

А. Г. Сошинов, Т. В. Копейкина, О. С. Атрашенко, О. О. Ахмедова

**РЫНОЧНЫЕ СТРУКТУРЫ ЭКОНОМИКИ
СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

**Камышинский технологический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета**

epp@kti.ru, kopeikina.tania@yandex.ru, olgapasmenko@ yandex.ru, Ahmedova-olga@mail.ru

Автор, ответственный за переписку: Ольга Олеговна Ахмедова, Ahmedova-olga@mail.ru

Статья посвящена изучению рыночных структур экономики совместного использования электроэнергии. Рассматриваются механизмы ценообразования для совместного хранения энергии. Приводится классификация рынков транзактивной энергии. Отражается, что активное развитие возобновляемых источников энергии является одним из основных способов преобразования нынешней энергетической отрасли в экологически чистую и безопасную энергетику. Для ускорения развития возобновляемых источников энергии страны разрабатывают свои планы действий, определяющие цели развития возобновляемых источников энергии. В статье характеризуется современное состояние рынка транзактивной энергии.

Отмечается преобразование рыночных структур при внедрении децентрализованной транзакционной модели.

Ключевые слова: структура, модель, продукт, рынок, совместное хранение энергии, транзактивная энергия

A. G. Soshinov, T. V. Kopeykin, O. S. Atrashenko, O. O. Akhmedova

MARKET STRUCTURES OF THE ELECTRICITY SHARING ECONOMY

**Kamyshin Institute of Technology (branch)
Volgograd State Technical University**

The article is devoted to the study of market structures of the electricity sharing economy. Pricing mechanisms for shared energy storage are considered. The classification of transactional energy markets is given. It is reflected that the active development of renewable energy sources is one of the main ways to transform the current energy industry into environmentally friendly and safe energy. To accelerate the development of renewable energy sources, countries are developing their own action plans defining the goals of the development of renewable energy sources. The article characterizes the current state of the transactional energy market.

It is noted that the transformation of market structures with the introduction of a decentralized transactional model.

Keywords: structure, model, product, market, shared energy storage, transactional energy

Введение

Увеличение использования возобновляемых источников энергии является крайне неустойчивым и непостоянным, что затрудняет поддержание баланса между спросом и предложением в режиме реального времени и ставит под угрозу стабильную работу энергосистемы. Новые экономические модели и инструменты регулирования необходимы для решения ряда проблем, связанных с крупномасштабным использованием возобновляемых источников энергии в интеллектуальных сетях [1].

Рыночные структуры

Взаимодействие между операторами совместного хранения энергии и пользователями зависит от структуры рынка совместного хранения энергии, включая структуру совместного использования, торговые продукты и механизм ценообразования [2]. Структура совместного использования характеризует инвесторов и владельцев ресурсов хранения энергии и раскрывает роль операторов совместного хранения энергии.

Торговые продукты представляют собой услуги, которые могут быть предоставлены с помощью совместного хранения энергии. Механизм ценообразования – это стратегия настройки цен на услуги совместного хранения энергии при условии согласования интересов покупателей и продавцов [3]. Это также фундаментальная гарантия прибыльности операторов совместного хранения энергии и отражение готовности пользователей к покупке.

В соответствии с различными инвесторами устройств хранения энергии, структура совместного хранения энергии может быть разделена на инвестиционные структуры пользователей и инвестиционные структуры сторонних операторов. Структура инвестиций пользователей

может быть разделена на модель сопоставления групп пользователей, модель Tesla и модель накопления энергии в сообществе в зависимости от того, предоставляют ли пользователи свои хранилища энергии или нет, в соответствии с моделью сопоставления групп пользователей. Как только группы пользователей сопоставлены с определенными транзакциями или модулями, пользователи в этой группе могут отвечать на сообщения, относящиеся к конкретной теме. Данная модель упрощает коммуникацию между производителями и его конечными клиентами [4].

Бизнес-модель компании Tesla Motors работает по принципу «от потребителя к потребителю», поскольку она осуществляет прямые продажи, отсекая посредников, таких как дилерские центры, и предлагая собственную сеть зарядных станций.

Tesla характеризуется тем, что является компанией, которая в основном разделена на три бизнес-модели: автопроизводитель, поставщик оборудования и технологическая компания [5].

Торговые продукты в экономике совместного использования электроэнергии включают мощность зарядки, мощность разряда, энергию и емкость. Фактически, из-за взаимосвязи между мощностью и емкостью хранилища энергии, совместное хранилище выделяет пользователям не только фиксированное количество энергии для зарядки/разрядки, но также соответствующее количество емкости и энергии для пользователей.

В современной экономике механизмы ценообразования для совместного хранения энергии в основном определяются с помощью фиксированной цены/времени использования, аукционов, игр и стратегий распределения. В режиме фиксированной цены/времени использования

цена определяется единичной производительностью/мощностью, расходом и индивидуальными упаковками. В режиме аукциона цена услуги по хранению энергии определяется путем торгов между покупателями и продавцами, чтобы максимизировать социальное благосостояние. В игровом режиме равновесная цена получается в результате некооперативной игры, полностью учитывая конфликтующие интересы и ценности покупателей и продавцов. Стратегия распределения в основном работает с использованием методов совместной игры, включая метод стоимости Шепли, метод ядра и метод переговоров Нэша для распределения затрат и выгод.

В зависимости от того, существует ли централизованный координатор, ответственный за функционирование рынка, или централизованный координатор отвечает за клиринг глобального рынка, рынки транзактивной энергии делятся на две структуры: централизованные и децентрализованные рынки.

Централизованный рынок

На централизованном рынке централизованный оператор, как правило, должен нести ответственность за весь процесс доступа к рынку, клиринга и расчетов. Оператором рынка может быть оператор микросети, виртуальная электростанция, менеджер сообщества или даже сторонний оператор. Операторы рынка, как правило, непосредственно участвуют в оптовом рынке верхнего уровня и отвечают за передачу ценовых сигналов производителям и потребителям нижнего уровня в системах распределения.

Более того, централизованные рынки можно дополнительно разделить на две группы в зависимости от того, является ли оператор рынка коммерческой организацией или нет. Для операторов рынка, ориентированных на получение прибыли (например, инвесторов в фотоэлектрические сети сообщества, виртуальные электростанции и т. д.), его суть заключается либо в приобретении и перепродаже энергии, либо в прямых продажах потребителям.

В этой модели целевой функцией рыночного клиринга, как правило, является максимизация его доходов, что часто противоречит интересам потребителей, чья целевая функция заключается в максимизации их выгод.

Поэтому игровая техника Штакельберга часто используется в таких рыночных архитек-

турах. Модель Штакельберга является одной из основных моделей в теории игр и используется для анализа ситуаций, в которых один игрок, называемый лидером, принимает решение первым, а другой игрок, называемый последователем, принимает решение вторым, зная решение лидера [5].

Рынок функционирует как лидер, принимающий оптимальные решения, в то время потребители как последователи реагируют ради него самого. Точка равновесия между лидером и последователями – это результат расчистки рынка. Для некоммерческих операторов рынка целевой функцией рыночного клиринга является максимизация общего социального благосостояния или минимизация транзакционных издержек. Теория аукциона и кооперативные игры – две наиболее распространенные рыночные модели. С точки зрения конкретной цены теория аукциона учитывает предельные издержки каждого покупателя, в то время как кооперативные игры требуют, чтобы покупатели формировали кооперативный альянс и перераспределяли доходы на основе оптимального альянса. Значение Шепли и метод ядра [6] являются классическими методами для решения такого рода проблем. Ценность Шепли – это система, которая определяет вклад отдельного игрока, когда два или более игрока работают в сотрудничестве друг с другом. Индивидуальный выигрыш определяется на основе неравного вклада каждого игрока. Шепли метод обеспечивает равный или обоснованный кредит законному участнику – тому, кто внес большой объем вклада [7].

Децентрализованный рынок

По сравнению с централизованным рынком, децентрализованного рынка не существует. Как правило, рынок транзактивной энергии ориентирован на профессиональных потребителей в системах распределения, а масштаб субъектов рынка намного больше, чем на оптовом рынке. Режим торговли на рынке транзактивной энергии также отличается от режима оптового рынка, который больше не является простой моделью транзакций с загрузкой генератора, а включает планирование и контроль множества распределенных ресурсов. Большое количество участников рынка и контроль распределенных ресурсов с высоким разрешением могут расширить масштабы проблемы очистки рынка.

Преобразование рыночных структур при внедрении децентрализованной транзакционной модели приводится на рисунке [8].



Преобразование рыночных структур
при внедрении децентрализованной транзакционной модели

Между тем потребители на рынке транзактивной энергии также отличаются от оптовых компаний и на оптовом рынке, которые могут не быть ориентированы исключительно на получение прибыли и вести себя с ограниченной рациональностью. Некоторые исследования показали, что потребители могут не рассматривать электроэнергию как однородный продукт и иметь разные предпочтения в отношении экологически чистого электричества, бесконтактной торговли и рыночных рисков. Это означает, что традиционные рациональные модели максимизации экономических выгод больше не применяются. Однако оба режима работы распределенные ресурсы и конечная рациональность потребителей – это частная информация конечных пользователей, которая не может быть просочена на рынок. Децентрализованные рыночные модели вполне могут решить эту проблему [9].

Текущие исследования децентрализованных рынков делятся на две категории. Для первого по-прежнему требуется оператор рынка, который не несет ответственности за решение глобальной проблемы. Проблема управления энергопотреблением решается на местном уровне самими потребителями, в то время как оператор рынка несет ответственность только за глобальный баланс электроэнергии и обновление рыночной цены для каждого потребителя. Итеративный процесс решения подзадачи – это про-

цесс достижения консенсуса для достижения рыночного равновесия. Технология декомпозиции защищает конфиденциальность и безопасность пользователей, но вопрос о том, как повысить вычислительную эффективность итеративного процесса, по-прежнему остается открытым.

Другая категория в основном основана на технологии блокчейн, использующей продвинутый механизм консенсуса блокчейна для совершения транзакций в слабо централизованной или даже полностью децентрализованной ситуации. Рынок транзактивной энергии с поддержкой блокчейна имеет преимущество перед автоматическими транзакциями, прозрачной информацией и защищенной конфиденциальностью без операторов рынка [10].

Выводы

Эта статья посвящена обзорам концепции и дизайна рынка транзакционной энергии в интеллектуальных сетях. Экономика совместного использования отвечает требованиям эффективной интеграции распределенных ресурсов и повышения эффективности использования энергии, которые стали важной частью интеллектуальных сетей. Совместное хранение энергии и транзакционная энергия, как приложения экономики совместного использования в интеллектуальных сетях, значительно улучшают работу энергосистем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ахмедова, О. О.* Интеграция экономики совместно-го использования электроэнергии с интеллектуальными сетями [Электронный ресурс] / О. О. Ахмедова, Т. В. Копейкина, А. Г. Сошинов, О. С. Атрашенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 1 (139). – 5 с. [https:// doi.org/10.23670/IRJ. 2024. 139.155](https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.155). – Режим доступа: URL: <https://research-journal.org/media/articles/9919.pdf>. (да-та обращения: 28.02.2024 г.).
2. Internet of Energy: как распределенная энергетика повлияет на безопасность, цены на электричество и экологию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/internet-of-energy/https-medium-com-p-efac1c46b071-efac1c46b071>(да-та обращения: 01.03.2024 г.).
3. *Асканова, О. В.* Ценообразование: учебное пособие [Электронный ресурс] / О. В. Асканова. – Рубцовск, 2020. https://edu.rubinst.ru/resources/books/Askanova_O.V._Tsenoobrazovanie_UP_2020.pdf (дата обращения: 28.02.2024 г.).
4. Группа пользователей – сопоставление тем [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://docs.oracle.com/cd/F18558_01/web-help/Content/obdx /core/usersgrpsubmap/](https://docs.oracle.com/cd/F18558_01/web-help/Content/obdx/core/usersgrpsubmap/usersubmap.htm)
[usersubmap. htm](https://docs.oracle.com/cd/F18558_01/web-help/Content/obdx/core/usersgrpsubmap/usersubmap.htm)(дата обращения: 02.03.2024 г.).
5. Tesla: бизнес-модель и SWOT-анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/u/1731897-analiz-biznes-mode-ley/723086-tesla-biznes-model-i-swot-analiz> (дата обращения: 03.03.2024 г.).
6. Метод выделения ядра [Электронный ресурс] <https://marketing.wikireading.ru/4205> (дата обращения: 03.03.2024 г.).
7. Значение Шепли [Электронный ресурс] <https://voxt.ru/znachenie-shepli/>(дата обращения: 04.03.2024 г.).
8. Блокчейн – новые возможности для производителей и потребителей электроэнергии? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://inepsystem.ru/gallery/blockchain_opportunityfor-energy-producers-and-consumers_RUS_1.pdf(дата обращения: 04.03.2024 г.).
9. Дистрибутив – Новая платформа для торговли электроэнергией microgrid [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// www.eitmanufacturing.eu/what-we-do/thought-leadership/signals/distro-a-new-microgrid-electricity-trading-platform/](https://www.eitmanufacturing.eu/what-we-do/thought-leadership/signals/distro-a-new-microgrid-electricity-trading-platform/).
10. Все о применении блокчейна в электроэнергетике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// crypto.ru/blokchejn-v-ehlek-troehnergetike/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru](https://crypto.ru/blokchejn-v-ehlek-troehnergetike/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru).