AYRAT G. ZIGANSHIN – Post-Graduate Student of Electric Power Industry Department, Chuvash State University, Russia, Cheboksary (ZiganshinAG@gridcom-rt.ru).

GEORGI M. MIKHEEV – Doctor of Technical Sciences, Professor of Electric Power Industry Department, Chuvash State University, Russia, Cheboksary (mikheevg@rambler.ru).

Формат цитирования: Зиганшин А.Г., Михеев Г.М. Цифровизация системы учёта электроэнергии // Вестник Чувашского университета. – 2020. – № 3. – С. 74–83. DOI: 10.47026/1810-1909-2020-3-74-83.