

ICES-2019
BELGOROD

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Белгородский государственный
технологический университет
им. В.Г. Шухова»**

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

**IV Международная
научно–техническая
конференция**

Материалы конференции

(Белгород, 31 октября–1 ноября 2019 г.)

**Белгород
2019**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Департамент жилищно-коммунального хозяйства Белгородской области
Совет молодых ученых и специалистов Белгородской области
при Губернаторе Белгородской области
Филиал ПАО «МРСК-Центр» – «Белгородэнерго»
Белгородский институт альтернативной энергетики
Донецкий национальный технический университет (г. Донецк)
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (г. Макеевка)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

IV Международная
научно-техническая
конференция

Материалы конференции

(Белгород, 31 октября – 1 ноября 2019 г.)

Белгород
2019

УДК 620.9(082)
ББК 3
Э65

*Серия основана в 2016 г.
Выходит ежегодно*

Энергетические системы [Текст]: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., 31 окт.–1 нояб. 2019 г. / Белгор. гос. технол. ун-т; отв. ред. П.А. Трубаев. – Белгород, 2019. – 455 с.

ISBN 978-5-361-00733-2

В сборнике представлены работы, освещающие современное состояние теоретических и экспериментальных исследований по следующим направлениям: теплоэнергетика и теплотехника; электроэнергетика и электротехника; энергосбережение и энергоэффективность, экология энергетики; альтернативные и возобновляемые источники энергии; энерго- и ресурсосбережение в технологиях. В сборнике также представлены работы, подготовленные студентами, магистрантами и аспирантами, размещенные в секции молодых ученых.

Сборник предназначен для широкого круга научных и инженерных работников, а также аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений.

Статьи прошли процедуру рецензирования и публикуются в авторской редакции. Авторы статей, включенных в сборник, сохраняют исключительные права на размещенные в сборнике материалы и вправе использовать свои произведения независимо от сборника.

УДК 620.9(082)
ББК 3

Адрес размещения в сети Интернет: <http://es.bstu.ru/archive/2019>

ISBN 978-5-361-00733-2

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2019

ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ НА РОЗНИЧНЫХ РЫНКАХ КАК ТОВАР В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Канд. техн. наук, доц. **Зацаринная Ю.Н.**

канд. техн. наук, доц. **Логачева А.Г.**

Магистрант **Григорьева М.О.**

*Казанский государственный энергетический
университет, г. Казань*

***Аннотация.** В статье представлена концепция интеллектуальной системы, которая позволяет вовлекать отдельные домохозяйства в прогрессивный тип потребления и генерации энергии и создает новый тип энергосистемы и участника рынка – просьюмера. Две системы предлагаются для домашних хозяйств, оснащенных солнечными панелями. Первый подразумевает, что генерируемая энергия потребляется самим домохозяйством, а второй – что избыток энергии продается в сеть. Предлагается распространить практику расчетов по нерегулируемым ценам на физических лиц и домохозяйства с возможностью выбора выгодной ценовой категории для рассматриваемого просьюмера.*

***Ключевые слова:** домохозяйства, распределенная генерация, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), просьюмер, солнечные панели.*

Одним из вызовов доктрины энергетической безопасности, утвержденной 216 указом Президента РФ от 13 мая 2019 г., является увеличение доли возобновляемых источников энергии в топливно-энергетическом балансе России. Вызов, обозначенный в доктрине, является следствием обязательства, которое взяла на себя Россия по снижению выбросов CO к 2020 году.

Целью данной статьи является предложение создания удобной платформы и внесения соответствующих поправок в законодательство для осуществления взаиморасчетов между потребителем и производителем, в одном лице, далее будем называть его просьюмером, в уже сложившейся системе, в которой осуществляются расчеты за электроэнергию. Подобный сдвиг станет возможен благодаря развитию интеллектуальных технологий в сфере энергетики и увеличению количества возобновляемой энергии.

Более того, необходимо не только принятие климатического соглашения и национальных законодательных актов, но и ведение активной политики государства, направленной на поддержку развития

ВИЭ населением. Все это требует гибкую налоговую политику государства, а также поддержку просьюмеров в потреблении и производстве чистой энергии [1].

Актуальной задачей энергетической политики является поиск оптимального соотношения между доступностью электроэнергии физически и экономически. В большинстве рынков, как оптовых, так и розничных, спрос на электроэнергию имеет низкую чувствительность к цене. Колебания цен на электроэнергию, которые происходят на оптовом рынке ежечасно, не доводятся до розничного потребителя. Розничные цены в России регулируются, но сбытовые компании не стремятся использовать цены в реальном времени и информировать потребителей бытового сектора о возможности сэкономить. Сейчас в условиях ценового регулирования на розничных рынках потребители коммунальных услуг, согласно приложению к приказу федеральной службе по тарифам N 20-э/2, принятом в 2004 году, рассчитываются по фиксированной цене, в отличие от коммерческих потребителей с многоставочными тарифами. Правительство не раз предпринимало попытки введение разных тарифов для населения и пилотировало их в нескольких субъектах России, но по большей части оплата по тарифу осуществлялась в зависимости от объема потребляемой энергии, а не от колебаний цены на оптовом рынке электроэнергии. Если потребитель осведомлен о ценах реального времени, то цена на розничном рынке будет точно следовать за уровнем нагрузки [2]. Для этого нужно внести изменение в существующее законодательство и производить расчеты населения по нерегулируемым тарифам [3].

По данным Международного энергетического агентства (МЭА) [4] ожидается, что доля возобновляемых источников энергии вырастет на 20% и достигнет 12,4% от всего мирового потребления в 2023 году.

Во многих развитых странах, а также местах, где недоступно централизованное электроснабжение или труднодоступных для электроснабжения регионов, в которых ВИЭ окажутся конкурентоспособными, для этого необходимо обратить внимание на развитие распределенного энергоснабжения потребителей [5]. Для удовлетворения этой энергетической потребности 77% мирового спроса относится к покупке домашней солнечной системы. Поэтому использование распределенной возобновляемой энергетики, интеллектуализация инфраструктуры и переход потребителей к активным, просьюмерским моделям поведения очевиден [6]. При этом эффективное тарифообразование для просьюмера, позволит получить дополнительную прибыль и скорректировать его потребление.

Согласно п. 5 постановления Правительства РФ от 04.05.2012 № 442 на розничных рынках электроэнергии действует шесть ценовых категорий электроэнергии. На основе этого документа Федеральной службой по тарифам, Минэкономразвития РФ, Министерством энергетики РФ и Федеральной антимонопольной службой разработаны правила применения и определения гарантирующими поставщиками нерегулируемых цен на электроэнергию (мощность). Данные правила утверждены в Постановлении Правительства РФ от 29.12.2019 № 1179.

Мы предположили выбор одной из нескольких ценовых категорий для рассматриваемого объекта: первой, второй, третьей и четвертой, а также провели расчет по каждой из них. На основе полученных данных были сформированы рекомендации для потребителя электроэнергии.

С учетом вышеизложенного должно быть разработано техническое решение для интеграции ВИЭ в энергосистему, позволяющее учитывать сигналы рынка, а также доступное не только крупным промышленным объектам, но и единичным домохозяйствам или жилищным обществам. Тогда каждый человек может быть вовлечен в систему прогрессивного потребления электроэнергии.

Вся информация о потреблении или выработке электроэнергии собирается в единую систему расчетов, расположенную на сервере энергоснабжающей организации. На этом сервере осуществляются финансовые расчеты за электроэнергию.

Финансовые расчеты, проводимые системой, осуществляются по двум моделям. Первая модель – модель энергетического кредита. При выборе этой модели просьюмер получает возможность учитывать выработанную и отданную в сеть электроэнергию на своем счете в виде товарной продукции. В периоды, когда собственное потребление превышает генерацию ее можно использовать для взаимозачета потребленной электроэнергии из сети. Вторая модель называется энергетический биллинг. В ней электроэнергия, вырабатываемая и потребляемая из сети, имеют свои установленные цены. Выработанную сверх собственного потребления электроэнергию потребитель продает и учитывает ее на своем счете в денежном эквиваленте.

Для модели энергетического кредита требуется двунаправленный счетчик, который при потреблении электроэнергии из сети будет прибавлять ее объем к записанному в счетчике значению, а при выработке – будет его отнимать. Просьюмер осуществляет оплату в денежном выражении только за покупку электроэнергии из сети по розничной цене. Энергетический биллинг требует наличия двух счетчиков, осуществляющих раздельный подсчет потребленной и отданной в сеть

электроэнергии. В этой модели просьюмер покупает электроэнергию из сети у энергоснабжающей организации по розничной цене и продает произведенную энергию по оптовой цене. При этом для отслеживания ценообразования в реальном времени счетчик должен учитывать текущую рыночную цену для выбора актуального розничного тарифа.

С целью оценки экономической целесообразности предлагаемых расчетных моделей нами были проведены подсчеты предполагаемой генерации, полученной от солнечных панелей, установленных на крыше жилого дома в городе Казань. Реализация энергии производилась по двум описанным выше моделям. В рассматриваемом случае потребление составляет 7120,8 кВт·ч, общая генерация электроэнергии составляет 6 901,9 кВт·ч. При этом по итогам месяца задолженность пользователя перед снабжающей организацией по системе кредита составил 2 700 руб, а по системе биллинга 7 213 руб. Таким образом, энергетический кредит выгоден для тех, кто генерирует меньше, чем потребляет. А энергетический биллинг – для просьюмеров, выработка которых часто превышает объем собственных нужд домохозяйства.

При вышеприведенных расчетах не учитывались колебания цены на электроэнергию на розничном рынке. Однако, как было указано выше, для полноценного включения всех потребителей в прогрессивную модель потребления система финансовых расчетов включает в себя функцию транслятора ценовых сигналов рынка. Рассмотрим и оценим несколько моделей расчетов с применением ценовых категорий, которые действуют сейчас в России для юридических лиц, и суть которых предлагается перенести на финансовые расчеты просьюмеров.

Выработка электроэнергии ВИЭ непостоянна, поэтому потребителю приходится совмещать питание от сети и ВИЭ. В случае, если жилой дом не оборудован аккумуляторами или иными источниками альтернативной энергии, кроме Солнца, то есть потребление из сети будет производиться каждый день в темное время суток. Расчеты показали, что применение двухставочного тарифа на передачу в сравнении с другими выгоднее на 1 310 рублей (рис. 1). Таким образом, при данных условиях выгоднее использовать вторую ценовую категорию, когда расчет электроэнергии идет по двум зонам суток.

Для случая, когда расчет ведется по категориям, но потребитель не отдает «излишки» в сеть, наиболее выгодной оказалась первая. При использовании первой категории потребитель выигрывает за год в сравнении с третьей и четвертой соответственно 545 и 544 рублей соответственно (рис. 2). Двухставочный тариф оказался хоть и ненамного, но выгоднее одноставочного (рис. 3).

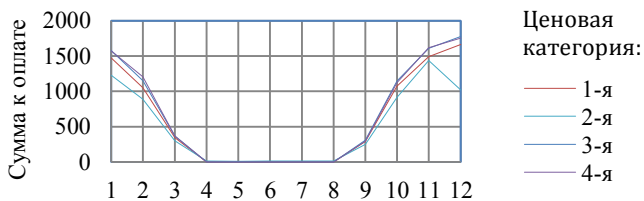


Рис. 1. Сравнение сумм годовой оплаты при расчетах по первой, второй и третьей ценовой категории для модели энергетического кредита

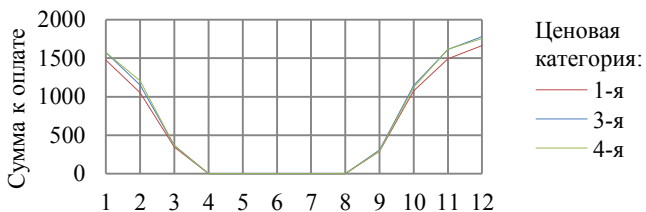


Рис. 2. Сравнение сумм годовой оплаты при расчетах по первой, третьей и четвертой ценовой категории для модели энергетического биллинга

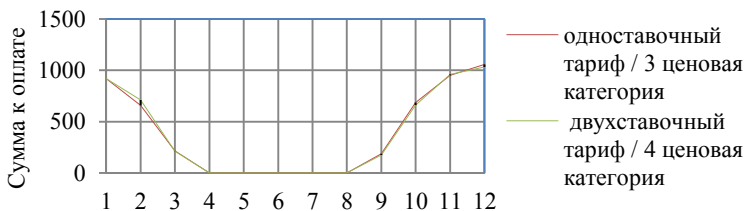


Рис. 3. Сравнение сумм годовой оплаты при расчетах по третьей и четвертой ценовой категории

Однако, нужно заметить, что выгодность какой либо ценовой категории – величина непостоянная. Нельзя однозначно сказать, что для всех регионов будет выгодна какая-то одна конкретная категория. Более того, для каждого потребителя внутри региона выгодны различные ценовые категории. Поэтому для того, чтобы не попасть на увеличение в цене, необходимо периодически проводить анализ условий энерго-снабжения хозяйства и при необходимости вносить изменения.

Выводы: В качестве первого шага к реализации предложенной концепции системы торговли энергией должны быть внесены изменения в налоговое законодательство, которые будут направлены на сти-

мулирование развития ВИЭ. К таким мерам, в отношении к просьюмерам, может служить введение налоговых льгот на добавленную стоимость на транспортировку солнечных панелей, на их приобретение и установку, предоставление налоговых каникул для первых лет использования оборудования и ввести государственное субсидирование процентных ставок по кредитам в отношении объектов ВИЭ [8].

Следующим шагом является согласование порядка технологического присоединения к сетевому объекту. После этого осуществляется установление принципов договорных отношений со сбытовой организацией. В общем случае это означает выбор модели выставления счетов для пользователя. Для реализации этого шага необходимо распространить практику расчетов по нерегулируемым ценам на физических лиц и домохозяйства с возможностью выбора наиболее выгодной ценовой категории для рассматриваемого просьюмера и внести изменения в п. 5 постановления Правительства РФ 442 и приравнять население к потребителям, которые оплачивают электроэнергию по нерегулируемым ценам.

Библиографический список

1. Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in Brazil / A. Ferreira, S.S. Kunh, K.C. Fagnani, T.A. de Souza, C. Tonezer, G.R. dos Santos, C.H. Coimbra-Araújo // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 81(1). P. 181–191.
2. Софт С. Экономика энергосистем. Введение в проектирование рынков электроэнергии: Пер. с англ.; Под ред. А.И. Лазебника, И.С. Сорокина. М.: Мир, 2006. 623 с.
3. Гречухина И.А., Кудрявцева О.В., Яковлева Е.Ю. Эффективность развития рынков возобновляемых источников энергии в России // *Экономика региона*. 2016. Т. 12, № 4. С. 1167-1177.
4. Renewables 2018. Analysis and forecasts to 2023 [Сайт]: IEA [2018]. URL: <https://www.iea.org/renewables2018>. (дата обращения: 05.11.2019).
5. Renewables 2018. Global status report [Электронный ресурс]. Paris: REN21 Secretariat, 2018. 324 p. URL: <https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/08/Full-Report-2018.pdf>.
6. Eroshenko S.A., Samoylenko V.O., Pazderin A.V. Renewable energy sources for perspective industrial clusters development // 2nd Int. Conf. on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM 2016). Proc. 2. 2016. 7911460.
7. Жизнин С.З., Тимохов В.М. Влияние энергетики на устойчивое развитие // *Мировая экономика и международные отношения*. 2017. Т. 61, № 11. С. 34-42.
8. Абдурешитова Д.В. Налоговые методы регулирования и стимулирования развития возобновляемой энергетики Российской Федерации // *Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции*. 2018. № 1. С. 57-64.