



**Внедрение инновационных продуктов в сфере альтернативной энергетики
с применением совокупности бизнес-моделей на основе «продуктивно-
сервисной системы»**

Джумадурдыев Н.Д., аспирант, Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН», Москва, Россия

Аннотация. Целью исследования является оценка возможностей предоставления инновационных продуктов в сфере альтернативной энергетики на энергетическом рынке с применением совокупности бизнес-моделей «продуктивно-сервисной системы» во время глобального энергетического перехода. Энергетический переход - это радикальный сдвиг в энергетической системе от существующей модели к новой парадигме. В настоящее время наблюдается начало четвертого энергетического перехода, а именно переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Ключевые слова: бизнес-модель; ПСС; ВИЭ; энергетический переход; инновации, экономика, экосистема.

**Introduction of innovative products in the field of alternative energy by using a
set of «product-service system» business models**

Jumadurdyev N.J., postgraduate student,
Moscow State University of Technology «STANKIN», Moscow, Russia

Annotation. The aim of the study is to assess the possibilities of providing innovative products in the field of alternative energy to the energy market using a set of «product-service system» business models during the global energy transition. The energy transition is a radical shift in the energy system from an existing model to a new paradigm. We are currently witnessing the beginning of the fourth energy transition,

namely the transition to renewable energy sources (RES).

Key words: Business-model; PSS; RES; energy transition; innovation, economy, ecosystem.

Введение. Инновации в сфере ВИЭ могут изменить глобальный энергетический ландшафт и решить проблемы, связанные с изменением климата¹. По мере развития технологий и увеличения инвестиций в ВИЭ исследователи и инженеры разрабатывают новаторские решения, которые максимизируют эффективность производства, хранения и распределения энергии, одновременно сводя к минимуму воздействие на окружающую среду².

За период с 1860 года по 2010 год (150 лет) энергетическая отрасль мира увеличилась в 35 раз и прошла три энергетических перехода. В настоящее время наблюдается начало четвертого энергетического перехода, а именно переход на ВИЭ³. Энергетический переход – это радикальный сдвиг в энергетической системе от существующей модели к новой парадигме. Это сложный и выходящий за рамки простой замены одного источника топлива другим. По сути, «энергетический переход» включает изменения трех взаимосвязанных измерений:

1. материальные элементы энергетической системы, которые включают технологии, инфраструктуру, рынок, производственное оборудование, модели потребления и распределительные цепочки;

2. действующие лица и их поведение, которые включают новые стратегии и модели инвестирования;

3. социально-технические режимы, содержащие официальные правила и политику, институтов, а также систем мышления и убеждений, и социальные

¹ Еленева Ю.Я. Рост стоимости технологического капитала как критерий эффективности системы управления созданием и развитием конкурентоспособных машиностроительных предприятий / Ю.Я. Еленева, Ю.А. Еленева, В.Н. Андреев. //Главный механик, № 5, – 2011. – С.22-29

² Еленева Ю.Я. Дополнительное профессиональное образование преподавателей: модели эффективного взаимодействия с предприятиями оборонно-промышленного комплекса / Ю.Я. Еленева, М.Е. Просвирина, В.Н. Андреев, Д.А. Бурункин // Инновации. – 2013. – №10 (180). – С.86-91

³ Андреев, В. Н. Продуктивно-сервисная система и возможности ее применения в сфере альтернативной энергетики / В. Н. Андреев, Н. Д. Джумадурдыев // Управление. – 2023. – Т. 11, № 2. – С. 146-155. – DOI 10.26425/2309-3633-2023-11-2-146-155.

практики.

У энергии солнца и ветра есть потенциал, чтобы произвести тысячи ПВт*ч электроэнергии в год, в то время как текущий спрос на электроэнергию в мире составляет всего 27 ПВт*ч. Чтобы получать всю энергию только за счет солнечной энергии, необходимая земля заняла бы 450 000 км² – всего 0,3% от общей площади суши в мире, и меньше, чем пространство, которое в настоящее время занято ископаемым топливом⁴.

Результаты исследования⁵. Статистические данные про энергию океана, ветра и солнце.

Энергия океана: Энергия океана делится на три категории - приливные, волновые и температурные. В совокупности энергии океана уделяется больше внимания, особенно в ЕС, куда было инвестировано около 3 миллиардов евро, в основном частных инвестиций. План Европейской комиссии по стратегическим энергетическим технологиям (SET) признает потенциальную роль океанской энергии в будущем энергобалансе Европы и предлагает расширять региональное сотрудничество в Атлантическом регионе. Форум ЕС по океанской энергии в 2019 году заявил: «100 ГВт энергии океана могут быть установлены в Европе для удовлетворения 10% спроса» к 2050 году.

Приливная энергия. Преодоление приливов с помощью плотины в заливе или устье было достигнуто во Франции (240 МВт электроэнергии в устье Рансе, с 1966 г.), в Канаде (20 МВт электроэнергии в Аннаполисе в заливе Фанди, с 1984 г.), в Южной Корее (Сихва, 260 МВт электроэнергии, с 2011 г.) и в России (Белое море, 0,5 МВт), и может быть достигнуто в некоторых других районах мира с большим диапазоном приливов и отливов. Захваченную воду можно использовать для поворота турбин, поскольку она выпускается через приливную плотину в любом направлении. Плотина Северн, предложенная в Великобритании в 1970-х годах, имела мощность 7 ГВт и коэффициент

⁴ Carbon Tracker, «The skys the limit solar wind» // URL: <https://carbontracker.org/reports/the-skys-the-limit-solar-wind/> (Дата обращения: 09.09.2023)

⁵ IEA. World Energy Outlook, <https://www.iea.org> (Дата обращения: 7.09.2023)

мощности 40%, поэтому ядерные варианты были намного дешевле. Во всем мире эта технология имеет небольшой потенциал, в основном из-за экологических ограничений.

Волновая энергия. Использование энергии от волнового движения может дать значительное количество электроэнергии. Потенциал волновой энергии в основном находится между 30 ° и 60 ° широты и в глубоких водах (> 40 метров). Технологии волновой энергии разнообразны и менее развиты, чем технологии обработки приливов и отливов.

В начале 2020 года во всем мире было установлено около 2,3 МВт, но было объявлено о новых проектах более 1 ГВт. Ожидается, что демонстрационный модуль с мощностью 315 кВт, испытываемый на Оркнейских островах, будет иметь коэффициент мощности около 42%.

Тепловая энергия океана. Преобразование тепловой энергии океана уже давно является привлекательной идеей, но пока еще не доказано, кроме небольших пилотных станций мощностью до 50 кВт. В 2015 году на Гавайях была введена в эксплуатацию установка замкнутого цикла мощностью 100 кВт, подключенная к сети.

Энергия ветра: Использование энергии ветра (ВЭС – ветряная электростанция) резко возросло за последние годы, с ежегодным увеличением установленной мощности примерно на 10% к 2019 году, с установкой десятков тысяч турбин. В 2015 году средний мировой показатель наземного ветра составлял около 80 долларов США/МВт*ч – очень конкурентоспособный показатель на основе единицы МВт*ч. Согласно сценарию «Заявленная политика» Международного энергетического агентства (МЭА), к 2040 году будет задействовано около 1856 ГВт ветроэнергетических мощностей, производящих 5226 ТВт*ч электроэнергии. А в сценарии «Устойчивое развитие» предполагаемые коэффициенты мощности составят около 32%. Статистика международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) показывает, что в 2020 году было установлено 699 ГВт ветроэнергетических мощностей на суше и 34 ГВт на море, по сравнению с 564 ГВт в 2018 году, когда

было произведено 1263 ТВт*ч электроэнергии. Около 90% мирового объема береговых ВЭС приходится на Европу.

Использование энергии ветра (или любой жидкости в открытом потоке) подчиняется закону Бетца, который гласит, что никакая турбина не может улавливать более 59,5% кинетической энергии ветра (или воды). В настоящее время ветряные турбины для коммунальных предприятий достигают при пиковом расходе до 80% предела Бетца.

Энергия солнца: Небольшие солнечные фотоэлектрические установки для бытового или промышленного использования обычно находятся «за счетчиком» и могут подавать излишки электроэнергии в сеть. Многие крупные солнечные фотоэлектрические электростанции в Европе и США, а теперь и в Китае созданы для обеспечения электросетей. За последние годы из-за благоприятных условий благодаря субсидиям и льготам от государства в солнечные фотоэлектрические системы были вложены большие инвестиции. По данным IRENA в 2019 году во всем мире были установлены СЭС с мощностью 580 ГВт, по сравнению с 483 ГВт в 2018 году, 384 ГВт в 2017 году и 291 ГВт в 2016 году. Данная статистика показывает удвоение мощности за 3 года. Из общей установленной мощности солнечных панелей в 2019 году на Китай приходилось 205 ГВт (35% от общемирового показателя), на Японию - 62 ГВт (11%), на США – 61 ГВт, на Германию - 49 ГВт, на Индию - 35 ГВт и на Италию - 21 ГВт.

Солнечно-тепловым системам нужен солнечный свет, а не более рассеянный свет, который может использоваться солнечными фотоэлектрическими батареями. Многие системы обладают некоторой способностью аккумулировать тепло в расплавленной соли, чтобы обеспечить генерацию после захода солнца и, возможно, в течение ночи.

По данным IRENA, в 2019 году в мире было около 6,3 ГВт мощности солнечно-тепловых систем, из них 2,3 ГВт (37%) в Испании, 1,8 ГВт (28%) в США, 0,5 ГВт в Марокко и 0,5 ГВт в Южной Африке. Мировая мощность составляла 5,0 ГВт в конце 2017 года, когда было произведено 11,5 ТВт*ч

электроэнергии (т.е. коэффициент использованной мощности 26%).

Инновации в сфере ВИЭ⁶:

1. Гидроэнергетические инновации

1.1 Приливная энергетика. Производство приливной энергии использует предсказуемое и постоянное движение океанских приливов для выработки электроэнергии. Инновации в системах приливной энергетике включают подводные турбины и заграждения, которые эффективно преобразуют энергию приливов в электроэнергию.

1.2 Русловые гидроэлектростанции. Речные гидроэлектростанции используют естественный поток рек для выработки электроэнергии без необходимости строительства крупномасштабных плотин. Эти системы оказывают меньшее воздействие на окружающую среду и обеспечивают более гибкую установку и эксплуатацию.

1.3 Подводные турбины. Подводные турбины используют кинетическую энергию океанских течений для производства возобновляемой электроэнергии. Эти инновационные турбины могут быть установлены в различных местах, в том числе в прибрежных районах и на океанских течениях, обеспечивая постоянный и надежный источник экологически чистой энергии.

2. Инновации в ветроэнергетике

2.1 Плавающие ветряные электростанции. Плавающие ветряные электростанции совершают революцию в производстве энергии ветра на море, позволяя устанавливать их на глубоких водах, где традиционные стационарные фундаменты невозможны. Эти плавающие платформы используют передовые системы швартовки, позволяющие использовать сильные и постоянные ветры, которые доступны в морских регионах.

2.2 Ветровые турбины с вертикальной осью. Ветряные турбины с вертикальной осью (VAWT) представляют собой привлекательную альтернативу традиционным ветряным турбинам с горизонтальной осью. VAWT

⁶International Renewable Energy Agency (IRENA), <https://www.irena.org> (Дата обращения: 16.11.2023)

предназначены для улавливания ветра с любого направления, что делает их подходящими для городских условий и районов со сложным режимом ветра.

2.3 Кайт-ветроэнергетические системы. В системах кайт-ветроэнергетики используются большие воздушные змеи, привязанные к земле, для улавливания высотных ветров. Воздушные змеи генерируют значительное количество экологически чистой энергии, требуя при этом меньше ресурсов по сравнению с обычными ветряными турбинами.

3. Инновации в солнечной энергетике

3.1 Фотоэлектрические системы следующего поколения. Фотоэлектрические технологии нового поколения открывают путь к более эффективному и экономичному производству солнечной энергии. Такие инновации, как перовскитные солнечные элементы, тандемные солнечные элементы и многопереходные солнечные элементы, расширяют границы эффективности и расширяют возможности применения солнечных панелей.

3.2 Солнечные краски и покрытия. Солнечные краски и покрытия стали многообещающей инновацией, позволяющей практически любой поверхности использовать солнечную энергию. Эти материалы обладают фотоэлектрическими свойствами, позволяющими зданиям, транспортным средствам и даже уличной мебели (скамейки в парках, навесы) генерировать электроэнергию из солнечного света.

3.3 Солнечные окна. Солнечные окна интегрируют прозрачные солнечные элементы в стекло, превращая обычные окна в микрогенераторы, генерирующие электроэнергию. Эта инновация имеет значительный потенциал для широкомасштабного внедрения, поскольку данная технология органично сочетает выработку энергии с существующей инфраструктурой.

Применения ПСС в сфере ВИЭ. Компаниям, работающим в сфере ВИЭ, для внедрения инновационных продуктов на рынок и для соответствия факторам ESG, следует вести свою деятельность в соответствии с бизнес-моделью

продуктово-сервисной системы (ПСС)⁷. Данная бизнес-модель 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 цикл⁸.

На сегодняшний день некоторые страны демонстрируют прогресс в энергетическом переходном процессе и начали успешно сокращать выбросы⁹. Это может нанести ущерб по 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 ВИЭ. Чем больше вырабатывается возобновляемая электроэнергия, тем ниже эксплуатационные расходы на генерирующий объект, таким образом, уровни цен устанавливаются в соответствии с уровнями ветра и солнца по мере расширения такой возобновляемой генерации. Такие ВИЭ также имеют тенденцию одновременно производить максимальную мощность, а это означает, что на рынках ВИЭ должны продавать 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, в конечном счете, 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.

Для решения данной задачи автором предлагается совокупность бизнес –

⁷ Sustainable Consumption and Production Global edition Copyright © United Nations Environment Programme, 2015

⁸ Widha Kusumaningdyah. Investigating Preconditions for Sustainable Renewable Energy Product–Service Systems in Retail Electricity Markets // URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/7/1877/htm> (Дата обращения: 02.10.2023)

⁹ Выбросы CO₂ от сжигания топлива – Enerdata // URL: <https://yearbook.enerdata.ru/co2/emissions-co2-data-from-fuel-combustion.html> (Дата обращения: 16.09.2023)

моделей на основе ПСС применимой к ВИЭ. Каждая модель по-своему уникальна и нацелена на решения задач исходя из множества факторов (доступность сети, цены за электричество, геологическая локация и т.д.)

Применения ПСС в сфере ВИЭ в совокупности с традиционной энергетикой (система On-Grid или Grid-Tied) являются наиболее рентабельными и наиболее эффективными среди различных типов энергии (например: солнечных фотоэлектрических систем) доступных сегодня (рис. 1).

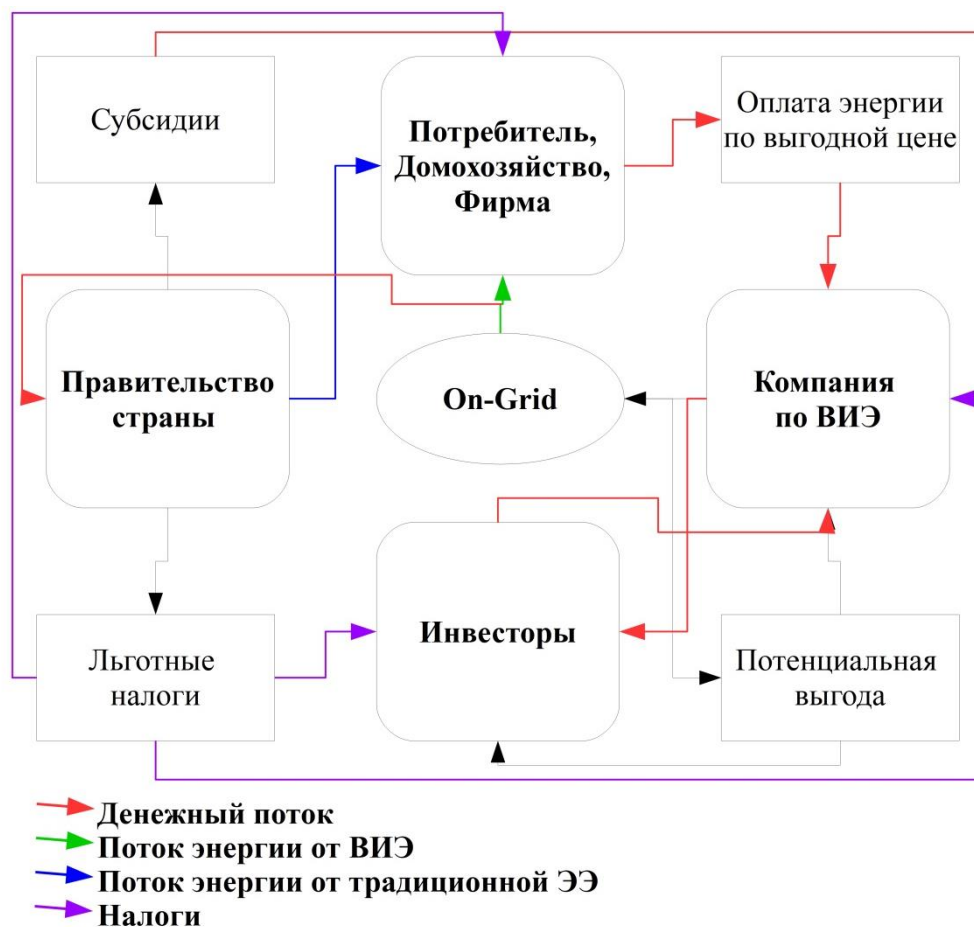


Рис.1 – Применение ПСС к ВИЭ система «On-Grid»

В данной бизнес - модели поставщик энергии предоставляет систему ВИЭ для снижения потребления электричество от сети, тем самым сокращая расходы на оплату счетов за электричество для потребителя за ежемесячную оплату. Например, данная система в состоянии снизить потребление электричества от сети на 50% и выше (в зависимости от конфигурации системы), тем самым, если 50% сэкономленных средств разделить среди участников: 25% средств поставщику в виде ежемесячной оплаты и 25% средств потребителю в виде сокращения

расходов. Учитывая, что жизненный цикл оборудования около 20 лет, для компании прогнозируется получения значительной прибыли в долгосрочной перспективе.

Следующим примером бизнес - модели применения ПСС в сфере ВИЭ замкнутого цикла без потребления традиционной энергетики (система Off-Grid) может быть представлена система генерации электроэнергии от солнца, которые не подключена к электросети и использует аккумуляторную батарею (АКБ) в дополнение к солнечной энергии (рис. 2).

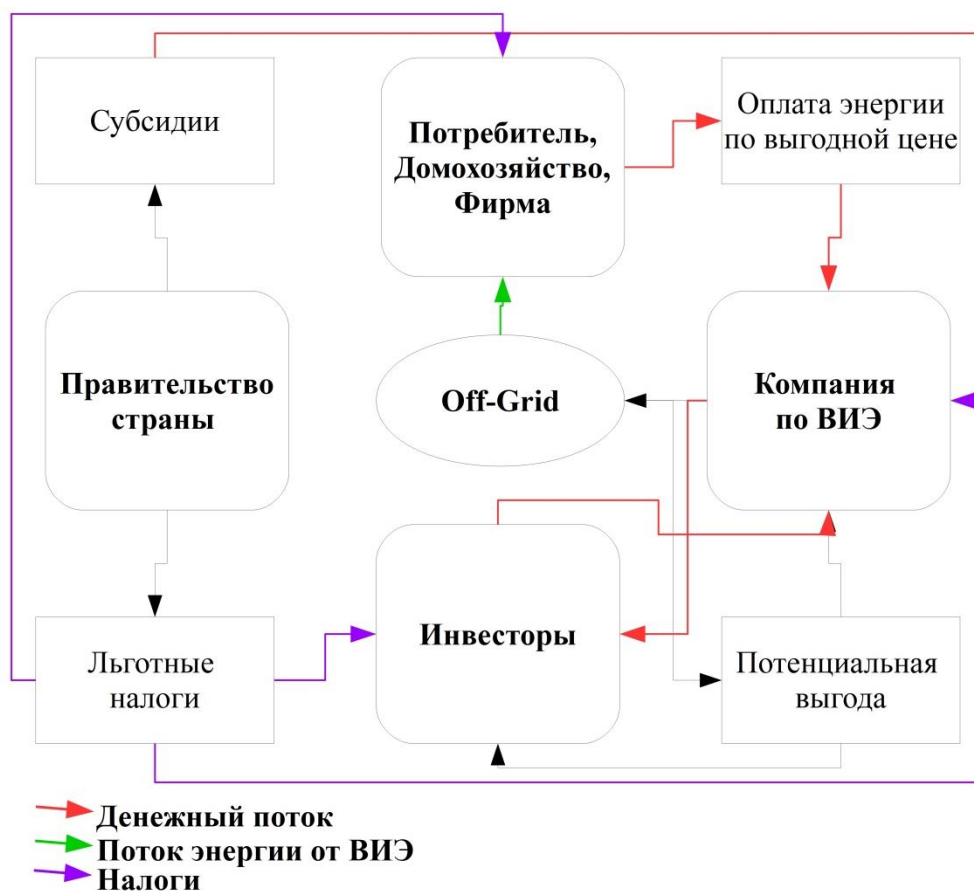


Рис.2 – Применение ПСС к ВИЭ система «Off-Grid»

Следовательно, автономная фотоэлектрическая система может обеспечивать электроэнергией объект даже в ночное время, при условии наличия достаточного резервного питания в АКБ. В данной бизнес - модели поставщик энергии предоставляет систему распределенных возобновляемых источников энергии для повседневной деятельности для отдельных пользователей и небольших сообществ, которые платят за период/время использования энергии(кВт*ч).

Третья предлагаемая бизнес - модель применения ПСС в сфере ВИЭ комбинированного использования с традиционной энергетикой (система Hybrid) - это система сочетания двух предыдущих бизнес - моделей системы On-Grid и системы Off-Grid (рис. 3).

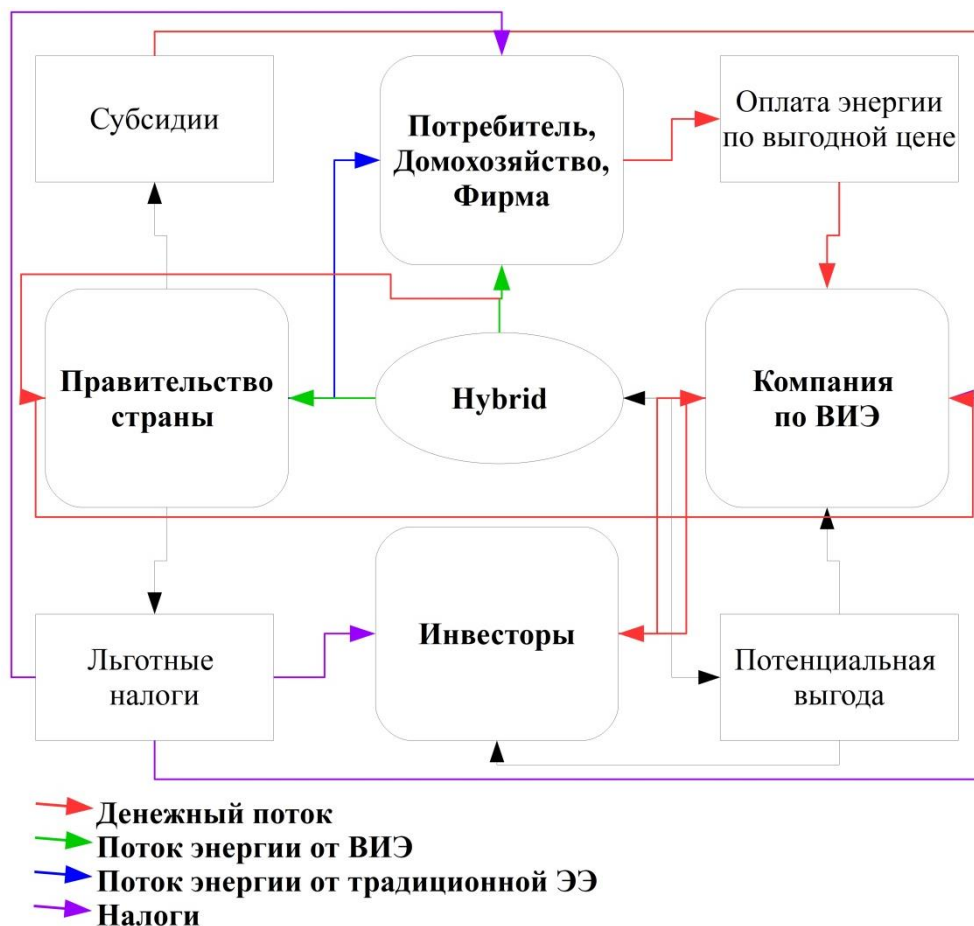


Рис.3 – Применение ПСС к ВИЭ система «Hybrid»

Данная бизнес - модель позволит потребителю стать просьюмером (потребителем и производителем энергии одновременно). Таким образом, данная бизнес модель в сочетании с традиционной энергетикой удовлетворяет потребность потребителей в энергии, без лишних затрат и продажу, дополнительно выработанной чистой энергии в промышленности. К примеру, можно привести бизнес модель компании SolarCity.

Заключение. Объединения двух понятий, ПСС и ВИЭ, будет означать сдвиг от централизованной и невозобновляемой энергетической системы к распределенную и возобновляемую энергетическую систему, в которой пользователь может быть просьюмером (потребителем + производителем) своей

энергии с небольшими генераторами энергии, получаемой от солнца, ветра или других форм возобновляемой энергии. К примеру, можно рассмотреть 3 сценария, каждый из которых представляет собой беспроектный вариант применения ПСС к ВИЭ в контекстах с низким и средним доходом потребителей, т.е. сочетания социокультурных, организационных и технологических факторов, с низким воздействием на окружающую среду, с высшим социально-этическим качеством и с высокой экономической и конкурентной ценностью. Переход от потребления индивидуальной собственности к применению ПСС к ВИЭ, повлечет за собой следующее:

1. провайдеры сохраняют право собственности или, по крайней мере, некоторую ответственность за жизненный цикл малой генераторной установки (возобновляемой энергии);

2. клиенты платят за использование (период времени), тем самым сокращая начальные инвестиции на покупку микрогенератора распределенного ВИЭ, его компонентов и их установку;

3. переход от индивидуальной собственности к удовлетворению энергетической потребности, что позволяет избежать непредвиденных затрат в течение жизненного цикла (ремонт, замена деталей) продукта для клиента.

Применение ПСС к ВИЭ предоставляет беспроектные возможности для распространения устойчивой энергии, даже в странах с низким и средним уровнем дохода. Следовательно, необходимо изменить парадигму в том, как производится, поставляется и используется энергия.

Библиографический список:

1. Carbon Tracker, «The skys the limit solar wind» // URL: <https://carbontracker.org/reports/the-skys-the-limit-solar-wind/> (Дата обращения: 09.09.2023)

2. IEA. World Energy Outlook, <https://www.iea.org> (Дата обращения: 7.09.2023)

3. International Renewable Energy Agency (IRENA), <https://www.irena.org>

(Дата обращения: 16.11.2023)

4. Sustainable Consumption and Production Global edition Copyright © United Nations Environment Programme, 2015

5. Widha Kusumaningdyah. Investigating Preconditions for Sustainable Renewable Energy Product–Service Systems in Retail Electricity Markets // URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/7/1877/htm> (Дата обращения: 02.10.2023)

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

7. Выбросы CO₂ от сжигания топлива – Enerdata // URL: <https://yearbook.enerdata.ru/co2/emissions-co2-data-from-fuel-combustion.html>

(Дата обращения: 16.09.2023)

8. Еленева Ю.Я. Рост стоимости технологического капитала как критерий эффективности системы управления созданием и развитием конкурентоспособных машиностроительных предприятий / Ю.Я. Еленева, Ю.А. Еленева, В.Н. Андреев. //Главный механик, – № 5, – 2011. – С.22-29

9. Еленева Ю.Я. Дополнительное профессиональное образование преподавателей: модели эффективного взаимодействия с предприятиями оборонно-промышленного комплекса / Ю.Я. Еленева, М.Е. Просвирина, В.Н. Андреев, Д.А. Бурункин // Инновации. – 2013. – №10 (180). – С.86-91

References:

1. Carbon Tracker, «The skys the limit solar wind» // URL: <https://carbontracker.org/reports/the-skys-the-limit-solar-wind/> (Date of access: 09.09.2023)

2. IEA. World Energy Outlook, <https://www.iea.org> (Date of access: 09/07/2023)

3. International Renewable Energy Agency (IRENA), <https://www.irena.org> (Access date: 11/16/2023)

4. Sustainable Consumption and Production Global edition Copyright © United Nations Environment Programme, 2015

5. Widha Kusumaningdyah. Investigating Preconditions for Sustainable Renewable Energy Product–Service Systems in Retail Electricity Markets // URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/7/1877/htm> (Date of access: 10/02/2023)

6. Andreev, V. N. Product-service system and the possibilities of its application in the field of alternative energy / V.N. Andreev, N.D. Dzhumadurdyev // Management. – 2023. – Т. 11, № 2. – P. 146-155. – DOI 10.26425/2309-3633-2023-11-2-146-155.

7. CO2 emissions from fuel combustion – Enerdata // URL: <https://yearbook.enerdata.ru/co2/emissions-co2-data-from-fuel-combustion.html> (Date of access: 09/16/2023)

8. Eleneva Yu. Ya. Growth in the cost of technological capital as a criterion for the effectiveness of the management system for the creation and development of competitive machine-building enterprises / Yu.Ya. Eleneva, Yu.A. Eleneva, V.N. Andreev. //Chief Mechanic, – № 5, – 2011. – P.22-29

9. Eleneva Yu.Ya. Additional professional education of teachers: models of effective interaction with enterprises of the military-industrial complex / Yu.Ya. Eleneva, M.E. Prosvirina, V.N. Andreev, D.A. Burunkin // Innovations. – 2013. – №10 (180). – P.86-91

Для цитирования: Джумадурдыев Н.Д., Внедрение инновационных продуктов в сфере альтернативной энергетики с применением совокупности бизнес-моделей на основе «продуктивно-сервисной системы» / Российский экономический интернет-журнал. – 2023. – № 4. URL:

© Джумадурдыев Н.Д., Российский экономический интернет-журнал 2023, № 4