

Продуктово-сервисная система и возможности ее применения в сфере альтернативной энергетики

Андреев Владимир Николаевич

Канд. экон. наук, доц. каф. финансового менеджмента

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2689-4028>, e-mail: andreevv85@mail.ru

Джумадурдыев Нарыман Джахандурдыевич

Аспирант, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3889-2150>, e-mail: naryman.jumadurdyev@gmail.com

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
127055, Вадковский пер., 3а, г. Москва, Россия

Аннотация

Целью исследования является изучение и обоснование возможностей применения продуктово-сервисной системы (далее – ПСС) в сфере альтернативной энергетики, а также создание бизнес-моделей для внедрения актуальных инновационных разработок в сфере возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) на мировой рынок. Таким образом снижаются выбросы парниковых газов CO₂ и удовлетворяется спрос на зеленую энергию. В литературе мало исследований, связывающих ПСС и ВИЭ. Оригинальность данной работы заключается в соотнесении этих двух понятий. Авторы провели предварительный анализ энергетического рынка и разработали три бизнес-модели на основе ПСС, применимой в сфере возобновляемых источников энергии: системы On-Grid, Off-Grid и Hybrid. Результаты исследования показывают, что предложенные бизнес-модели идеально подходят в условиях, когда тарифы на традиционную электроэнергию высоки и отсутствует энергосеть, а также когда на законодательном уровне есть возможность быть просьюмером (потребителем и производителем электроэнергии одновременно). Обосновано благоприятное влияние применения ПСС к ВИЭ на окружающую среду. Также для приобретения возобновляемых источников энергии от потребителей не потребуется первоначальных инвестиций. Данные модели учитывают демографические, законодательные и культурные особенности стран и сообществ, а также их благосостояние. Наиболее важным является то, что компании, работающие в сфере ВИЭ, могут применить данные бизнес-модели независимо от того, в какой стране ведут деятельность и какой вид возобновляемых источников энергии предоставляют, что показывает важность применения альтернативных бизнес-моделей для развития ВИЭ.

Ключевые слова: продуктово-сервисная система, возобновляемые источники энергии, инновация, экономика, бизнес-модель, энергетика, электроэнергетика, глобальный

Цитирование: Андреев В.Н., Джумадурдыев Н.Д. Продуктово-сервисная система и возможности ее применения в сфере альтернативной энергетики // Управление. 2023. Т. 11. № 2. С. 146–155. DOI: 10.26425/2309-3633-2023-11-2-146-155



Received: 21.04.2023

Revised: 29.05.2023

Accepted: 30.05.2023

Product-service system and possibilities of its application in the field of alternative energy

Vladimir N. Andreev

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. at the Financial Management Department

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2689-4028>, e-mail: andreevv85@mail.ru

Naryman J. Jumadurdyev

Postgraduate Student, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3889-2150>, e-mail: naryman.jumadurdyev@gmail.com

Moscow State University of Technology STANKIN, 3a, Vadkovskii per., Moscow 127055, Russia

Abstract

The aim of this article is to study and justify the possibilities of using a product-service system in the field of alternative energy, as well as to develop business-models for introducing relevant innovative developments in the field of renewable energy sources to the world market. Thus, CO₂ emissions are reduced, and the demand for green energy is met. There are few studies in the literature linking the product-service system and renewable energy sources. The originality of this work lies in the correlation of these two concepts. The authors conducted a preliminary analysis of the energy market and developed three business models based on the product-service system applicable in the field of renewable energy: On-Grid, Off-Grid and Hybrid systems. The results of the study show that the proposed business-models are ideal in an environment where traditional electricity tariffs are high or there is no power grid, as well as when it is possible to be a prosumer (consumer and producer of electricity at the same time) at the legislative level. The favorable impact of the product-service system application to renewable energy sources on the environment is substantiated. Also, the purchase of renewable energy by consumers will not require an initial investment. These models consider the demographic, legal, and cultural characteristics of countries and communities. Companies operating with renewable energy can apply these business-models regardless of which country they operate in or what type of renewable energy they provide, which shows the importance of applying alternative business-models for the development of renewable energy.

Keywords: product-service system, renewable energy, innovation, economy, business-model, energy, electric power industry, global

For citation: Andreev V.N., Jumadurdyev N.J. (2023) Product-service system and possibilities of its application in the field of alternative energy. *Upravlenie / Management (Russia)*, 11 (2), pp. 146–155. DOI: 10.26425/2309-3633-2023-11-2-146-155



Введение / Introduction

Устойчивое развитие — это актуальная глобальная проблема. Задача современной экономики состоит в том, чтобы решить эту проблему с помощью новой стратегии стимулирования изменений в производстве и потреблении [Кудрявцева, 2021]. В последнее время в обществе произошел переход от массового производства к гибкому производству. Гибкое производство заключается в предоставлении услуг, а не в массовом производстве. Цель — экономика замкнутого цикла, то есть индустриальная экономика, не производящая отходов и не загрязняющая окружающую среду. Продуктово-сервисная система (далее — ПСС) — это пример стратегии, направленной на то, чтобы ответить на этот вопрос гибко и надежно. Термин «продуктово-сервисная система» определяется как рыночный набор продуктов и услуг, способных совместно удовлетворить потребность пользователя. Соотношение продуктов и услуг в этом наборе может варьироваться либо с точки зрения выполнения функций, либо с точки зрения экономической ценности [Fuente, 2021].

Цель состоит в том, чтобы отойти от массового стандартизированного производства и разработать систему аренды, при которой компании принимают на себя долгосрочные обязательства перед своими клиентами [Lu et al., 2020]. Эта система предлагает решение, как продукты будут сдаваться в аренду клиентам, и таким образом она нацелена на долгосрочное использование этих продуктов. Компании рассматривают продукт как услугу, а не как товар. Можно выделить различные тенденции в развитии, такие как:

- 1) ориентация на использование продукта вместо самого продукта;
- 2) переход к лизинговому обществу (ориентированному на услуги);
- 3) замена товаров массового производства гибкими услугами;
- 4) акцент на ремонт продуктов, а не избавление от них;
- 5) переход от продаж к услугам.

В современной экономике, в большей степени ориентированной на услуги, эту систему можно легко внедрить и усовершенствовать. Как указывалось выше, ПСС имеет экологические преимущества. Система промышленного производства и потребления будет изменяться таким образом, чтобы сокращалось количество отходов. Основное внимание будет уделяться долгосрочным обязательствам между компанией и клиентом. Компании будут более охотно ремонтировать продукцию и предлагать лучшее качество с продленным жизненным циклом продукции. Положительными сторонами, помимо

очевидных экологических преимуществ, являются способность к постоянным инновациям, улучшенный дизайн и качество, а также товары по индивидуальному заказу [Mont, 2017].

Компаниям придется диверсифицировать свои услуги на многих уровнях производственного процесса, и будут разработаны новые рыночные и коммуникационные стратегии. Правительства и лица, определяющие политику, могут разрабатывать новую политику и политические рамки для продвижения систем продуктов и услуг.

Постановка проблемы / Problem statement

Проанализировав российские и зарубежные научно-литературные источники, авторы заключили, что существует острая потребность в новых бизнес-моделях энергетических рынков для возобновляемых источников энергии (далее — ВИЭ). Рынок должен быть спроектирован таким образом, чтобы обеспечить эффективный баланс спроса и предложения. Поскольку ВИЭ имеют тенденцию одновременно производить максимальную мощность, это означает, что на рынках ВИЭ должны продавать электроэнергию в одно и то же время, что снижает их собственную прибыльность. В научной-литературе мало исследований о возможностях применения ПСС в сфере ВИЭ. По этой причине в основе идеи исследования лежит слияние уже существующих технологических решений в сфере ВИЭ с экономическими решениями бизнес-моделей ПСС. Тандем технологических и экономических решений в новом формате создаст возможность предоставлять устойчивые энергетические решения.

Продуктово-сервисная система / Product-service system

Концепция ПСС в целом обсуждалась с точки зрения обрабатывающей промышленности, которая меняет свой бизнес и переходит от разработки и продажи только физических продуктов до разработки и продажи систем продуктов и услуг. С. Вандермерве и Х. Рада в 1988 г. представили термин «сервитизация» для обозначения увеличившегося предложения более полных рыночных пакетов — клиенто-ориентированного сочетания товаров, услуг, поддержки, самообслуживания и знания — чтобы повысить ценность основных корпоративных предложений. Очевидно, что одним из путей к «сервитизации» являются бизнес-модели ПСС¹. Однако сервис-поставщики также могут

¹Productaservice.net (2023). Explore Product as a Service and the Circular Economy. Режим доступа: <https://www.productaservice.net> (дата обращения: 11.04.2023).

вступать в ПСС, добавляя продукты к существующим услугам («продвижение»).

В настоящее время существуют различные законы и постановления, которые пытаются регулировать меняющиеся потребности общества и бизнес-моделей. Низкая зрелость этих концепций может сдерживать количество публикаций о ПСС [Бобылев, 2019]. Однако рост исследований по данному направлению не замедляется, поскольку проблемы и вопросы, которые актуализируются в настоящее время, заметно подогревают интерес к поиску эффективных решений. Рисунок 1 представляет собой карту мира со странами, исследовавшими ПСС.

На этой карте представлена информация о странах, которые занимают лидирующие положение в научных исследованиях ПСС, и о странах, которым еще предстоит провести исследования. Выделяются страны, опубликовавшие от 1 до 5 научных документов, эти страны составляют наибольшую часть статистики, поскольку из 64 стран 33 принадлежат к этой группе.

В этом контексте многочисленные статьи публикуются Организацией Объединенных Наций (далее — ООН) и Европейским парламентом для объединения сил и содействия благоприятным изменениям.

Экологические преимущества ПСС по докладу ООН можно сочетать с другими преимуществами.

Преимущества для правительств:

- 1) меньше беспокойств по управлению отходами со стороны внутренних и производственных секторов;
- 2) более экологичная экономика, основанная на высоком уровне обслуживания;

3) повышенная занятость, особенно в секторе сервиса.

Преимущества для компаний:

- 1) больше возможностей для инновации и разработки рынка;
- 2) повышенная операционная эффективность;
- 3) отношения с клиентами рассматриваются в долгосрочной перспективе;
- 4) улучшенный корпоративный имидж;
- 5) оперативная обратная связь, реакция на потребительские потребности.

Преимущества для гражданского общества:

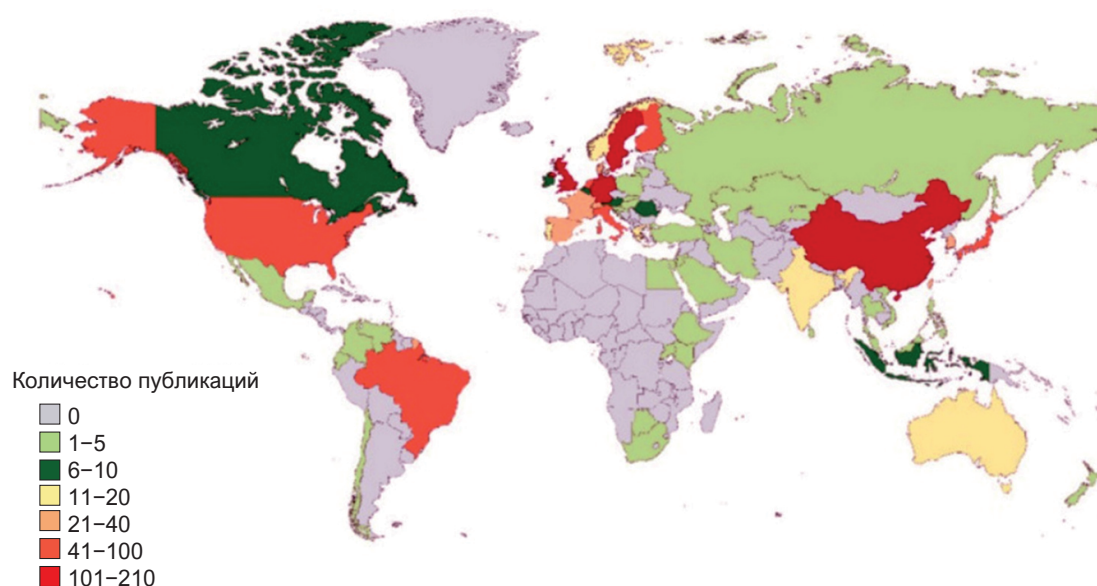
- 1) снижение затрат и решение проблем, связанных с покупкой, использованием, обслуживанием и возможной заменой продуктов;

2) улучшение качества окружающей среды [United Nations Environment Programme, 2016].

Исходя из вышесказанного, основной стратегией компании в современной экономике становится не продажа продукта, а продажа его полезности. Например:

- 1) Xerox сдают в аренду свое копировальное оборудование и предоставляют услуги управляемой печати, при которых клиенты платят за копию;
- 2) IBM сдает серверы в аренду вместо продажи единиц продукции;
- 3) Philips предлагает услугу с оплатой за люкс, при которой клиенты покупают уровень освещения, обещанный для данного здания.

Таким образом, укрепляя отношения между компанией и клиентом, для брендов открываются новые возможности взаимодействия с клиентами, чтобы



Источник: [Batlles-de la Fuente A. et al., 2021] / Source: [Batlles-de la Fuente A. et al., 2021]

Рис. 1. Количество публикаций о продуктово-сервисных системах в мире на 2020 г.

Fig. 1. Number of publications about product-service systems in the world for 2020

понять демографические данные аудитории и собрать важную информацию о производительности и использовании продукта.

Возобновляемые источники энергии / Renewable energy sources

За период с 1860 г. по 2010 г. (150 лет) энергетическая отрасль мира увеличилась в 35 раз и прошла три энергетических перехода. Энергетический переход — это радикальный сдвиг в энергетической системе от существующей модели к новой парадигме. Это сложный процесс, который выходит за рамки простой замены одного источника топлива другим. Энергетический переход включает изменения в трех взаимосвязанных измерениях:

- 1) материальные элементы энергетической системы, которые включают технологии, инфраструктуру, рынок, производственное оборудование, модели потребления и распределительные цепочки;
- 2) действующие лица и их поведение, включая новые стратегии и модели инвестирования;
- 3) социально-технические режимы, содержащие официальные правила и политику институтов, а также системы мышления и убеждений и социальные практики.

Следовательно, энергетический переход является многомерным, сложным, нелинейным, недетерминированным и весьма значительным. В конце каждого энергетического перехода наблюдается кризисный спад спроса на энергию. «Энергетический переход» — это перевод немецкого термина *Energiewende*. Политика Германии по значительному увеличению своей зависимости от высоко субсидируемых возобновляемых источников энергии известна как *Energiewende* (энергетический переход) и основана на политике *Energiekonzept* (энергетическая концепция), опубликованной в конце 2010 г., а также на Законе о возобновляемых источниках энергии (нем. *Erneuerbare Energien Gesetz, EEG*), который был принят в 2000 г.

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (англ. *International Renewable Energy Agency, IRENA*) — еще одна межправительственная организация, находящаяся под официальным наблюдением ООН, уполномоченная содействовать сотрудничеству, расширению знаний и внедрению и устойчивому использованию возобновляемых источников энергии. Это первая международная организация, занимающаяся исключительно ВИЭ и удовлетворяющая потребности как промышленно развитых, так и развивающихся стран. Агентство было основано в 2009 г., а его устав вступил в силу 8 июля 2010 г.

Штаб-квартира IRENA находится в Масдар-Сити, Абу-Даби².

Существует множество преимуществ внедрения ВИЭ, которые можно классифицировать по следующим признакам: экологические, социально-экономические и макроэкономические. Экологические преимущества ВИЭ, включая снижение выбросов парниковых газов CO₂ и снижение загрязнения воздуха, были широко известны на протяжении многих лет. По сравнению с многочисленными социально-экономическими выгодами внедрения ВИЭ, которые стали очевидными только сейчас, поскольку внедрение технологий использования ВИЭ стало более распространенным в последние десятилетия.

Создание рабочих мест является одним из примеров социально-экономического интереса внедрения ВИЭ. Уровень занятости в области ВИЭ продолжает расти по сравнению с данными первой ежегодной оценки IRENA в 2012 г. 11 млн чел. были заняты в области ВИЭ во всем мире в 2018 г. по сравнению с 10,3 млн чел. в 2017 г. По мере того как все больше и больше стран производят, продают и внедряют технологии использования ВИЭ, последний ежегодный обзор IRENA «Возобновляемая энергия и рабочие места» 2019 г. показывает, что рабочие места в области ВИЭ достигли высоких показателей, несмотря на более медленный рост на ключевых рынках ВИЭ³.

В основе обновленной глобальной энергетической трансформации лежит «дорожная карта» до 2050 г. IRENA разработала анализ социально-экономического следа, который углубляется вследствие энергетического перехода. В документе след измеряется с точки зрения валового внутреннего продукта (далее — ВВП), рабочих мест и благосостояния. Необходимость целостной политики в области занятости и справедливого энергетического перехода подчеркивается путем анализа последствий энергетического перехода для рабочих мест в экономике и энергетическом секторе⁴.

И энергетическая, и социально-экономическая системы будут развиваться во время перехода

² *International Renewable Energy Agency* (2023). Официальный сайт. Режим доступа: <https://www.irena.org> (дата обращения: 17.04.2023).

³ *International Renewable Energy Agency* (2020). *Renewable Energy and Jobs — Annual Review 2019*. Режим доступа: <https://www.irena.org/publications/2019/Jun/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2019> (дата обращения: 17.04.2023).

⁴ *Институт энергетических исследований Российской академии наук, Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО* (2019). *Прогноз развития энергетики мира и России 2019*. Режим доступа: https://mks-group.ru/storage/presentations/2019_SKOLKOVO_Forecast_of_energy_development_RUS.pdf?ysclid=ljml1ji85c730835457 (дата обращения: 17.04.2023).

с многочисленными петлями обратной связи между ними. IRENA использует интегрированную модель «энергетика—экономика—окружающая среда» для оценки социально-экономического следа, который является результатом взаимодействия между различными комбинациями дорожной карты энергетического перехода и социально-экономических перспектив. Согласно анализу IRENA, к 2050 г. мировой ВВП увеличится до 2,5 % по отношению к базовому. Который, в свою очередь является макроэкономическим преимуществом внедрения ВИЭ.

Естественно, вышеперечисленные достижения невозможно было бы реализовать без инновационной деятельности в сфере ВИЭ, что в свою очередь положительно отразилось на современной экономике. Инновации являются ключевым фактором преобразования энергетического сектора. Инновационные решения могут сделать энергосистему более гибкой, что позволяет более эффективное использование ВИЭ. В исследовании IRENA Innovation Landscape 2019 представлены 11 решений для создания надежных и эффективных будущих энергетических систем с использованием большой доли солнечной и ветровой энергии⁵.

Применения продуктово-сервисных систем в сфере возобновляемых источников энергии / Applications of product-service systems in the field of renewable energy sources

Отсутствие доступа к системам энергоснабжения и преобразования, согласно Программе Организации Объединенных Наций по окружающей среде (англ. United Nations Environment Programme далее — ЮНЕП), является препятствием для человеческого и экономического развития. 3 млрд человек используют древесину, уголь, древесный уголь или отходы животноводства для приготовления пищи и обогрева. Энергия является основным фактором изменения климата, на нее приходится около 60 % общих глобальных выбросов парниковых газов. С 1990 г. глобальные выбросы CO₂ увеличились более чем на 46 %. Сегодня гидроэнергетика является крупнейшим возобновляемым источником электроэнергии, обеспечивающим 16 % мировой электроэнергии по конкурентоспособным ценам. Гидроэлектростанции (далее — ГЭС) доминируют в структуре электроэнергетики в нескольких странах, как развитых, так

и развивающихся. Биоэнергетика сегодня является крупнейшим возобновляемым источником энергии, обеспечивающим 10 % мировых поставок первичной энергии.

Согласно ЮНЕП, инновационные разработки в сфере ВИЭ показывают хорошие результаты за последние годы, но не стоит забывать и о грамотном внедрении инновационных продуктов на рынок. Компаниям, работающим в сфере ВИЭ, для грамотного внедрения инновационных продуктов на рынок и для соответствия факторам ESG (англ. Environmental, Social, and Corporate Governance — экологическое, социальное и корпоративное управление), следует вести свою деятельность в соответствии с бизнес-моделью ПСС. Она позволит компаниям усвоить различные этапы жизненного цикла продукта — от производства до утилизации и переработки. ПСС дает компаниям максимальную возможность повлиять на отношение данного продукта к окружающему миру, включая то, из чего он сделан, как разработан, как потребители взаимодействуют с ним и как он попадает в следующий жизненный цикл. На рисунке 2 изображен жизненный цикл продукта в ПСС.

Соглашение «продукт как услуга» снижает финансовый порог, которому должны соответствовать клиенты для приобретения дорогостоящего оборудования, увеличивает доступ клиентов к компании и устраняет бремя потребителя, связанное с утилизацией и переработкой отработанного оборудования. Эта модель также дает компаниям возможность разработать продукт для разборки, замены отдельных деталей и переработки⁶.

Существуют возможности уменьшить воздействие продуктов на окружающую среду, изменив способ их использования. Две такие возможности, которые набирают обороты, — это продуктово-сервисная система и растущее поле совместного потребления. Экологичный дизайн продукта ПСС — это подход, который может снизить потребление или потребление [Дорохина, Пантелеев, 2016]. С помощью ПСС создаются рынки для коммунальных услуг, а не для продуктов. Предпосылка к этому сдвигу заключается в том, что потребители ищут услуги (полезность) продукта, а не сам продукт. Продажа продуктов имеет тенденцию потреблять больше материальных и энергетических ресурсов за счет

⁵ International Renewable Energy Agency (2019). Innovation landscape for a renewable-powered future. Режим доступа: <https://www.irena.org/publications/2019/Feb/Innovation-landscape-for-a-renewable-powered-future> (дата обращения: 17.04.2023).

⁶ Липкин Е.Б. (2017). ИНДУСТРИЯ 4.0: Умные технологии — ключевой элемент в промышленной конкуренции. Часть 10. Умные продуктово-сервисные системы. Режим доступа: <https://www.soel.ru/online/kniga-industriya-4-0-umnye-tehnologii-klyuchevoy-element-v-promyshlennoy-konkurentsii-chast-10-umny/?ysclid=ijmknrtcm698170716> (дата обращения: 11.04.2023).

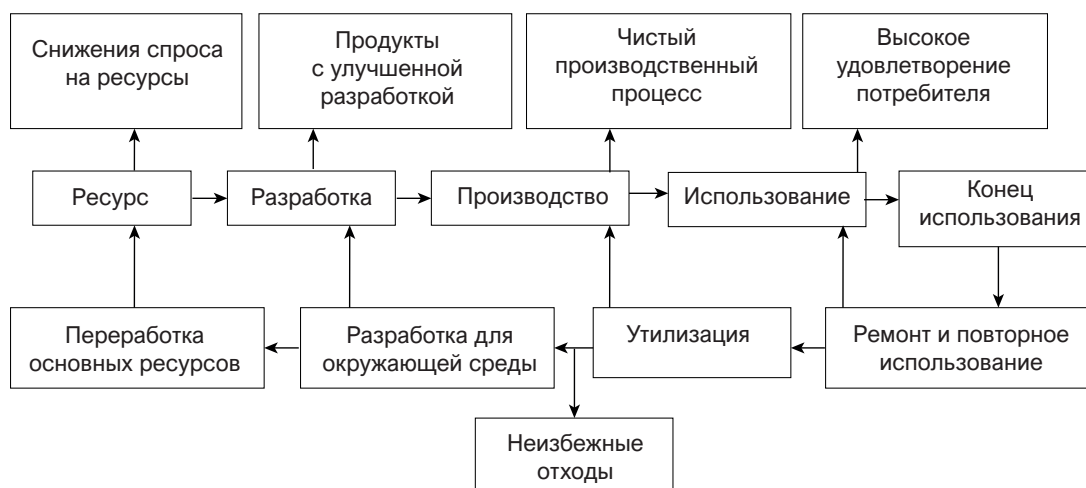
Источник⁷ / Source⁷**Рис. 2.** Влияние продуктово-сервисных систем на жизненный цикл продукта

Fig. 2. The impact of product service systems on the product life cycle

своего производства, обслуживания и количества единиц проданного, в то время как коммунальные предприятия предоставляют услугу, которой немногие владеют, и обслуживают продукт, который будет использоваться для обслуживания клиентов. По сути ПСС состоит из системы продуктов и услуг, которые обслуживают определенную сеть, и имеет потенциал уменьшения воздействия на окружающую среду продуктов и услуг на протяжении всего жизненного цикла.

Растущие в мире общие транспортные системы, такие как программы каршеринга и велосипедного проката, пример удачного ПСС. Программы совместного пользования автомобилями сейчас существуют более чем в 1 100 городах в 26 странах. Программы байкшеринга существуют в 500 городах в 49 странах. По оценкам, глобальный велопарк насчитывает более 500 000 велосипедов. Эти программы, несомненно, привели к значительному сокращению количества новых велосипедов и автомобилей, таким образом они снижают экологический стресс окружающей среды от потребления. Концепция ПСС не нова, более того, потребуются инновации, чтобы расширить влияние ПСС на бизнес и на современную экономику в целом. В ПСС выбор потребителей определяется как экологическими, так и экономическими интересами, а пот-

ребительские запросы удовлетворяются на конкурентной основе наиболее экологически устойчивым образом. Концепция, связанная с ПСС, — это совместное потребление (далее — СП), которое можно сравнить со старым рыночным поведением бартера, совместного использования, предоставления в кредит и обмена. Однако теперь все это осуществляется с помощью сетевых технологий. Принятие такого поведения потребителями зависит от ряда факторов и регулируется набором принципов. Примерами СП выступают такие компании, как AirBnB (онлайн-платформа, для аренды жилья в 34 000 городах по всему миру) и Zipcar (глобальная программа каршеринга, действующая в более чем 50 городах Северной Америки, Великобритании и Испании). Такие инициативы служат снижению потребления [Kusumaningdyah et al., 2019].

Предоставление коммунальных услуг — один из важнейших аспектов современной жизни. Домохозяйства получают такие услуги, как водоснабжение, теплоснабжение (например, газ, электричество) и коммуникации. Создание большего комфорта с использованием меньшего количества ресурсов оказывает давление на человечество в последние десятилетия. Энергоэффективность, эксергетическая эффективность, нулевые выбросы углерода, устойчивая энергетика, интеллектуальные сети, новые энергетические технологии, чистая энергия и возобновляемая энергия — часто используемые в последние годы термины, технологии и методы, констатирующие этот факт.

⁷ United Nations Environment Programme (1999). The role of Product Service Systems in a sustainable society. Report. Режим доступа: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8072/-The%20Role%20of%20Product%20Service%20Systems%20In%20a%20Sustainable%20Society-20021172.pdf> (дата обращения: 11.04.2023).

Предоставление энергии как услуги и ее использование предполагает взаимодействие многих субъектов, таких как:

- конечные пользователи (потребители);
- компании, обеспечивающие электроэнергией (поставщики);
- строительные компании;
- производители устройств, потребляющих энергию;
- компании, обслуживающие/ремонтирующие эти устройства.

У каждого участника этой цепочки есть своя цель, которую нужно достичь, причем это не обязательно приведет к наилучшему результату для всех [Kraan et al., 2019]. Снижение энергопотребления не является основной целью поставщиков, напротив, больший спрос на энергию означает для них большую прибыль. С другой стороны, у клиентов (резиденты, компании или учреждения) нет специального спроса на энергоносители (электричество, газ, уголь и т.д.), но скорее, они нуждаются в предоставляемых услугах (отопление, охлаждение и приготовление пищи). В отличие от поставщиков энергии, конечные пользователи хотят снизить потребление энергии, чтобы платить меньше по счетам, жертвуя незначительным комфортом [Karasa et al., 2018].

На сегодняшний день некоторые страны демонстрируют прогресс в энергетическом переходном процессе, начав успешно сокращать выбросы CO₂^{8,9}. Данный факт может нанести ущерб экономической устойчивости будущих энергетических рынков, если прибыль от продажи электроэнергии, особенно для регулируемой генерации (в большинстве на основе топлива) в энергосистеме переходных рынков сокращается за счет использования возобновляемых источников энергии. Чем больше возобновляемой электроэнергии вырабатывается, тем ниже эксплуатационные расходы на генерирующий объект, таким образом, уровни цен устанавливаются в соответствии с интенсивностью энергии ветра и солнца по мере расширения такой возобновляемой генерации. Эти станции ВИЭ также имеют тенденцию одновременно производить максимальную мощность, а это означает, что на рынках ВИЭ должны продавать электроэнергию в одно и то же время, что снижает их собственную прибыльность (если только ВИЭ не интегрированы с хранилищами, чтобы

обеспечить перераспределение энергии в более выгодное время для поставщиков или во время отсутствия солнца и ветра). По этой причине существует острая потребность в новых бизнес-моделях энергетических рынков для ВИЭ. Рынок должен быть спроектирован таким образом, чтобы обеспечить эффективный баланс спроса и предложения и стимулировать увеличение инвестиций за счет получения альтернативных доходов [Cheung et al., 2019].

Для решения данной задачи авторами предлагаются «семейства» бизнес-моделей на основе продуктивно-сервисной системы, применимой к ВИЭ. Каждая модель по-своему уникальна и нацелена на решение задач исходя из множества факторов, таких как: доступность электросети, цены за электричество, геологическая локация и т.д. В соответствии с этими факторами необходимо выбрать наиболее эффективный вариант. Например, при высоких тарифах на традиционную электроэнергию для субъектов и объектов рынка подходящим вариантом бизнес-модели ПСС, применимой к ВИЭ, будет система On-Grid, за счет снижения оплаты счетов за традиционную электроэнергию. При отсутствии установленной мощности традиционной электроэнергии, эффективной бизнес-моделью ПСС, применимой к ВИЭ, станет система Off-Grid для удовлетворения потребностей в электроэнергии субъектов и объектов рынка. Таким образом, эти две системы ведут к постепенному переходу к бизнес-модели ПСС системы Hybrid для преобразования потребителей (субъектов и объектов) рынка в просьюмеры (потребитель и производитель энергии одновременно) экологически чистой электроэнергии.

В основе исследования лежит слияние уже существующих технологических решений в сфере ВИЭ с экономическими решениями бизнес-моделей ПСС. ТанDEM технологических и экономических решений в новом формате создаст возможность предоставлять устойчивые энергетические решения. Данные бизнес-модели можно применять как в совокупности, тем самым создавая 3-уровневую систему перехода между бизнес-моделями для потребителей (субъектов и объектов), так и по отдельности, тем самым решая такие базовые проблемы, как снижение стоимости потребления традиционной электроэнергии и стратегические направления формирования спроса производителем чистой энергии.

Заключение / Conclusion

Реальный пример ПСС в энергетике был реализован французским поставщиком электроэнергии Electricité de France (EDF) для разработки нового комплексного предложения по обслуживанию

⁸ Enerdata (2023). Выбросы CO₂ от сжигания топлива. Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru/co2/emissions-co2-data-from-fuel-combustion.html> (дата обращения: 15.04.2023).

⁹ International Energy Agency (2023). World Energy Outlook 2022. Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> (дата обращения: 17.04.2023).

продуктов. Компания EDF представила индивидуальный диагностический инструмент, который позволяет каждому дому получить подробное представление о потреблении электроэнергии и предложила ряд возможных решений по оптимизации потребления электроэнергии. Однако EDF сосредоточилась только на использовании и потреблении электроэнергии, и не предложила полное решение для всех типов энергии, использующейся в домах, например, газа и электричества.

Другой пример методологии ПСС в энергетике был изучен немецкой фирмой Parkersell. В Parkersell разработали решение для интегрированной системы освещения с обслуживанием продуктов: типичное энергопотребление, приложение по утилизации, обеспечивающее более эффективную оценку стоимости жизненного цикла и улучшение экологии. Как и в предыдущем примере ПСС в энергетике, у Parkersell была конкретная цель, заключающаяся в создании световых решений «от колыбели до возрождения», в том числе проектирование, установка, обслуживание и утилизация.

Eastern Energy — один из поставщиков энергетических услуг в Великобритании. В Eastern Energy решили предложить своим бизнес-клиентам услуги по мониторингу и экономии энергопотребления, например подсчет данных управления энергопотреблением через нагрузки потребления и профилирование, мониторинг процессов, обучение осведомленности о коммунальных предприятиях и содействие после обучения.

Yang et al. [2009] предложили типичный сценарий реализации ориентированной на продукт ПСС для оценки жизненного цикла бытовой техники (например холодильника/морозильника). Компания Electrolux в 1999 г. инициировала аналогичную бизнес-модель ПСС и предложила домашним хозяйствам на шведском острове Готланд бесплатные стиральные машины с продажами функций. Предложение Electrolux было направлено не на то, чтобы продавать стиральные машины, а на то, чтобы потребители платили в зависимости от того, сколько они пользуются стиральной машинкой, и это бы покрывало стоимость оборудования Electrolux. Это был пилотный проект с оплатой по мере стирки. В Electrolux заявили что идея была осуществима, поскольку остров Готланд в Швеции был в то время единствен-

ным местом в мире с интеллектуальными электрическими счетчиками, установленными в 7 000 домов с функцией дистанционного снятия показаний.

В своем исследовании J.K. Steinberger et al. [2009] предложили энергетическую экономику. Ученые исследовали последствия для поставщиков и потребителей энергии, а также условия распространения энергетической экономики и последствия технологических изменений. В итоге ими было предложено применение экономии производительности (например ПСС или заключение договоров на производительность) для производителей энергопотребляющего оборудования с целью повышения конкурентоспособности на рынке.

А. Vercalsteren и Т. Geerken [2006] рассмотрели возможные и существующие конструкции ПСС в секторе домохозяйств. Основные акценты требований ПСС в секторе домашнего хозяйства в основном связаны с социальной структурой населения (например, тенденция иметь маленькие дома в результате падения доли многодетных семей и увеличения возраста населения). В своей работе ученые разделили бытовые ПСС-приложения на четыре основные группы.

1. Послепродажное обслуживание.
2. Общие распределительные сети.
3. Наем / сдача в аренду.
4. Заключение контрактов.

В исследовании А. Vercalsteren и Т. Geerken обратились к системам управления домашним хозяйством, которые могут быть потенциальными ПСС и в свою очередь охватывают консультации как услугу, оказываемую домашним хозяйствам по возможной экономии энергии и установке счетчика, основываясь на принципе «измерить — значит знать».

Исходя из вышеизложенных примеров, можно заключить, что ПСС предоставляют хорошие возможности и идеи для поставщиков энергии и потребителей. Кроме того, мировая экономика и уровень энергопотребления увеличиваются и имеют большое влияние с точки зрения использования ресурсов. Эта растущая тенденция является важным вопросом глобального сообщества. Новые ПСС-решения в энергетике необходимы для предоставления лучших экологически чистых энергетических решений в устойчивом секторе энергоснабжения.

Список литературы

Бобылев С.Н. (2019). Устойчивое развитие и новые модели экономики. Международная научная конференция, посвященная 40-летию кафедры экономики природопользования экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова: сборник тезисов. М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова. 420 с.

Дорохина Е.Ю., Пантелеев С.С. (2016). О возможном подходе к планированию промышленной системы «Продукт-сервис» // Ученые записки российской академии предпринимательства. № 46. С. 112–121.

Кудрявцева О.В. (2021). Устойчивое развитие территорий: монография. М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова. 492 с.

Batlles-de-laFuente A., Belmonte-Urena L.J., Plaza-Ubeda J.A., Abad-Segura E. (2021). Sustainable Business Model in the Product-Service System: Analysis of Global Research and Associated EU Legislation // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. V. 18(19). Art. num.: 10123. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910123>

Cheung G., Davies P.J., Bassen A. (2019). In the transition of energy systems: What lessons can be learnt from the German achievement? // *Energy Policy*. V. 132. Pp. 633–646. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.056>

Karaca F., Camci F., Turkyilmaz A. (2018). A product service system design for energy provision // *International Journal of Management and Enterprise Development*. V. 17, no. 3. Pp. 244–266. <http://dx.doi.org/10.1504/IJMED.2018.093538>

Kraan O., Kramer G.J., Nikolic I., Chappin E., Koning V. (2019). Why fully liberalised electricity markets will fail to meet deep decarbonisation targets even with strong carbon pricing // *Energy Policy*. V. 131. Pp. 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.04.016>

Kusumaningdyah W., McLellan B., Tezuka T. (2019). Designing and Evaluating Energy Product-Service Systems for Energy Sector (EPSS) in Liberalized Energy Market: A Case Study in Space Heating Services for Japan Household // *Challenges*. V. 10, no. 1. Pp. 1–28. <https://doi.org/10.3390/challe10010018>

Lu Y., Khan Z.A., Alvarez-Alvarado M.S., Zhang Y., Huang Z., Imran M. (2020). A critical review of sustainable energy policies for the promotion of renewable energy sources // *Sustainability*. V. 12, no. 12. Art. num. 5078. <https://doi.org/10.3390/su12125078>

Steinberger J.K., van Niel J., Bourg D. (2009). Profiting from megawatts: Reducing absolute consumption and emissions through a performance-based energy economy // *Energy Policy*. V. 37, no. 1. Pp. 361–370. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.030>

United Nations Environment Programme (2016). Sustainable Consumption and Production. A Handbook for Policymakers (Global Edition). 214 p. <https://doi.org/10.18356/86636d0d-en>

Vercalsteren A., Geerken T. (2006). Need area 5: households // *New Business for Old Europe* / Tukker A., Tischner U. (eds.). Routledge. 479 p. <https://doi.org/10.4324/9781351280600>

Yang X., Moore P., Pu J., Wong Ch. (2009). A practical methodology for realizing product service systems for consumer products // *Computers & Industrial Engineering*. V. 56, no. 1. Pp. 224–235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2008.05.008>

References

Batlles-de-laFuente A., Belmonte-Urena L.J., Plaza-Ubeda J.A., Abad-Segura E. (2021), “Sustainable Business Model in the Product-Service System: Analysis of Global Research and Associated EU Legislation”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18(19), art. num. 10123, <https://doi.org/10.3390/ijerph181910123>

Bobylev S.N. (2019), *Sustainable development and new economic models. International scientific conference dedicated to the 40th anniversary of the Environmental Economics Department, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University: abstracts collection*, Lomonosov Moscow State University Faculty of Economics, Moscow, Russia. (In Russian).

Cheung G., Davies P.J., Bassen A. (2019), “In the transition of energy systems: What lessons can be learnt from the German achievement?”, *Energy Policy*, vol. 132, pp. 633–646, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.056>

Dorokhina E. Yu., Panteleev S.S. (2016), “Possible approach to planning of the industrial ‘Product-service’ system”, *Scientific Notes of the Russian Academy of Entrepreneurship*, no. 46, pp. 112–121. (In Russian).

Karaca F., Camci F., Turkyilmaz A. (2018), “A product service system design for energy provision”, *International Journal of Management and Enterprise Development*, vol. 17, no. 3, pp. 244–266, <http://dx.doi.org/10.1504/IJMED.2018.093538>

Kraan O., Kramer G.J., Nikolic I., Chappin E., Koning V. (2019), “Why fully liberalised electricity markets will fail to meet deep decarbonisation targets even with strong carbon pricing”, *Energy Policy*, vol. 131, pp. 99–110, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.04.016>

Kudryavtseva O.V. (2021), *Sustainable development of territories: monograph*, Lomonosov Moscow State University Faculty of Economics, Moscow, Russia. (in Russian).

Kusumaningdyah W., McLellan B., Tezuka T. (2019), “Designing and Evaluating Energy Product-Service Systems for Energy Sector (EPSS) in Liberalized Energy Market: A Case Study in Space Heating Services for Japan Household”, *Challenges*, vol. 10, no. 1, pp. 1–28, <https://doi.org/10.3390/challe10010018>

Lu Y., Khan Z.A., Alvarez-Alvarado M.S., Zhang Y., Huang Z., Imran M. (2020), “A critical review of sustainable energy policies for the promotion of renewable energy sources”, *Sustainability*. vol. 12, no. 12, art. num. 5078, <https://doi.org/10.3390/su12125078>

Steinberger J.K., van Niel J., Bourg D. (2009), “Profiting from megawatts: Reducing absolute consumption and emissions through a performance-based energy economy”, *Energy Policy*, vol. 37, no. 1, pp. 361–370, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.030>

United Nations Environment Programme (2016), *Sustainable Consumption and Production. A Handbook for Policymakers (Global Edition)*, <https://doi.org/10.18356/86636d0d-en>

Vercalsteren A., Geerken T. (2006), “Need area 5: households”, In: Tukker A., Tischner U. (eds.), *New Business for Old Europe*, Routledge, <https://doi.org/10.4324/9781351280600>

Yang X., Moore P., Pu J., Wong Ch. (2009), “A practical methodology for realizing product service systems for consumer products”, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 56, no. 1, pp. 224–235, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2008.05.008>