

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

© Амхаев Т. Ш.¹, Дебиев М. В.², Масаев С. Х.³

^{1,2} ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

³ ПАО «Россети Северный Кавказ»

Данная статья посвящена вопросам возникновения, развития и интегрирования автоматизированных систем учета электрической энергии с использованием web-технологий в наше время. Актуальность данной темы обусловлена тем, что с развитием технологий и их массовым распространением увеличивается нагрузка на электрические сети, происходит неоправданный и бесконтрольный расход электроэнергии, что, в свою очередь, приводит к ухудшению экосистемы всей планеты. Предлагается применение распределенной системы мониторинга качества электрической энергии, производить измерения значений электрических параметров на разных участках электрической сети, с последующим их преобразованием в соответствующие формы и передачи в единый центр управления. Такая структура также позволит вести постоянный контроль за уровнем гармонических составляющих в различных узлах энергосистемы.

Ключевые слова: электричество, электроэнергия, учет электроэнергии, современные технологии, web-технологии, урбанизация.

Электричество играет решающую роль в жизни человека, где способы ее использования с целью получения максимальной эффективности постоянно совершенствуются. В России, так же как и в большинстве развитых стран, спрос на электроэнергию очень высокий, и ожидается, что в ближайшие годы он будет постепенно увеличиваться в соответствии с расширением урбанизации и ростом населения страны. В эту современную эпоху люди используют большое количество бытовой техники, в совокупности они потребляют очень много электроэнергии. Ежегодный рост цен на электрическую энергию заставляет потребителей задумываться над методами контроля ее расхода и способами экономии [1].

Мы становимся свидетелями наступления эпохи перемен. Неуклонно растёт не только численность населения Земли, но и удельное потребление энергии на душу населения. В то же время сокращаются запасы органического топлива, остающегося основным источником энергии (порядка 85%), причём лишь треть первичной энергии обращается в полез-

ное действие. Негативное воздействие на окружающую среду деятельности человечества становится очевидным: вопросы изменения климата и связанные с этим природные аномалии всё чаще обсуждаются на высшем государственном уровне. Очевидно одно: человечество стоит перед лицом глобальных вызовов.

В России в среднем на дом используется до 20 бытовых электроприборов. Подавляющее большинство бытовых приборов потребляют большое количество электрической энергии (табл. 1).

Потребители электрической энергии в основном склонны оставлять освещение, вентиляторы, морозильники, кондиционеры и другие электроприборы включенными, когда они не используются, что приводит к растрате энергии.

Такое пренебрежительное отношение к поведению потребителей электроэнергии может привести к чрезмерному потреблению и растрате электроэнергии.

В системах веб-технологий определяется статистика энергопотребления по ее параметрам.

Таблица 1

Среднегодовой расход электроэнергии бытовыми приборами в режиме ожидания [2]

№	Наименование потребителя	Среднее потребление электроэнергии, Вт/час	Сумма, которую придется выложить за время простоя в расчете за год, руб.
1	Кофеварка электрическая	4-6	105,80-158,70
2	Микроволновая печь	6	158,70
3	Телевизор ЖК	11-16	290,95-423,20
4	Телевизор LED	1-2	26,45-52,9
5	Персональный компьютер (системный блок)	1-3	26,45-79,35
6	Монитор ЖК	1	26,45
7	Зарядное устройство ноутбука (без потребителя)	15	396,75
8	Зарядное устройство ноутбука, оставленного на проводе	20-30	529,00-793,50
9	Зарядное устройство телефона, смартфона	2-3	52,90-79,35

трам. Они отображают подробный мониторинг электрических величин, таких как напряжение, ток, мощность, энергия т. д. [2, 3].

Современные интеллектуальные веб-технологии эффективно выступают в качестве системы учета электроэнергии, которые измеряют потребление энергии, контролируют ее качество и передают эту информацию от интеллектуального счетчика к концентратору или облаку, чтобы коммунальные предприятия могли лучше управлять использованием энергии посредством управления электрической нагрузкой. Ответность об измерении электроэнергии в режиме реального времени повышает осведомленность потребителей, что приводит к сокращению отходов и массовому браку продукции [4, 5].

Данные, полученные с помощью интеллектуальных счетчиков электроэнергии, позволяют коммунальным и энергоснабжающим предприятиям оптимизировать потери при распределении электроэнергии в сети. Результатом этого являются более низкие затраты, высокая надежность.

В системе учета с веб-технологиями для пользователей интеллектуальной системы предусматриваются следующие функции:

а) передача показаний и результатов измерений прибора учета электрической энергии, присоединенного к интеллектуальной системе учета;

б) предоставление информации о количестве и иных параметрах электрической энергии;

в) полное или частичное ограничение режима потребления электрической энергии, а также возобновление подачи электрической энергии;

г) установление и изменение зон суток (часов, дней недели, месяцев), по которым прибором учета электрической энергии, присоединенным к интеллектуальной системе учета, осуществляется суммирование объемов электрической энергии в соответствии с дифференциацией тарифов (цен);

д) передача данных о параметрах настройки и событиях, зафиксированных прибором учета электрической энергии, присоединенным к интеллектуальной системе учета;

е) передача справочной информации;

ж) передача архива данных;

з) оповещение о возможных недостоверных данных, поступающих с приборов учета в случае срабатывания индикаторов вскрытия электронных пломб или программного сбоя прибора;

и) формирование и экспорт отчета в виде электронного документа, подтверждающего корректность сведений, содержащихся в интеллектуальной системе учета.

Интеллектуальная система учета электроэнергии с веб-технологиями также обеспечивает:

а) измерение активной и реактивной энергии в сетях переменного тока в двух направлениях с более высоким классом точности;

б) возможность выполнения измерений с применением коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов тока и напряжения (для приборов учета электрической энергии трансформаторного включения);

в) ведение времени независимо от наличия напряжения в питающей сети с абсолютной погрешностью хода внутренних часов не более 5 секунд в сутки, а также с возможностью смены часового пояса;

г) возможность синхронизации и коррекции времени с внешним источником сигналов точного времени;

д) возможность учета активной и реактивной энергии с фиксацией на конец программируемых расчетных периодов и по не менее чем 4 программируемым тарифным зонам с не менее чем 4 диапазонами суммирования в каждом (далее – тарифное расписание);

е) измерение и вычисление: фазного напряжения в каждой фазе; линейного напряжения (для трехфазных приборов учета электрической энергии); фазного тока в каждой фазе.

Одним из главных компонентов эффективности управления в рыночной системе распределенной генерации является анализ потребления объема электрической энергии в разные периоды времени суток. Если потребитель сэкономит потребление электроэнергии в часы пик, то он сможет получить денежные вознаграждения. Для физических лиц разрабатывается тариф «день-ночь». Это когда стоимость кВт·ч днем (7-23 часа) и ночью (23-7 часов) разная. Данный метод побуждает потребителя экономить энергию днем и получать ее ночью. Юридические лица могли бы перейти на почасовой тариф исходя из расчета энергоемкости. Физические лица получили бы тариф на время пиковой половины ночного времени. Часовые пояса можно разбить на три периода (пик с 7 до 10 и с 17 до 21, полупик с 10 до 17 и с 21 до 23 и ночной с 23 до 7). Но главное нововведение в том, что интеллектуальный учет сам по себе сможет подсказать другой тариф. Таким образом, выигрывают все. Потребители экономят или

платят более осознанно. Энергетики сглаживают время максимальной загруженности в электрической сети [6, 7].

Интеллектуальная сеть на основе web-технологий эффективно адаптируется к чрезвычайным ситуациям, связанным со стихийными бедствиями и аварийными ситуациями в энергосистеме. Ввиду наличия таких усовершенствований исследуемые технологии энергетической сети, в которой и генерация на основе нетрадиционных источников энергии, система получения и обработки сведений сочетаются с интернетом, следовательно, энергетическую систему на рассматриваемых интеллектуальных технологиях можно сравнить с интернетом энергии [8, 9, 10].

Благодаря глобальному охвату такая коммуникация стала возможной не только в городских районах, но и в сельской местности. Если сотовая сеть доступна, можно подключить GSM-модем с SIM-картой для опроса счетчика. Преимуществом этой системы является надежность, простота передачи данных и отсутствие такого оборудования, как RTU и ретрансляторы [11, 12, 13]. Недостатком является то, что необходимо производить оплату за связь оператору сотовой сети.

Модемы, работающие в сотовых сетях, имеют различия по тарификациям:

- В режиме CSD – идёт учёт по времени;
- В режиме GPRS – тарифицируется фактический объем информации, который был передан или принят через модем.

Модем CSD в принципе такой же, как и ФАКС-телефон, и центральный компьютер вызывает модем, подключенный к счетчику, через телефон с SIM-картой и получает данные. Основными недостатками при использовании такого модема являются более длительное время подключения к счетчику, а также более низкая скорость передачи данных и более высокая плата за подключение. С другой стороны, такие модемы не нуждаются в предварительной настройке и стоят дешевле, чем GPRS-модемы.

GPRS-модем – это более современное устройство. Принцип работы аналогичен принципу работы смартфона. Модем автоматически подключится к сети и немедленно подключится к центральному компьютеру,

сохраняя его всегда подключенным (рис. 1). Центральный компьютер получает данные от счетчика в нужное время, не тратя время на подключение. Плюсы модемов – низкий трафик и высокая скорость опроса. Недостатком является то, что цена высока и нужно настраиваться заранее. Однако настройка обычно не представляет труда.

Для того чтобы снизить затраты на сотовую связь во время эксплуатации системы, необходимо тщательно изучить структуру ценообразования операторов, работающих в регионе. На такие устройства распространяются специальные тарифы. При такой структуре ценообразования оплата за передачу данных обычно невелика, и все необходимые услуги подключаются одновременно [7].

Для получения изначальных сведений предлагается внедрение умного счетчика на основе web-технологий [3, 14]. Для получения максимального эффекта целесообразно применение программы по расчету и управлению значений гармонических колебаний в электрической сети [1, 15]. В таком случае возможно

применение алгоритма логико-математического описания счетчика в среде *MatLab*, способствующего по отдельности измерять общую нагрузку, нагрузку основной гармоники и нагрузку всех гармонических колебаний по отдельности. Методика такого алгоритма сможет отслеживать влияние всех по отдельности гармоник в электрической цепи.

Так, к примеру, в ходе выполнения работ в рамках Программы снижения потерь (ПСП) электрической энергии в электрических сетях АО «Чеченэнерго» на 2020-2024 гг. (рис. 2), согласно проектированию и реализации пилотного проекта в Аргунских городских электрических сетях (ГЭС), в период времени с 2020-2022 гг. достигнуты целевые показатели по снижению потерь электрической энергии в городе Аргун на реконструированных сетях (около 37% от общей протяженности) и объектах, оснащенных новыми интеллектуальными приборами учета. За 9 месяцев 2021 г. потери электрической энергии в г. Аргун снижены с 32,69% до 15,79% (рис. 3), а за сентябрь 2022 г. снижены до 13,38%.



Рис. 1. Управляемые гибкие системы передачи сигналов переменным током

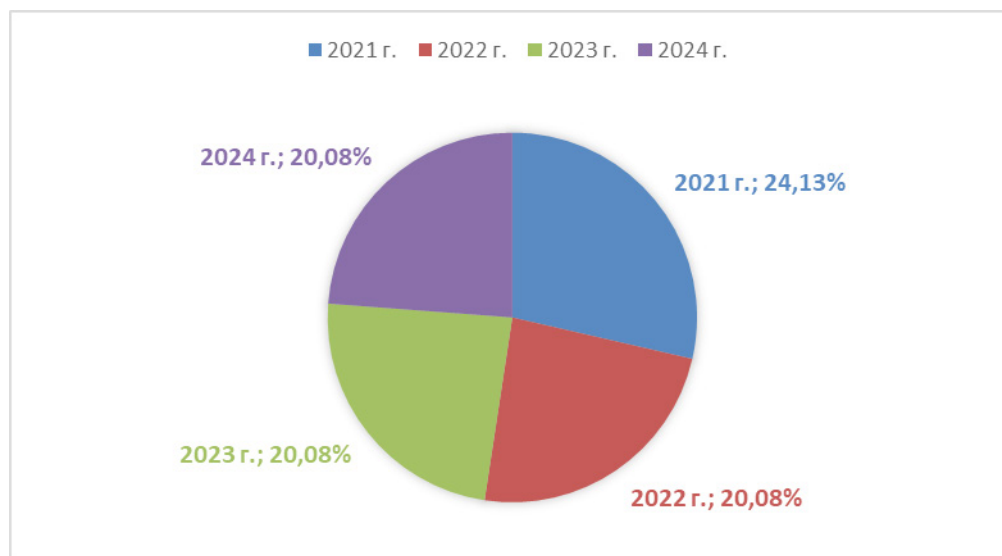


Рис. 2. Ожидаемые результаты выполнения ПСП электрической энергии в электрических сетях АО «Чеченэнерго» на 2020-2024 гг.

В целом по Аргунским ГЭС с учетом присоединенных при создании Аргунского городского округа 3-х населенных пунктов (с. Чечен-Аул, с. Бердыкель и с. Новый-Центорой), на которых еще не проводились работы по оснащению интеллектуальными приборами учета, потери электрической энергии составляют 23,0%. Данные показатели достигнуты в результате выполнения работ по программе ПСП. Вместе с тем, при необходимости привлекались резервы из ремонтной программы АО «Чеченэнерго».

По программе ПСП выполнены следующие работы:

- монтаж интеллектуальных приборов учета – 6931 шт.;

- реконструкция ВЛ-0,4 кВ с организацией повторяющего заземления и заменой провода АС на СИП – 55,89 км;

- установка дополнительного ТП 6/0,4 кВ – 2 комплекта;

- замена трансформаторных подстанций с монтажом новых контуров заземлений – 2 комплекта.

Регулярно ведутся рейдовые мероприятия с использованием автотранспорта, также закупленного в рамках ПСП по выявлению несанкционированного подключения потребителей, уточнению привязки потребителей к трансформаторным подстанциям с последующими корректировками в программных комплексах,

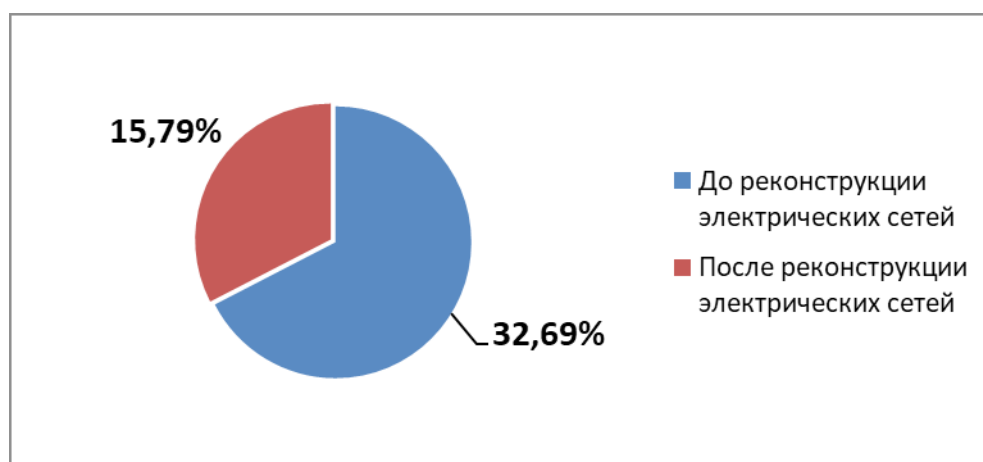


Рис. 3. Снижение потерь электрической энергии в городе Аргун за 9 месяцев 2021 г.

что тоже положительно отражается на снижение потерь в сетях пилотного проекта в Аргунских ГЭС.

Следует отметить, что в комплексе всех вышеперечисленных мероприятий в электрических сетях АО «Чеченэнерго» в пилотном проекте в Аргунских ГЭС достигнуты высокие показатели не только по снижению потерь электрической энергии, но и по снижению аварийности, а также повышению качества электроснабжения и параметров электроэнергии внедрением интеллектуальных приборов учета, что подтверждает эффективность разработанных и внедряемых мероприятий в рамках ПСП.

Внедрение интеллектуальных счетчиков должно синхронизироваться совершенствованием нормативно-правовой базы. Если рассматривать наиболее четкую нормативно-правовую базу государственной стратегии и правовой базы для внедрения систем интеллектуального учета, то наиболее передовыми развивающимися странами в этом плане являются Финляндия, Франция и Нидерланды.

Реализуемые проекты интеллектуальных измерений обеспечивают преимущества как для потребителей, так и для компаний энергетических отраслей. Компании уже получают более своевременную и точную информацию и оптимизируют расходы на выявление и устранение неисправностей.

С учетом современных требований, значительная часть действующих энергообъектов нуждаются в реконструкции, модернизации или техническом перевооружении на элементах новейшего поколения электрооборудования и информационных средств автоматизации.

Планируемый процент строительства и ввода в работу нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в России к 2030 году составляет 4,5 %, где также необходимо решать и задачи, учитывающие наиболее углубленные факторы внедрения современных интеллектуальных устройств, представляющие возможности на основе элементов микропроцессорной техники, как для изучения процессов, происходящих в электроэнергетических сетях, так и мониторинга различных электрических параметров. С помощью современных интел-

лектуальных устройств можно повысить коэффициент полезного действия электрооборудования, уменьшить потери электроэнергии и вести мониторинг за качеством электроэнергии [4, 6, 8].

Одним из главных факторов в системе электроснабжения является мониторинг изменения синусоиды напряжения, происходящего в результате возмущений в электрической сети, накладывающегося на основную синусоидальную форму напряжения, которые называются гармониками. Т. к. гармоники, в свою очередь, имеют свойство протекать по всей электрической цепи, гармонические искажения могут вырабатываться электроприемниками, находящимися на большом расстоянии от центра электропитания [7, 10].

В целях повышения эффективности функционирования генерирующих мощностей и сетевой инфраструктуры целесообразно использование современных устройств на основе электронных элементов, например, таких как инверторы, реклоузеры, усилители сигналов, выпрямители, частотные преобразователи и т.д. Использование устройств на базе современных электронных элементов позволяет усовершенствовать, а вместе с тем и расширить возможность процесса функционирования и алгоритма режимов работы технологических установок, а также повысить значение высших гармоник напряжения и тока питающей электрической сети [16, 17, 18]. Более того, применение электростанций на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) повлекло за собой массовое использование электронных устройств, где в первую очередь невозможно обойтись без выпрямителей и инверторов. Применение ВИЭ главным образом влияет на системы электроснабжения, не связанные с централизованной энергосистемой. В соответствии с нормативными документами значения гармоник напряжения от источника питания отличаются эквивалентным коэффициентом гармоник напряжения, характеризующимся в процентном соотношении к значению напряжения основной гармоники [15, 19, 20, 21].

Возникающие в результате нелинейных элементов в приемниках гармоники тока представляют собой негативные явления в целом

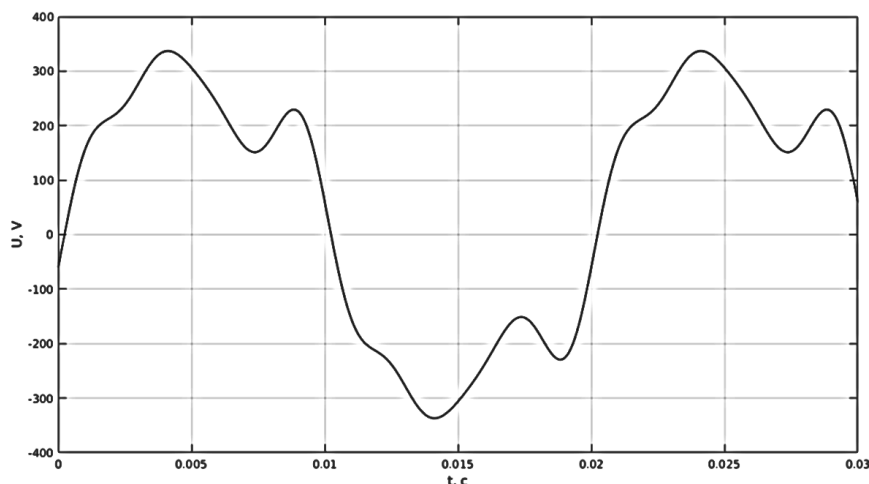


Рис. 4. Синусоида напряжения, близкая к синусоиде напряжений фактических электроприемников

для электрической сети. Гармонические колебания формируют токи с частотами, кратными частоте основной электрической сети, характеризующие, в свою очередь, выработки в эту же сеть мощности искажения.

Ниже представлена форма синусоиды напряжения, близкая к форме синусоид напряжений фактических электроприемников (рис. 4). В искажение формы синусоидального напряжения наибольшее влияние оказывает третья, пятая и седьмая гармоники, на которых следует заострить внимание. Соответствующие значения поступают в измеряемую мощность от отдельных гармонических колебаний, а вместе с тем поступают и значения полной мощности гармонических колебаний.

Степень присутствия гармонических компонентов источника напряжения играет большую роль в эффективности потребления электроэнергии. Ввиду такого фактора требуется постоянное наблюдение за значениями гармонических колебаний на разных участках электрической цепи. Такой метод позволит вести мониторинг за величиной и направлением гармоник источника питания, внедрением интеллектуальной сети на основе web-технологий.

Выводы: Усовершенствование системы учета электроэнергии в электрических сетях Чеченской Республики требует создания стабильной многовекторной политики, которая сможет удовлетворить потребителей электро-

энергии и экономики региона, где внедрение web-технологий позволит получить наибольший эффект. Рост числа электропотребителей, подключенных к такой системе, позволит не только снизить расходы на электроэнергию, но также вести точную статистику энергоснабжающим предприятиям, правильно оценивать ресурсы электрических сетей, тем самым планировать и вовремя внедрять идеи для развития энергетики.

Интеллектуальная сеть на основе web-технологий объединит электрические сети потребителей и некоторых производителей электрической энергии небольших мощностей, в том числе и возобновляемых источников энергии, в единое средство общей централизованной энергетической системы, формирующей стратегию наиболее высокого уровня контроля, отслеживания, регулирования и управления электрическими параметрами, а также режимами работы всех ее участников.

Стратегия внедрения и развития интеллектуальной сети на основе web-технологий повлияет на оптимизацию тарифа и качества электроэнергии потребителей, а также на надежность бесперебойного электроснабжения. Внедрение автоматизированной интеллектуальной энергетической сети отразится положительным эффектом в энергетической промышленности как отдельных регионов, так и всей страны в целом.

Первоочередными задачами развития энергетики республики являются нижеследующие:

1. Разработка современной программы развития web-технологий в электрических сетях Чеченской Республики.
2. Выполнение фундаментальных и при-

кладных НИР в области автоматизированной интеллектуальной энергетической сети на основе web-технологий.

3. Разработка рекомендаций и инвестиционных предложений для промышленных предприятий и ЖКХ республики активным внедрением WEB-технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потребление электроэнергии бытовыми приборами. URL: <http://remoo.ru/elektrika/potreblenie-elektroenergii-bytovymi-priborami> (дата обращения: 17.06.2022).
2. Энергосбережение. URL: <https://rubrowsers.ru/energoberezenie-pribory> (дата обращения: 17.06.2022).
3. *Амхаев Т. Ш., Дебиев М. В., Абдулхакимов У. И., Асхабов У. Р.* Повышение качества электроэнергии внедрением интеллектуальных сетей // Вестник ГГНТУ. Технические науки 2022. Том XVIII. № 1 (27). Грозный, 2022. 92 с.
4. *Кобец И. И., Волкова И. О., О कोरोков В. Р.* Концепция интеллектуальных энергосистем и возможности ее реализации в российской электроэнергетике. М., 2010. 65 с.
5. *Хохлов А., Мельников Ю., Веселов Ф. и др.* Распределенная энергетика в России: потенциал развития // Энергетический центр «Сколково». URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf.
6. *Дзюба А. П., Соловьева И. А.* Управление спросом на электропотребление в России // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018. № 1. С. 72-79.
7. *Долматов И. А., Золотова И. Ю., Маскаев И. В.* Новый тарифный режим для естественных монополий в России: каким он должен быть? // Эффективное Антикризисное Управление. 2017. № 3-4. С. 30-37.
8. *Зубакин В. А., Ковишов Н. М.* Методы и модели анализа волатильности выработки ВИЭ с учетом цикличности и стохастичности // Эффективное Антикризисное Управление. 2015. № 4. С. 86-98.
9. *Климовец О. В., Зубакин В. А.* Методы оценки эффективности инвестиций в собственную генерацию в условиях риска // Эффективное Антикризисное Управление. 2016. № 2 (95). С. 78-84.
10. *Керимов И. А., Минцаев М. Ш., Дебиев М. В.* Основные этапы реализации программы развития энергетики Чеченской Республики // Геоэнергетика – 2019. Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции / Под ред. М. Ш. Минцаева. 2019. С. 38-56.
11. *Нестеров И. М.* Smart Metering в концепции Smart Grid // Инженерный центр «Энергоаудиткон-троль», 2013. URL: http://www.csr-nw.ru/files/csr/file_content_1316.pdf.
12. *Хохлов А., Веселов Ф.* Internet of Energy: как распределенная энергетика повлияет на безопасность, цены на электричество и экологию // Forbes, 2017. URL: <http://www.forbes.ru/biznes/351485-internet-energy-kak-raspredelennaya-energetika-povliyaet-na-bezopasnost-seny-na>.
13. *Woods E., Strother N.* Smart Meters in Europe. Research report // URL: <http://www.navigantresearch.com/wp-content/uploads/2012/09/AMIEU-12-Executive-Summary.pdf>.
14. *Suslov K. V.* A principle of power quality control in the intelligent distribution networks / *K. V. Suslov, N. N. Solonina, V. S. Stepanov* // International Symposium on Smart Electric Distribution Systems and Technologies EDST. 2015, pp. 131-137.
15. *Суслов К. В.* Программа для расчета и управления уровнем гармонических составляющих в питающей электрической сети / К. В. Суслов, Н. Н. Солонина, Ю. Д. Герасимов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016613995. Дата гос. регистрации 12.12.2016.

16. Новиков С. И., Кузьмин И. Л., Хузяшев Р. Г. Простейшие алгоритмы обнаружения сигналов переходного процесса в линиях электропередачи // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2017. № 7-8. С. 114-125.
17. Тихомиров В. А. Сравнительный анализ гармонического состава сетевого тока управляемых выпрямителей и преобразователей частоты / В. А. Тихомиров, С. В. Хватов // Труды НГТУ им. П. Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2011. № 3 (90). С. 204-214.
18. Jaipradidtham C. Energy conservation with TCSC controller of electric arc furnace for harmonic analysis in power quality disturbance using continuous wavelet transform / C. Jaipradidtham, // 2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON). 2016, pp. 2905-2908.
19. Керимов И. А., Дебиев М. В. Анализ факторов развития ветроэнергетики в Чеченской Республике // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы II Всероссийской научно-технической конференции, г. Грозный, 8-9 ноября 2012 г. Грозный: Академия наук Чеченской Республики, 2012. С. 499-508.
20. Mudiraj A. N. Improvement of Power Quality by mitigating harmonics in single phase AC distribution/ A. N. Mudiraj // 2016 International Conference on Automatic Control and Dynamic Optimization Techniques (ICACDOT). 2016, pp. 83-88.
21. Дягилев А. А. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) / А. А. Дягилев, П. П. Новиков, В. В. Бутушин. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2018. № 7 (193). С. 33-36. URL: <https://moluch.ru/archive/193/48370/> (дата обращения: 17.06.2022).

AUTOMATED POWER METERING SYSTEM IN THE ELECTRIC NETWORKS OF THE CHECHEN REPUBLIC USING WEB TECHNOLOGIES

© T. Sh. Amkhaev ¹, M. V. Debiev ², S. Kh. Mashaev ³

^{1,2}GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

³RJSK «Rosseti North Caucasus»

This article is devoted to the issues of the emergence, development and integration of automated electric energy accounting systems using web technologies in our time. The relevance of this topic is due to the fact that with the development of technologies and their mass distribution, the load on electrical networks increases, there is an unjustified and uncontrolled consumption of electricity, which in turn leads to a deterioration of the ecosystem of the entire planet. It is proposed to use a distributed system for monitoring the quality of electrical energy, to measure the values of electrical parameters in different sections of the electrical network, with their subsequent transformation into appropriate forms and transfer to a single control center. Such a structure will also allow for constant monitoring of the level of harmonic components in various nodes of the power system.

Keywords: electricity, electricity, electricity metering, modern technologies, web-technologies, urbanization.

REFERENCES

1. Potreblenie elektroenergii bytovymi priborami. [Electricity consumption of household appliances]. Available at: <http://remoo.ru/elektrika/potreblenie-elektroenergii-bytovymi-priborami> (accessed 17.06.2022).
2. Energoberezhenie. [Energy saving]. Available at: <https://rubrowsers.ru/energoberezhenie-pribory> (addressed 17.06.2022).
3. Amkhaev, T. Sh., Debiev, M. V., Abdulkhakimov, U. I. and Askhabov, U. R. (2022) 'Povyshenie kachestva elektroenergii vnedreniem intellektual'nykh setei'. *Vestnik GGNTU, Tekhnicheskie nauki*. [Improving the quality of electricity by introducing smart grids. Herald of GSTOU, Technical Sciences]. V. XVIII. № 1 (27), g. Groznyi, 92 p.
4. Kobets, I. I., Volkova, I. O. and Okorokov, V. R. (2010) Kontseptsiya intellektual'nykh energosistem i vozmozhnosti ee realizatsii v rossiiskoi elektroenergetike. [The concept of intelligent energy systems and the possibility of its implementation in the Russian power industry]. Moscow, 65 p.
5. Khokhlov, A., Mel'nikov, Yu., Veselov, F. and others. Raspredelennaya energetika v Rossii: potencial razvitiya. Energeticheskii tsentr «Skolkovo». [Distributed energy in Russia: development potential // Skolkovo Energy Center]. Available at: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEnC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf.
6. Dzyuba, A. P. and Solovjeva, I. A. (2018) 'Upravlenie sprosom na elektropotreblenie v Rossii'. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment*. [Demand management for electricity consumption in Russia // Strategic decisions and risk management], № 1. p. 72-79.
7. Dolmatov, I. A., Zolotova, I. Yu. and Maskae, I. V. (2017) 'Novyi tarifnyi rezhim dlya estestvennykh monopolii v Rossii: kakim on dolzhen byt'?' *Effektivnoe Antikrizisnoe Upravlenie*. [New tariff regime for natural monopolies in Russia: what should it be like? Effective Anti-Crisis Management]. № 3-4. pp. 30-37.
8. Zubakin, V. A. and Kovshov, N. M. (2015) 'Metody i modeli analiza volatil'nosti vyrabotki VIE s uchetom tsiklichnosti i stokhastichnosti'. *Effektivnoe Antikrizisnoe Upravlenie*. [Methods and models for analyzing the volatility of renewable energy generation, taking into account cyclicity and stochasticity. Effective Anti-Crisis Management], № 4, p. 86-98.
9. Klimovets, O. V. and Zubakin, V. A. (2016) Metody otsenki effektivnosti investitsii v sobstvennuyu generatsiyu v usloviyakh riska. *Effektivnoe Antikrizisnoe Upravlenie*. [Methods for evaluating the effectiveness of investments in own generation under risk. Effective Anti-Crisis Management], № 2 (95), p. 78-84.
10. Kerimov, I. A., Mintsae, M. Sh. and Debiev, M. V. (2019) 'Osnovnye etapy realizatsii programmy razvitiya energetiki chechenskoi respubliki'. V *sbornike: Geoenergetika – 2019, Materialy IV Vserossiiskoi nauchno – tekhnicheskoi konferentsii*. Pod redaktsiei M. Sh. Mintsae, [The main stages of the implementation of the energy development program of the Chechen Republic. In the collection: Geoenergy – 2019, Proceedings of the IV All-Russian Scientific and Technical Conference. In M. Sh. Mintsae (ed.), pp. 38-56.
11. Nesterov, I. M. (2013) Smart Metering v kontseptsii Smart Grid. Inzhenernyi tsentr «Energoauditkon-trol'», [Smart Metering in the Smart Grid Concept. Engineering Center "Energoauditkontrol"], available at: http://www.csr-nw.ru/files/csr/file_content_1316.pdf.
12. Khokhlov, A. and Veselov, F. (2017) 'Internet of Energy: kak raspredelennaya energetika povliyaet na bezopasnost', tseny na elektrichestvo i ekologiyu'. *Forbes*, available at: <http://www.forbes.ru/biznes/351485-internet-energy-kak-raspredelennaya-energetika-povliyaet-na-bezopasnost-ceny-na>.
13. Woods, E and Strother, N. *Smart Meters in Europe*. Research report, available at: www.navigantresearch.com/wp-content/uploads/2012/09/AMIEU-12-Executive-Summary.pdf.
14. Suslov, K. V. Solonina, N. N. and Stepanov, V. S. (2015) 'A principle of power quality control in the intelligent distribution networks'. *International Symposium on Smart Electric Distribution Systems and Technologies EDST*. [A principle of power quality control in the intelligent distribution networks. International Symposium on Smart Electric Distribution Systems and Technologies EDST]. pp. 131-137.

15. Suslov, K. V. Solonina, N. N. and Gerasimov, Yu. D. *Programma dlya rascheta i upravleniya urovnem garmonicheskikh sostavlyayushchikh v pitayushchei elektricheskoi seti*. [A program for calculating and controlling the level of harmonic components in the power supply network. Certificate of state registration of the computer program No. 2016613995]. Data gos. registratsii 12.12.2016. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlya EVM №2016613995.
16. Novikov, S. I., Kuz'min, I. L. and Khuzyashev, R. G. (2017) 'Prosteishie algoritmy obnaruzheniya signalov perekhodnogo protsessa v liniyakh elektropredachi'. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Problemy energetiki*. [The simplest algorithms for detecting transient signals in power lines // Izvestia of higher educational institutions. Energy problems], №7-8, p. 114-125.
17. Tikhomirov, V. A. and Khvatov, S. V. (2011) 'Sravnitel'nyi analiz garmonicheskogo sostava setevogo toka upravlyaemykh vypryamitelei i preobrazovatelei chastoty'. *Trudy NGTU im. R. E. Alekseeva. Nizhnii Novgorod*, [Comparative analysis of the harmonic composition of the network current of controlled rectifiers and frequency converters / V.A. Tikhomirov, S. V. Khvatov. Proceedings of NNSTU named after R. E. Alekseev], №3 (90), Nizhny Novgorod, pp. 204-214.
18. Jaipradidtham, C. (2016) 'Energy conservation with TCSC controller of electric arc furnace for harmonic analysis in power quality disturbance using continuous wavelet transform', *2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON)*, pp. 2905-2908.
19. Kerimov I. A. and Debiev M. V. (2012) 'Analiz faktorov razvitiya vetroenergetiki v Chechenskoj Respublike'. «*Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza*». *Materialy II Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii. g. Groznyi, 8-9 noyabrya 2012 g., Groznyi: Akademiya nauk Chechenskoi Respubliki*, [Analysis of the factors of development of wind energy in the Chechen Republic. "Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus" Proceedings of the II All-Russian Scientific and Technical Conference], pp. 499-508.
20. Mudiraj, A. N. (2016) 'Improvement of Power Quality by mitigating harmonics in single phase AC distribution'. *2016 International Conference on Automatic Control and Dynamic Optimization Techniques (ICACDOT)*, pp. 83-88.
21. Dyagilev, A. A. Novikov, P. P. and Butushin, V. V. (2018) 'Avtomatizirovannaya sistema kommercheskogo ucheta elektroenergii (ASKUE) '. *Neposredstvennyi. Molodoi uchenyi*. [Automated system for commercial electricity metering (ASKUE). Young scientist]. №7 (193), pp. 33-36, available at: <https://moluch.ru/archive/193/48370/> (accessed 17.06.2022).