

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
412-1**
20-22 октября 2022 года

УДК 621.31

А.С. УСТЮЖАНИНА, студент гр. МЭб-201 (КузГТУ)
Научный руководитель И.Н. ПАСКАРЬ, старший преподаватель (КузГТУ)
г. Кемерово

**ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ АКТИВНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В
ЭНЕРГОСИСТЕМУ РОССИИ**

На данный момент одним из главных трендов энергетики является развитие 3D – децентрализация, декарбонизация, диджитализация (цифровизация). Так, например, с развитием децентрализации могут решиться некоторые проблемы с поставками электроэнергии потребителям, находящимся в изолированных районах. Однако для развития таких децентрализованных систем в электроснабжении необходимо разработать экономически обоснованные тарифы на э/э для снижения издержек государства и населения. А также принцип взаимодействия потребителей и производителей электрической энергии.

На данный момент модель функционирования рынка э/э (рис. 1) представляет собой двухуровневую систему: 1 уровень – оптовый рынок электроэнергии и мощности (ОРЭМ), 2 уровень – розничный рынок электроэнергии и мощности (РРЭМ).



Рис. 1. Модель функционирования рынка электроэнергии в России.

V Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

412-2

20-22 октября 2022 года

Оптовый рынок электроэнергии и мощности (ОРЭМ) – сфера, в которой происходит оборот электрической энергии и мощности в рамках ЕЭС РФ с учетом границ единого экономического пространства России при участии крупных производителей и потребителей электроэнергии и мощности. [3]

На ОРЭМ поставщики э/э продают потребителям два товара – электроэнергию и мощность. На оптовом рынке согласно Постановлению Правительства РФ от 27.12.2010 №1172 «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности», установлены некоторые требования для участников ОРЭМ:

1) Установленная генерируемая мощность производителей должна быть более 25 МВт, которая в каждой ГТП должна составлять не менее 5 МВт;

2) У потребителей должна быть суммарная присоединенная мощность равна или больше 20 МАВ и в каждой ГТП не менее 750 кВА.

Оптовый рынок разделен на две «ценовые зоны», где первая – территория Европейской части страны и Урал, вторая – Сибирь. Другие регионы (Дальний Восток, Калининградская и Архангельская области, Республика Коми) относятся к «некценовым зонам». В них нет возможности организовать функционирование конкурентного рынка.

Тарифы на электрическую энергию на ОРЭМ варьируются в зависимости от района. К производителям электрической энергии на розничном рынке также есть некоторые ограничения по мощности:

1) Их установленная генерирующая мощность должна быть менее 25 МВт;

2) Или же их установленная мощность равна либо превышает 25 МВт, и на него не распространяется требование законодательства Российской Федерации об электроэнергетике о реализации производимой э/э (мощности) только на оптовом рынке.

На розничном рынке гарантирующие поставщики и сбытовые компании продают купленную на оптовом рынке электроэнергию конечным потребителям.

Розничный рынок электроэнергии и мощности (РРЭМ) – осуществляют торговлю электрической энергией, приобретенной на ОРЭМ, а также электрической энергией, произведенной генерирующими компаниями – участниками розничного рынка электрической энергии.

V Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

412-3

20-22 октября 2022 года

На РРЭМ имеется возможность покупки э/э по разным тарифам: двуставочный и одноставочный. Двуставочный характеризуется разными тарифами на электроэнергию и мощность, одноставочный – единый тариф на э/э с учетом стоимости мощности. [1]

На изолированных территориях же рынок работает несколько иначе. Здесь действуют три самостоятельных рынка э/э:

– Свободные двусторонние договоры (СДД) – между поставщиком и покупателем э/э.

– Рынок на сутки вперед (PCB) – аукцион, на котором сводятся заявки на покупку и продажу э/э на следующие сутки с целью создания планового производства и потребления электроэнергии. Цена PCB определяется по максимальной заявке на продажу электроэнергии.

– Балансирующий рынок (БР) – работы в реальном времени для ликвидации отклонений от планового производства и потребления э/э. Объемы и цены поставки определяются в результате отбора заявок поставщиков Системным оператором (АО «СО ЕЭС»).

PCB и БР необходимы для того, чтобы более точно прогнозировать потребление и производство э/э, чего не получится добиться в рамках СДД. В «неценовых зонах» организация конкурентного рынка невозможна из-за различных причин, поэтому покупка э/э на ОРЭМ происходит по ценам, которые регулируются государством. Как следствие, регулируется цена поставки конечному потребителю.

Такой вариант работы системы подходит для электростанций установленная генерируемая мощностью которых 5 МВт и выше, напряжением 10 кВ и выше.

Однако, как отмечалось выше, в существующей системе электроснабжения существует проблема с поставками э/э потребителям, находящимся в изолированных районах, не имеющих ЛЭП. Для населения это высокая стоимость доставки топлива (дизельное топливо) из-за сезонных ограничений на его доставку производство электроэнергии в отдаленных районах характеризуется высокой себестоимостью и низкой энергоэффективностью. [2] Так, население изолированных районов вынуждено платить за э/э больше. В связи с этим фактором, предлагается внедрить децентрализованное электроснабжение отдаленных районов на основе альтернативных источников энергии.

Предлагается внедрить систему «Интернета энергии» (рис. 2) для отдаленных районов [4,5], что может снизить тарифы на э/э для населения. Интернет энергии – инфраструктура, которая предусматривает взаимодействие активных потребителей (просьюмеров) [8,9] с помощью децентрализованной интеллектуальной системы управления.

V Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

412-4

20-22 октября 2022 года

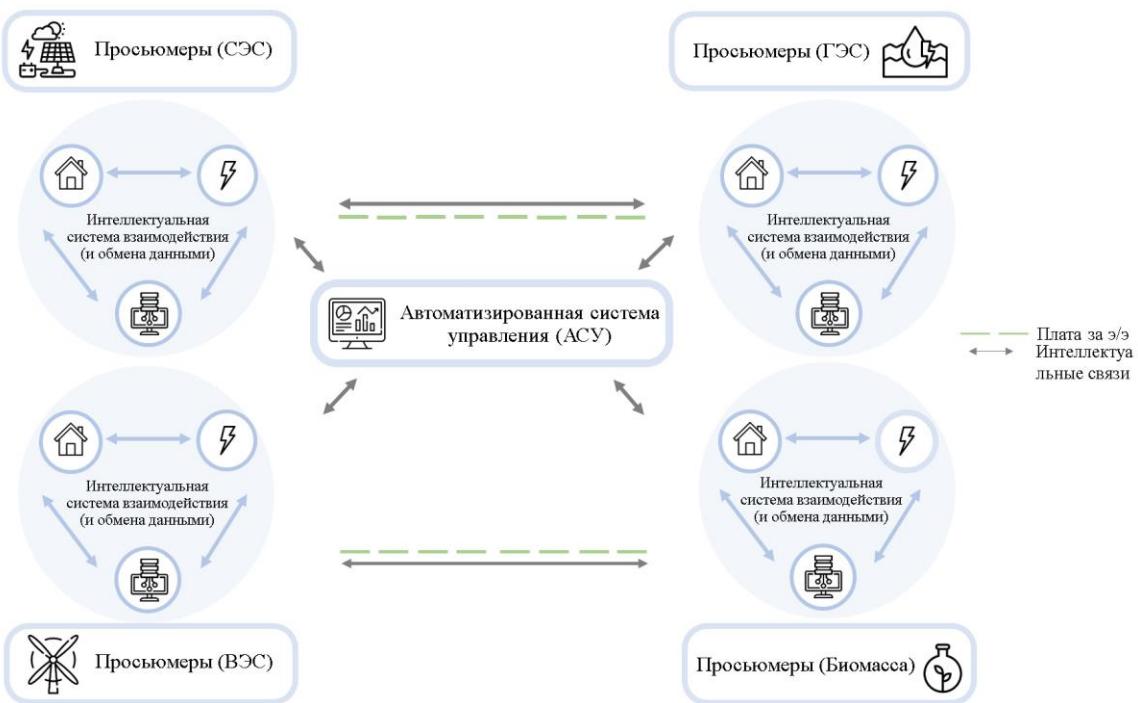


Рис. 2. Архитектура взаимодействия активных потребителей (АП) в децентрализованной системе электроснабжения.

Здесь фигурируют активные потребители (просьюмеры) [6,7], как главные участники энергосистемы и автоматизированная система, которая управляет всеми процессами.

Такая архитектура работы могла бы решить проблему энергоснабжения отдаленных территорий в стране. В отношении энергетического оборудования электростанций на основе ВИЭ, уровень напряжения должен быть 10 кВ и выше, а установленная генерирующая мощность составлять 5 МВт и более.

Отметим, что, учитывая особенности распределенной генерации, снизились бы некоторые составляющие тарифа на э/э. Это бы также решило вопрос высокой цены на э/э, которая возникает при «привычном» способе доставки энергии потребителям районов, не имеющих электростанций.

В каждом районе есть своя изолированная энергосистема со своим режимом работы (рис. 3). Другие районы, имеющие такой же принцип электроснабжения (т.е. в другом труднодоступном районе такая же изолированная территория) связаны между собой интеллектуальными связями, управляются и взаимодействуют с помощью автоматизированной системы управления (АСУ).

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
20-22 октября 2022 года**

412-5

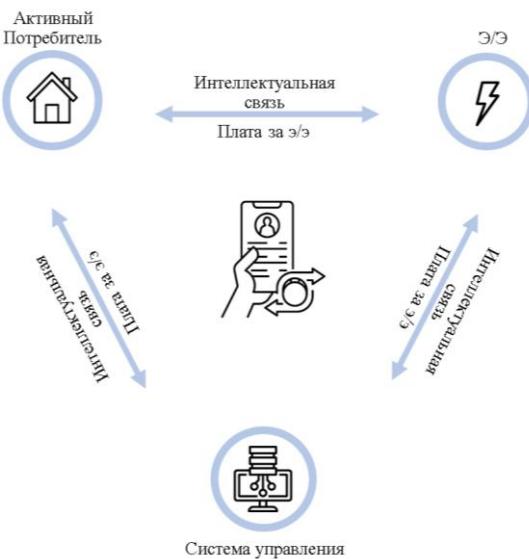


Рис. 3. Взаимодействие активных потребителей между собой в своей изолированной системе

Рассмотрим принцип взаимодействия между активными потребителями в своей изолированной системе. К примеру, одна такая территория снабжается с помощью солнечных электростанций, установленных на каждом доме. Несколько таких активных потребителей (АП) связаны между собой интеллектуальными связями, с помощью них передают данные о произведенной энергии и т.д. С учетом этого, потребители, которые вырабатывают больше, чем потребляют могут продавать свою э/э тем, кому ее не хватает.

На общей же схеме (рис. 1) имеется в виду подобное взаимодействие только уже между изолированными территориями с конкретными источниками электроэнергии (солнце, ветер и т.д.). Другими словами, если на одной территории не хватает произведенной э/э, другая может ее продать. Управление и взаимодействие между ними осуществляется с помощью АСУ (автоматизированная система управления).

Таким образом, данная система взаимодействия активных потребителей предполагает полное изменение привычного электроснабжения на изолированных территориях. Теперь вся генерируемая электроэнергия – это энергия, полученная с помощью ВИЭ, а управление происходит с помощью автоматизированной системы, где просьюмеры могут продавать друг другу «лишнюю» электроэнергию, получая с этого доход.

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

412-6

20-22 октября 2022 года

Список литературы:

1. Калужская сбытовая компания. Структура формирования цены на электроэнергию [Электронный ресурс] URL: https://kskkaluga.ru/page/roznichnii_rinok_elektroenergii/struktura_formirovaniya_ceni_na_rinke_elektroenerg
2. Постановление от 30 января 2019 года №64.
3. Устюжанина А.С. Тарифообразование на рынке электроэнергии распределенной генерации в России / А.С. Устюжанина, И.Н. Паскарь // Экономика и управление инновациями. - 2022. - №1. - С. 65-74.
4. Инфраструктурный центр «Энерджинет». Архитектура Интернета энергии (IDEA) [Электронный ресурс] URL: <https://idea-go.tech/IDEA-whitepaper-ru.pdf>
5. Инфраструктурный центр «Энерджинет». Архитектура Интернета энергии [Электронный ресурс] URL: <https://www.digital-energy.ru/wp-content/uploads/2019/12/idea-whitepaper-ru.pdf>
6. Зацаринная Ю.Н. Электроэнергия на розничных рынках как товар в интеллектуальных энергетических системах / Зацаринная Ю.Н., Логачева А.Г., Григорьева М.О. // Энергетические системы.
7. В. Н. Княгинин, Д. В. Холкин Цифровой переход в электроэнергетике России [Электронный ресурс] URL: https://www.csr.ru/uploads/2017/09/Doklad_energetika-Web.pdf
8. Атомный эксперт. Электроэнергетика 4.0: Переход на цифру. [Электронный ресурс] URL: https://www.sups.ru/uploads/media/rvk_020818.pdf
9. Онлайн-журнал SCM.Daily. Просьюмеры. Инновационная энергетика. Выпуск 2 [Электронный ресурс] URL: <https://daily.scm.com.ua/prosumers/>

Информация об авторах:

Устюжанина Анастасия Сергеевна, студент гр. МЭб-201, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя д. 28, au.ustyuzhanina@mail.ru

Паскарь Иван Николаевич, старший преподаватель, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя д. 28, paskar-ivan@mail.ru