

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МИКРОГЕНЕРАЦИИ в России

Коданева С. И.¹

Ключевые слова: распределенная энергетика, микрогрид, Интернет энергии, интеллектуальная энергетика, блокчейн, договор купли-продажи электрической энергии, присоединение к энергосети, рынок электроэнергии, умный город.

Аннотация.

Цель работы: анализ действующего законодательства в области микрогенерации, изучение зарубежного опыта развития микрогридов, в том числе с использованием блокчейн, а также определение потенциала развития микрогенерации в РФ и необходимых для этого изменений в действующем законодательстве.

Метод исследования: в работе использованы общенаучные и специальные методы научного познания. Методы логического анализа, анализа законодательства, научной и деловой литературы, сравнительного анализа, систематизации, обобщения, системного подхода были использованы для достижения поставленных в работе целей.

Результаты исследования: распределенная микрогенерация имеет достаточно высокий потенциал развития в России, прежде всего на территориях, не входящих в Единую энергетическую систему, а также в удаленных сельских поселениях. Необходимая нормативная база для развития микрогенерации была сформирована только в 2021 г. Вместе с тем проведенный анализ позволил выявить недостатки существующего правового регулирования, которые будут тормозить развитие микрогенерации в РФ. Наиболее перспективной технологией для устранения этих недостатков, а также повышения прозрачности, надежности и качества обмена электроэнергией при одновременном снижении стоимости такого обмена является блокчейн. Однако для реализации проектов в данной области потребуются внесение изменений как в законодательство об электроэнергетике (в части установления правового статуса, порядка функционирования и взаимодействия микрогридов с существующей энергетической системой России), так и в гражданское законодательство и законодательство о финансовых рынках (в части определения статуса NFT-токенов для торговли объемами энергии и возможности использования токенов в качестве платежного средства за потребленную энергию в микрогридах).

DOI: 10.21681/2226-0692-2021-4-40-48

Введение и постановка задачи

Пандемия COVID-19 уже заметно изменила привычный нам мир, и эти изменения продолжаются. Многие представления об образе жизни, работе, формах общения, казавшиеся традиционными и незыблемыми, сегодня оказались опровергнутыми. Люди стали гораздо чаще пользоваться сервисами доставки на дом. Средства индивидуальной мобильности, совсем недавно бывшие редкостью, теперь вытесняют пешеходов с улиц городов, удаленная работа становится все более распространенной нормой.

Под влиянием этих факторов могут произойти структурные изменения спроса на энергию и существенные изменения в традиционном энергобалансе. Так, снижение мобильности уже привело к снижению в 2020 г. спроса на бензин и авиатопливо. Происходит снижение энергопотребления в промышленности при одновременном росте ее потребления в жилом секторе (это связано отчасти с работой из дома, а отчасти с тем,

что 2020 г. стал вторым самым теплым годом в истории метеонаблюдений)².

Все большее признание и распространение получают концепции «умных городов», комфортной внешней среды и просьюмеризма, основанные на широком распространении современных цифровых, зеленых технологий, а также меняющейся роли жителей, превращении их в «активных граждан», которые не только потребляют предлагаемые им продукты и услуги, но и сами принимают участие в их создании. Примерами тому могут служить мобильные приложения, позволяющие находить попутчиков для поездок в автомобилях, система Creative Commons для бесплатного использования программ с

¹ Коданева Светлана Игоревна, кандидат юридических наук, ведущий научный сотрудник отдела правоведения ИНИОН РАН, доцент кафедры гражданско-правовых дисциплин РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, г. Москва, Российская Федерация. E-mail: kodanevas@gmail.com

² Ends earth's warmest 10 years on record // Met Office. 2020. 14.01. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/about-us/press-office/news/weather-and-climate/2021/2020-ends-earths-warmest-10-years-on-record> (дата обращения 23.10.2021).

открытым кодом. В энергетике все большее распространение, особенно в европейских странах, получает микрогенерация, основанная, прежде всего, на использовании возобновляемых источников энергии. Параллельные тенденции формирования распределенной энергетики и микрогридов в сочетании с расширяющимся внедрением современных технологий, таких как литий-ионные аккумуляторы и блокчейн, все больше размывают границы существующих энергосистем, а также меняют роль основных участников энергетического рынка³.

Вместе с тем в Российской Федерации данное явление пока не получило достаточно широкого распространения как в силу технических причин, так и недостатков правового регулирования взаимодействия между поставщиками и потребителями электроэнергии. Настоящая статья посвящена анализу указанных причин и факторов, препятствующих развитию микрогенерации в России.

Решение задачи

С принятием в 2019 году Федерального закона № 471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации» в законодательстве Российской Федерации получило закрепление определение микрогенерации, под которой понимается «объект по производству электрической энергии, принадлежащий на праве собственности или ином законном основании потребителю электрической энергии, энергопринимающие устройства которого технологически присоединены к объектам электросетевого хозяйства с уровнем напряжения до 1000 В, функционирующий в том числе на основе использования возобновляемых источников энергии и используемый указанным потребителем для производства электрической энергии в целях удовлетворения собственных бытовых и (или) производственных нужд, а также в целях продажи в порядке, установленном основными положениями функционирования розничных рынков, в случае, если объем выдачи электрической энергии таким объектом по производству электрической энергии в электрическую сеть не превышает величину максимальной присоединенной мощности энергопринимающих устройств указанного потребителя и составляет не более 15 киловатт и если для выдачи электрической энергии такого объекта в электрическую сеть не используется электрическое оборудование, предназначенное для обслуживания более одного помещения в здании, в том числе входящее в состав общего имущества многоквартирного дома»⁴. Однако до марта 2021 года, когда была сформирована необходимая подзаконная нормативная база, указанный федеральный закон фактически оставался неработаю-

щим, поскольку он не давал ответа на вопросы о том, как будет осуществляться подключение объекта микрогенерации к сети и рассчитываться плата за потребляемую его владельцем электроэнергию из централизованной сети и поставляемую в сеть энергию. С принятием Постановления Правительства РФ от 2 марта 2021 г. № 299 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части определения особенностей правового регулирования отношений по функционированию объектов микрогенерации» получили правовое регулирование некоторые процедурные вопросы. Однако сохраняется необходимость в анализе действующего законодательства Российской Федерации с точки зрения формирования полной и эффективной нормативной базы для развития умных распределенных сетей микрогенерации — микрогридов.

Потенциал развития микрогенерации в Российской Федерации

Прежде всего, необходимо обратиться к обсуждению вопроса о том, является ли микрогенерация эффективным решением задачи энергетической обеспеченности в такой традиционно углеводородной стране, как Россия, где стоимость ископаемого топлива относительно невысока, а большинство потребителей получают электроэнергию из централизованных систем.

Здесь следует отметить, что в России существуют зоны, которые не входят в Единую энергетическую систему, где либо формируются собственные энергосистемы, либо приходится реализовывать дорогостоящие мероприятия по обеспечению данных территорий электроэнергией (к примеру, через Северный завоз). Более того, как отмечают Е.В. Слепцова и С.Т. Максумова, примерно 70% территории страны не имеют энергетической инфраструктуры, что делает дорогим подключение к сетям и необходимым энергетическую поддержку живущего здесь населения [1].

Однако использование микрогенерации вполне может оправдать себя и в границах функционирования Единой энергетической системы. Так, С.М. Никоноров и И.С. Мокрышев показывают, что, по данным Росстата, в России насчитывается около 40 млн частных домов, и если каждый из них установит хотя бы по 5 кВт собственной генерации, то это снизит нагрузку на всю энергосистему России больше чем наполовину. Более того, по данным Росстата, на население приходится 14,3% общего потребления электроэнергии, а на долю потерь в сетях электропередачи — до 10% всей произведенной электроэнергии. Таким образом, внедрение систем микрогенерации и самообеспечения электроэнергией может почти на четверть сократить выработку электроэнергии [2].

При этом Э.С. Варич и Н.С. Рисположенская наглядно демонстрируют, что Россия обладает достаточно высоким уровнем инсоляции. В некоторых районах среднегодовой приход солнечной радиации достигает в день 4—5 кВт·ч/м² (что соизмеримо со странами — лидерами по введению солнечных систем, Германией и Испанией). При этом уровень инсоляции в России высок не только на юге, но также в Сибири, Дальнем Востоке и в Забайкалье — в этих регионах количество солнечных

³ Большинство аналитиков едины во мнении, что сценарии, отвечающие целям Парижского соглашения по ограничению выбросов, приведут к значительному спросу на металлы. Например, для производства альтернативных источников энергии (ветряков и солнечных панелей) меди в перерасчете на 1 МВт требуется в четыре раза больше, чем для генераторов на ископаемом топливе. (Прим. редакции)

⁴ Федеральный закон от 27.12.2019 № 471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации» // СПС «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 28.10.21 г.).

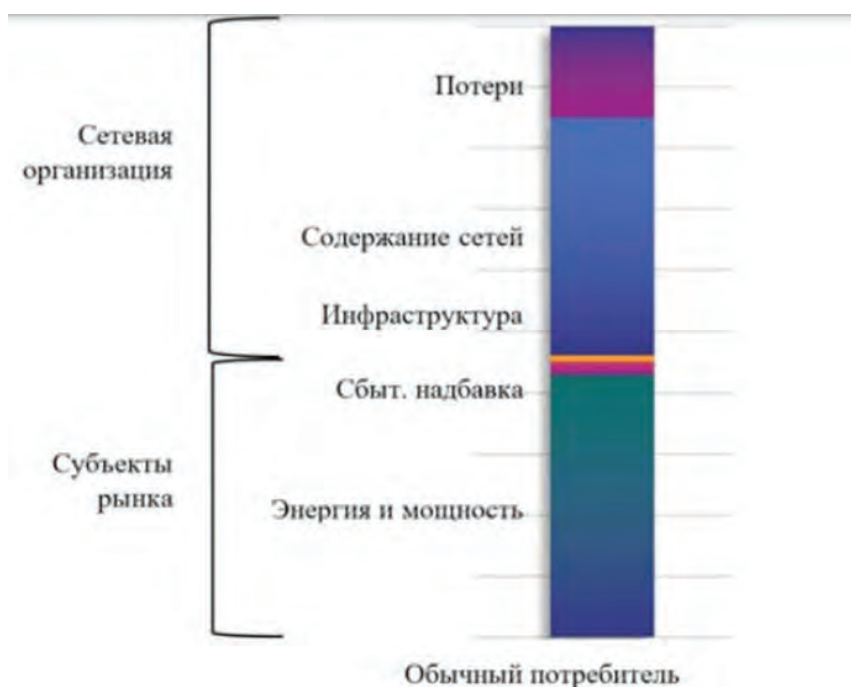


Рис. 1. Состав платы за электроэнергию конечного потребителя [2].

дней в году доходит до 300. Ресурсы ветровой энергии России не уступают солнечной: скорость ветра по территории России достигает 5—6,5 м/с. Ветроэнергетика является одним из наиболее перспективных направлений в России, и, по данным Российской ассоциации ветроиндустрии, может составить 10% от всего производства электроэнергии страны. Соответственно, рынок ветроэнергетики, по оценкам специалистов, в РФ к 2024 году может составить 3,6 ГВт с оборотом порядка 200 млрд рублей [3].

Обсуждая развитие микрогенерации в России, следует отметить, что на сегодняшний день широко распространено мнение о том, что она является заведомо более дорогой, чем традиционная энергетика. В связи с этим следует учитывать, что потребитель платит не только за саму энергию, которую он потребляет, но также многочисленные надбавки. Так, в ценовых зонах с нерегулируемыми ценами энергия торгуется на оптовом рынке, где ее продают и покупают только участники оптового рынка. Потребителям энергию продают сбытовые компании, которые фактически выступают посредниками, за что получают сбытовую надбавку. Помимо этого, энергию необходимо передавать от продавца к потребителю, чем занимаются сетевые организации, которые взимают плату за содержание сетей, а также несколько инфраструктурных надбавок, которые взимаются для реализации государственных программ в электроэнергетике или работы резервных электростанций. Причем плата за содержание сетей является самой крупной надбавкой к стоимости электроэнергии, которая может быть даже больше, чем сама стоимость электроэнергии. Более того, в инфраструктурных выплатах и других надбавках конечный потребитель платит за электростанции, которые

содержатся в резервном статусе, т. е. «на всякий случай», и оплачивают мощность на оптовом рынке [2] (рис. 1).

Развитие микрогенерации позволит владельцам экономить на указанных надбавках сбытовых и сетевых организаций. Кроме того, по мере развития технологий в области возобновляемой энергетики они будут становиться все более дешевыми. Так, цены на солнечные фотоэлектрические модули (PV) за последнее десятилетие снизились примерно на 90% [4]. Международное энергетическое агентство (МЭА) объявило солнечную энергию «новым королем» мировых рынков электроэнергии, самым дешевым источником электроэнергии в истории⁵. По данным Агентства, солнечная энергетика — это самый быстрорастущий сегмент мировой электроэнергетики. Так, ожидается, что в 2021 г. будет введено в эксплуатацию 145 ГВт, а в 2022 г. 162 ГВт мощностей⁶.

Цены на наземные ветряные турбины снизились на 55—60% с 2010 года. В 2020 г. глобальный прирост ветровых мощностей увеличился более чем на 90% и достиг 114 ГВт⁷. В 2019 году впервые в истории большая часть новых мощностей по производству электроэнергии в мире была произведена за счет солнечной и ветровой генерации [5].

По мнению МЭА, в 2021—2022 годах на возобновляемые источники энергии будет приходиться 90% роста новых мощностей во всем мире. Это объясняется

⁵ World Energy Outlook // IEA. 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020> (дата обращения 08.10.2021).

⁶ Renewable Energy Market Update 2021. Outlook for 2021 and 2022 (2021) // IEA. 2021. URL: <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-2021> (дата обращения 08.10.2021).

⁷ Там же.

тем, что в настоящее время дешевле построить новые ветровые или солнечные мощности, чем продолжать эксплуатировать 60% существующих угольных электростанций⁸.

За последнее десятилетие цена на литий-ионные аккумуляторы также упала на 89% и составляет в среднем 137 долларов США за кВт·ч. Для некоторых китайских электрических автобусов цены на батареи составили менее 100 долларов США за кВт·ч, что делает электромобили конкурентоспособными по стоимости с традиционными автомобилями⁹. Данная технология используется также для хранения электроэнергии, выработанной из возобновляемых источников, что повышает их производительность.

Произведенные согласно мировой практике расчеты нормированной стоимости электроэнергии (LCOE) показали, что в средней полосе России этот показатель равен от 3 до 4,5 ₽ (рублей) для сетевой солнечной электростанции и 7—8 ₽ для гибридной солнечной электростанции. Учитывая, что средняя ставка на дневной тариф у населения в центральной полосе России варьируется от 5 до 6 ₽ за кВт·ч, данный проект сетевых вариантов исполнения без добавления аккумулирующих мощностей является экономически эффективным¹⁰ [2].

Анализ нормативно-правовой базы по использованию микрогенерации в Российской Федерации

Несмотря на показанный выше значительный потенциал, развитие микрогенерации в России до недавнего времени сдерживалось отсутствием необходимой нормативной базы. Фактически не существовало ни оснований, ни условий, ни порядка подключения объектов микрогенерации к централизованной сети, также как и порядка определения стоимости произведенной на таких объектах электроэнергии. Постановление Правительства РФ от 2 марта 2021 г. № 299 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части определения особенностей правового регулирования отношений по функционированию объектов микрогенерации» создало механизмы для реализации Федерального закона о микрогенерации, принятого еще в 2019 г. и до сих пор не работавшего. Таким образом, только спустя два года после законодательного закрепления права населения и предприятий поставлять в сеть электроэнергию, выработанную возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ), была сформирована необходимая подзаконная нормативная база, содержащая

методические указания о том, что признается объектом микрогенерации, как подключать, сальдировать и потреблять электроэнергию его собственникам.

Однако анализ действующего законодательства позволяет выявить ряд ограничений для полноценного развития микрогенерации в России. Так, установленная максимальная мощность источника не должна превышать 15 кВт, что, по мнению В.П. Камышанского, неоправданно: «современный жилой дом или квартира для комфортного проживания, как правило, насыщены различными объектами сложной бытовой техники, в том числе системой кондиционирования, теплыми полами, которые по объему потребления пиковых нагрузок нередко уже не вписываются в 15 киловатт электрической энергии». Он подчеркивает, что «в настоящее время разумнее поднять этот предел до 25 кВт» [6, с. 15].

Следует добавить заложенное в законодательстве условие о том, что «объем выдачи электрической энергии таким объектом по производству электрической энергии в электрическую сеть не превышает величину максимальной присоединенной мощности энергопринимающих устройств указанного потребителя»¹¹. С учетом практики развития микрогридов в зарубежных странах (подробнее об этом — ниже), данное условие является совершенно неоправданным ограничением, особенно если учесть, что в соответствии с нормами, содержащимися в Федеральном законе № 471-ФЗ, объект микрогенерации может у себя установить не только физическое лицо для удовлетворения своих бытовых нужд, но также юридическое лицо и ИП для удовлетворения производственных нужд. Соответственно, на практике вполне вероятна ситуация, когда собственник здания устанавливает у себя на крыше и на своем земельном участке солнечные панели, которые будут вырабатывать энергии больше, чем присоединенная мощность, что по мере развития солнечной генерации, включая ее мощность, является вполне реалистичным.

Здесь же следует обратить внимание на формулировку Федерального закона о том, что электрическое оборудование должно быть предназначено для обслуживания не более одного помещения в здании. Данное требование представляется по меньшей мере странным, если применить его для случаев установления объектов микрогенерации в частных домах (где заведомо больше одного помещения, не говоря уже о различных вспомогательных постройках, таких как кухня, баня, гараж и т. п.), в гаражных кооперативах (которые объединяют гаражи и хозяйственные постройки, такие как погреба и сараи) или на производственных объектах (например, небольшой магазин или цех по пошиву одежды или производству иного товара со складом для хранения продукции). Таким образом, фактически возможность использования микрогенерации в частном жилом секторе, в сельской местности и на производственных объектах оказывается под вопросом. Вместе с тем именно микрогенерация может стать эффективным источником электроэнергии для субъектов малого и среднего бизнеса,

⁸ Coal developers risk \$600 billion as renewables outcompete worldwide // Carbon Tracker. 12.03.2020. URL: <https://carbontracker.org/coal-developers-risk-600-billion-as-renewables-outcompete-worldwide/> (дата обращения 08.10.2021).

⁹ Battery Pack Prices Cited Below \$100/kWh for the First Time in 2020, While Market Average Sits at \$137/kWh // BloombergNEF. 16.12.2020. URL: <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-cited-below-100-kwh-for-the-first-time-in-2020-while-market-average-sits-at-137-kwh/> (дата обращения 08.10.2021).

¹⁰ В этих расчетах не учтены затраты на захоронение и переработку отходов отслуживших ветряков и солнечных панелей, а особенно аккумуляторов, без которых невозможно предоставлять потребителю качественную энергию. (Прим. редакции)

¹¹ Федеральный закон от 27.12.2019 № 471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации» // СПС «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 28.10.21 г.).

особенно в сельских районах, а также на территориях, не входящих в Единую энергетическую систему России.

Кроме того, в законодательстве заложены явно дискриминационные условия по отношению к владельцам объектов микрогенерации, поскольку работа таких объектов, как известно, нестабильна. Соответственно, в определенные моменты времени (например, в солнечные или ветреные дни) они могут производить больше 15 кВт, в то время как в другие периоды они вообще не будут производить электроэнергию. Однако в первом случае сетевая компания имеет право дистанционно отключать объект микрогенерации, чтобы энергия с него не поступала в сеть. А в другие периоды времени, когда его мощности будет недостаточно, потребитель будет вынужден покупать энергию у гарантирующего поставщика. При этом цены на поставляемую и потребляемую энергию будут различаться в разы, поскольку в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 4 мая 2012 г. № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» гарантирующий поставщик обязан заключить с владельцем объекта микрогенерации договор купли-продажи электроэнергии «по ценам, не превышающим средневзвешенную стоимость единицы электрической энергии (мощности), приобретаемой гарантирующим поставщиком в аналогичном объеме на оптовом рынке»¹². Таким образом, потребитель будет платить гарантирующему поставщику за потребляемую энергию розничную цену, включающую, как было показано выше, различные надбавки (сумма которых может превосходить стоимость собственно потребленной энергии), а гарантирующий поставщик будет платить потребителю оптовую или даже более низкую (с учетом формулировки «не превышающим») цену, не включающую все эти надбавки.

Как отмечает В.П. Камышанский, «предусмотренный в данном случае порядок ценообразования нельзя признать справедливым, способным стимулировать развитие микрогенерации в России. В законе заложены правила, которые ни при каких обстоятельствах не смогут обеспечить экономическую выгоду от такой деятельности собственникам или иным владельцам при эксплуатации объектов микрогенерации. В условиях применения таких правил развитие микрогенерации в нашей стране будет заведомо планомерно убыточным» [6].

Нельзя полностью согласиться с данной точкой зрения, поскольку в существующих сегодня в России условиях главным стимулом для внедрения микрогенерации как раз и является экономия на потерях электроэнергии в сетях, а также на выплате надбавок сетевым и сбытовым компаниям. Представляется, что потребители будут заинтересованы в использовании данных объектов в первую очередь для собственных нужд и только во вторую — для продажи энергии.

Анализ перспективных направлений развития и технологий для микрогенерации

Однако технологии не стоят на месте, и по мере их развития и увеличения количества пользователей будет формироваться, как уже было отмечено выше, принципиально новая модель энергетики — модель микрогридов (а в будущем, потенциально, и супергридов) или так называемого Интернета энергии — концепции, которая предполагает создание локальной энергетической инфраструктуры, в которую интегрируются производители и потребители энергии и в рамках которой они могут свободно обмениваться энергией. Микрогрид (MicroGrid) — система, которая включает собственные источники генерации энергии и в кризисные ситуации способна взять на себя задачу удовлетворения спроса потребителей. Это своего рода уменьшенная версия централизованной системы электроснабжения. Микрогрид, как правило, работает при подключении к общей центральной сети, но в любой момент он может отключиться и работать за счет своей собственной генерации энергии¹³.

Сегодня в зарубежных странах, прежде всего в Европе и США, такие концепции получают все более широкое внедрение в рамках реализации проектов умного города. Одной из целей интеллектуальной энергосистемы для умного города является содействие местному производству и местному потреблению энергии. Таким образом, это позволяет избежать потерь энергии при транспортировке на большие расстояния.

Следует отметить, что данная концепция тесно вплетается в формирующуюся сегодня цифровую экономику, активно задействуя основные ее технологии. Так, по мере роста внимания к интеллектуальной энергии у технологии блокчейн появилась возможность создать более устойчивую среду для всей энергетической отрасли. Это объясняется тем, что Интернет энергии построен на архитектуре, которая, в отличие от традиционной, представляет собой децентрализованную электроэнергетическую систему. Здесь реализовано интеллектуальное управление потоками электроэнергии, осуществляемое за счет одноранговых энергетических транзакций между ее пользователями. Энергетическая транзакция — акт взаимодействия двух и более субъектов микроэнергосистемы (микрогрида), который состоит из трех слоев энергоинформационного обмена: финансово-договорного, информационно-управляющего и физического (электрического).

Технологические особенности блокчейна как нельзя лучше соответствуют задаче создания одноранговой P2P-сети¹⁴ производства и потребления энергии. Интеллектуальные энергетические системы могут использовать блокчейн для сохранения конфиденциальности пользователей, что позволяет им контролировать потребленную и произведенную энергию, т. е. свой

¹² Постановлением Правительства РФ от 4 мая 2012 г. № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» // СПС «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 28.10.21 г.).

¹³ Интернет энергии. MicroGrid. Малая распределенная энергетика // Tadviser. 27.02.2020. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_энергии_\(MicroGrid\)_Малая_распределенная_энергетика](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_энергии_(MicroGrid)_Малая_распределенная_энергетика) (дата обращения 28.10.21 г.).

¹⁴ P2P, англ. peer-to-peer — прямые транзакции от человека к человеку, между производителем и потребителем.

энергобаланс, одновременно обеспечивая борьбу с мошенничеством (продажа или покупка необоснованного количества энергии).

Блокчейн создает одноранговые энергетические обмена между жителями умного города посредством заключения смарт-контрактов на покупку и продажу энергии. Потенциально это позволит кардинально снизить роль гарантирующего поставщика как централизованного оператора сети. В городе может быть несколько микрогридов на базе блокчейн, которые «разговаривают» друг с другом. Так, например, в Бруклине компания LO3 Energy в сотрудничестве с ConsenSys построила микрогриды на основе блокчейна, которые соединяли дома с солнечными панелями на крышах с соседями, которые хотели купить зеленую энергию, вырабатываемую по соседству. Граждане должны были установить интеллектуальные счетчики, которые могли бы отслеживать выработанную и потребленную энергию. Эти одноранговые энергетические транзакции сами по себе создали местную энергетическую экономику [7].

Еще одним примером является проект системного оператора TenneT, энергокомпании Vandebroen и производителя домашних накопителей Sonnen. Они запустили пилотный проект по использованию домашних накопителей и батарей в электромобилях и для регулирования частоты в энергосистеме [8].

Переход к распределенной энергетике с использованием технологии блокчейн в России позволит устранить недостатки существующей системы, когда просьюмер не может выбрать, по какой цене, у кого и в какое время покупать электроэнергию, а также по какой цене, кому и в какое время продать излишек произведенной или накопленной электроэнергии. В то же время формирование микрогридов позволит создать для владельцев объектов микрогенерации более прозрачные и справедливые условия участия в энергетическом рынке, сделает участие потребителей в производстве электроэнергии экономически обоснованным и выгодным без государственного стимулирования и помощи посредников в лице сбытовой компании. Таким образом, в перспективе сбытовая надбавка гарантирующего поставщика при покупке электроэнергии у просьюмера полностью ликвидируется, что, в свою очередь, снизит стоимость электроэнергии для конечного потребителя. Снижение стоимости электроэнергии достигается также за счет частичного исключения платы за услуги по ее передаче, которые составляют значительную часть ее цены [10].

При этом расчеты между участниками сети могут происходить как с помощью традиционных безналичных денег, так и с использованием криптовалюты, а сама энергия может торговаться в виде NFT-токенов. Параллельно блокчейн позволяет запускать проекты микрофинансирования объектов генерации. Так, проект Gimede (победитель в отборе стартап-программы компании Enel) предложил модель полного цикла возврата инвестиций от объектов возобновляемой энергетики, так называемый BSO (Build, Sell and Operate) [8].

Наконец, как было отмечено выше, блокчейн полезен в регулировании преобразования и распределения энергии в интеллектуальной сети, обеспечивая большую прозрачность энергетических транзакций. Децентрализованный характер объектов, генерирующих

зеленую энергию, соответствует способности блокчейна упростить процесс сбора, проверки и предоставления данных о мощности в энергетической компании и происхождении энергии, что имеет немаловажное значение для системы углеводородного налога, которую планирует ввести ЕС. Многие эксперты признают, что отсутствие в России собственной системы регулирования выбросов приведет к тому, что российские экспортеры ряда отраслей будут платить цену за углерод в бюджет ЕС, а со временем, возможно, также в бюджет США и азиатских стран (аналоги европейской системы торговых выбросов уже введены в Японии, Корее и ряде провинций Китая) [11]. По оценкам Boston Consulting Group, налог на импорт в ЕС в размере 30 долларов США за метрическую тонну выбросов CO₂ может сократить пул прибыли иностранных производителей примерно на 20% [12]. Согласно исследованию компании КПМГ, в результате введения налога российские производители могут потерять от 6 до 50 млрд евро за период до 2030 года, в зависимости от применяемых способов взимания сбора.

В целях нивелирования этих рисков для российских компаний-экспортеров необходимо срочно сформировать механизмы, которые позволят им доказать низкий углеродный след своей продукции. Одним из таких механизмов, реализуемых рядом стран Европы, в частности, Великобританией, является торговля зелеными сертификатами, которые подтверждают, что потребляемая компанией энергия произведена с помощью ВИЭ. Так, проект SolarCoin генерирует сертификаты за каждый МВт·ч чистой энергии.

Конечно, данное направление использования технологии блокчейн представляет интерес скорее для крупной генерации на основе ВИЭ, что выходит за рамки настоящего исследования. Однако, во-первых, воспользоваться зелеными сертификатами могут и субъекты малого и среднего бизнеса, экспортирующие свои товары в Европу и потребляющие энергию, произведенную с помощью микрогенерации. А во-вторых, приведенный пример показывает, что при комплексном подходе и достаточно большом масштабе микрогриды на базе блокчейн могут решать разноуровневые и многоплановые задачи.

Кроме того, как показывают научные исследования, сети блокчейн позволяют решить еще одну проблему, с которой уже сегодня сталкивается российская энергетическая система. Дело в том, что особенностью просьюмеров является наличие силового преобразователя (инвертора). Каждый инвертор — отдельный центр принятия решений. Неконтролируемое взаимодействие таких устройств друг с другом и с сетью может приводить к сбоям. Поэтому с целью обеспечения безаварийной и устойчивой работы сети Белгородский филиал «Россети Центр» разрабатывает электросетевой контроллер для управления системами накопления электрической энергии (СНЭ) и объектами микрогенерации (просьюмерами) в сетях 0,4 кВ¹⁵. В то же время Н. Treiblmaier et al. [13]

¹⁵ Белгородские энергетики разрабатывают универсальный электросетевой контроллер для управления просьюмерами // Коммерсантъ. 03.02.2021. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4672992> (дата обращения 26.10.21).

утверждают, что использование энергетических тегов на основе блокчейна в транзакционных процессах может напрямую подключать несколько энергетических ресурсов и бытовых приборов, предоставляя пользователям высококачественную, недорогую и эффективную энергию в любом месте и в любое время. Блокчейн обеспечивает прочную коммуникационную основу, которую можно использовать в энергетической сети для оптимизации и обеспечения безопасности процессов торговли энергией P2P [14].

Выводы

Проведенный в рамках настоящего исследования анализ позволил установить, что хотя Российская Федерация является традиционно углеводородной страной, энергетическая система которой преимущественно централизована и функционирует на основе ископаемого топлива, распределенная микрогенерация имеет достаточно высокий потенциал развития, прежде всего на территориях, не входящих в Единую энергетическую систему, а также в удаленных сельских поселениях, где стоимость доставки электроэнергии и соответствующие сбытовые и инфраструктурные надбавки превосходят стоимость самой энергии. Однако на сегодняшний момент микрогенерация в России развита довольно слабо. Это обусловлено, во-первых, невысокой осведомленностью потребителей о реальной стоимости и доступности технологий солнечной и ветровой энергетики, а во-

вторых, тем, что необходимая нормативная база была сформирована только в марте 2021 г.

Анализ нормативно-правовой базы позволил выявить ряд существенных недостатков, которые могут стать сдерживающими факторами для развития микрогенерации в России, поскольку владельцы объектов микрогенерации вынуждены заключать договоры с гарантирующими поставщиками на тех условиях, которые определены в действующем законодательстве и носят заведомо невыгодный для них характер.

Вместе с тем анализ зарубежного опыта показывает, что по мере увеличения количества объектов микрогенерации возникнет потенциал для формирования микрогридов и постепенного внедрения Интернета энергии. В работе показано, что наиболее перспективной технологией для повышения прозрачности, надежности и качества обмена электроэнергией при одновременном снижении стоимости такого обмена является блокчейн.

Однако для реализации проектов в данной области потребуется внесение изменений как в законодательство об электроэнергетике (в части установления правового статуса, порядка функционирования и взаимодействия микрогридов с существующей энергетической системой России), так и в гражданское законодательство и законодательство о финансовых рынках (в части определения статуса NFT-токенов для торговли объемами энергии и возможности использования токенов в качестве платежного средства за потребленную энергию в микрогридах).

Литература

1. Слепцова Е.В., Максумова С.Т. Финансовые инструменты государственной поддержки рынка возобновляемых источников энергии в России // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 4-2 (74). С. 162—165. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-4-2-162-165.
2. Никоноров С.М., Мокрышев И.С. Микрогенерация в России: анализ экономической и правовой структур // Экономика устойчивого развития. 2021. № 3(47). С. 109—115. DOI: 10.37124/20799136_2021_3_47_109.
3. Варич Э.С., Располюженская Н.С. Современное состояние ВИЭ на территории России: причины, тенденции и перспективы развития // Научные труды КубГТУ. 2020. № 8. С. 430—438.
4. Roser M. Why did renewables become so cheap so fast? And what can we do to use this global opportunity for green growth? // Our World in Data. 01.12.2020. URL: <https://ourworldindata.org/cheap-renewables-growth> (дата обращения 08.10.2021).
5. Eckhouse B. World Added More Solar, Wind Than Anything Else Last Year // Bloomberg Green. 01.09.2020. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-09-01/the-world-added-more-solar-wind-than-anything-else-last-year?sref=FSwei2xh> (дата обращения 08.10.2021).
6. Камышанский В.П. О микрогенерации в российском энергетическом праве: надежды и разочарования // Власть закона. 2020. № 2(42). С. 13—17.
7. Kundu D. Blockchain and Trust in a Smart City // Environment and Urbanization ASIA. 2019. Vol. 10, Issue 1. P. 31-43. URL: <https://doi.org/10.1177/0975425319832392> (дата обращения 15.10.2021).
8. Пердери А. Как создать блокчейн-энергетику // Нефтегазовая вертикаль. URL: <http://www.ngv.ru/magazines/article/kak-sozdat-blokcheyn-energetiku/> (дата обращения 28.10.21 г.).
9. Болотов П.В. Применение технологии блокчейн в распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии // Управление качеством. 2021. № 8. С. 38—43.
10. Бобылев П.М., Семейкин А.Ю. «Зеленый» протекционизм Европы // Энергетическая политика. 2020. № 10(152). С. 24—33. DOI: 10.46920/2409-5516_2020_10152_24.
11. Кутырев Г.И., Апасова А.М. Пограничный корректирующий механизм ЕС как фактор влияния на внешнеэкономическую деятельность РФ // Вестник Московского Университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2020. № 4(35). С. 58—65. DOI: 10.21777/2587-554X-2020-4-58-65.
12. Treiblmaier H., Rejeb A., Strebing A. Blockchain as a Driver for Smart City Development: Application Fields and a Comprehensive Research Agenda // Smart Cities. 2020. Vol. 3. P. 853-872. URL: <https://doi.org/10.3390/smartcities3030044> (дата обращения 08.10.2021).
13. Jindal A., Aujla G.S., Kumar N. SURVIVOR: A blockchain based edge-as-a-service framework for secure energy trading in SDN-enabled vehicle-to-grid environment // Computer Networks. 2019. Vol. 153. P. 36-48. URL: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.02.002> (дата обращения 15.10.2021).

PROSPECTS FOR AND LEGAL PROBLEMS OF MICROGENERATION DEVELOPMENT IN RUSSIA

S. Kodaneva¹⁶

Keywords: *distributed energy, microgrid, Internet of Energy, smart energy, blockchain, purchase and sale contract for electric power, power grid connection, electricity market, smart city.*

Abstract.

Purpose of the work: analysing the current laws in the field of microgeneration, studying the foreign experience in microgrid development, including based on blockchain as well as determining the potential for development of microgeneration in the Russian Federation and the changes to be made for this in the current laws.

Method of study: general scientific and special methods of cognition are used in the work. Methods of logical analysis, analysis of laws, research and business literature, comparative analysis, systematisation, generalisation, and system approach were used to achieve the goals set in the work.

Results of study: distributed microgeneration has a fairly high potential for development in Russia, primarily in territories that are not part of the Unified Power System of Russia as well as in remote rural settlements. The necessary regulatory framework for the development of microgeneration was formed only in 2021. At the same time, the analysis carried out made it possible to identify the shortcomings of the existing legal regulation which would hinder the development of microgeneration in the Russian Federation. The most promising technology for eliminating these shortcomings as well as increasing the transparency, reliability and quality of electricity exchange while at the same time bringing down the costs of the exchange is blockchain. However, implementing projects in this field will require amendments to the legislation on electric power industry (as regards establishing the legal status, procedure for microgrid functioning and interaction with the existing power system of Russia), civil legislation and legislation on financial markets (as regards determining the status of NFT tokens for trading volumes of energy and the possibilities of using tokens as a means of payment for energy consumed in microgrids).

References

1. Sleptsova E.V., Maksumova S.T. Finansovye instrumenty gosudarstvennoi podderzhki rynka vozobnovliaemykh istochnikov energii v Rossii. *Ekonomika i biznes: teoriia i praktika*, 2021, No. 4-2 (74), pp. 162-165. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-4-2-162-165 .
2. Nikonorov S.M., Mokryshev I.S. Mikrogeneratsiia v Rossii: analiz ekonomicheskoi i pravovoi struktur. *Ekonomika ustoichivogo razvitiia*, 2021, No. 3(47), pp. 109-115. DOI: 10.37124/20799136_2021_3_47_109 .
3. Varich E.S., Rispolozhenskaia N.S. Sovremennoe sostoianie VIE na territorii Rossii: prichiny, tendentsii i perspektivy razvitiia. *Nauchnye trudy KubGTU*, 2020, No. 8, pp. 430-438.
4. Roser M. Why did renewables become so cheap so fast? And what can we do to use this global opportunity for green growth? *Our World in Data*, 01.12.2020. URL: <https://ourworldindata.org/cheap-renewables-growth> (data obrashcheniia 08.10.2021).
5. Eckhouse B. World Added More Solar, Wind Than Anything Else Last Year. *Bloomberg Green*, 01.09.2020. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-09-01/the-world-added-more-solar-wind-than-anything-else-last-year?sref=FSwei2xh> (data obrashcheniia 08.10.2021).
6. Kamyshanskii V.P. O mikrogeneratsii v rossiiskom energeticheskom prave: nadezhdy i razocharovaniia. *Vlast' zakona*, 2020, No. 2(42), pp. 13-17.
7. Kundu D. Blockchain and Trust in a Smart City. *Environment and Urbanization ASIA*, 2019, vol. 10, issue 1, p. 31-43. URL: <https://doi.org/10.1177/0975425319832392> (data obrashcheniia 15.10.2021).
8. Perdero A. Kak sozdat' blokchein-energetiku. *Neftegazovaia vertikal'*. URL: <http://www.ngv.ru/magazines/article/kak-sozdat-blokcheyn-energetiku/> (data obrashcheniia 28.10.21 g.).
9. Bolotov P.V. Primenenie tekhnologii blokchein v raspredelei noj generatsii na osnove vozobnovliaemykh istochnikov energii. *Upravlenie kachestvom*, 2021, No. 8, pp. 38-43.
10. Bobylev P.M., Semeikin A.Iu. "Zelenyi" proteksionizm Evropy. *Energeticheskaia politika*, 2020, No. 10(152), pp. 24-33. DOI: 10.46920/2409-5516_2020_10152_24 .

¹⁶ Svetlana Kodaneva, Ph.D. (Law), Leading Researcher at the Department of Jurisprudence of the Institute of Scientific Information on Social Sciences of the Russian Academy of Sciences, Associate Professor at the Department of Civil Law Disciplines of Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russian Federation. E-mail: kodanevas@gmail.com

11. Kutyrev G.I., Apasova A.M. Pogranichnyi korrektruiushchii mekhanizm ES kak faktor vliianiia na vneshneekonomicheskuiu deiatel'nost' RF. Vestnik Moskovskogo Universiteta im. S.Iu. Vitte, seriiia 1: Ekonomika i upravlenie, 2020, No. 4(35), pp. 58-65. DOI: 10.21777/2587-554X-2020-4-58-65 .
12. Treiblmaier H., Rejeb A., Strebinger A. Blockchain as a Driver for Smart City Development: Application Fields and a Comprehensive Research Agenda. Smart Cities, 2020, vol. 3, p. 853-872. URL: <https://doi.org/10.3390/smartcities3030044> (data obrashcheniia 08.10.2021).
13. Jindal A., Aujla G.S., Kumar N. SURVIVOR: A blockchain based edge-as-a-service framework for secure energy trading in SDN-enabled vehicle-to-grid environment. Computer Networks, 2019, vol. 153, p. 36-48. URL: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.02.002> (data obrashcheniia 15.10.2021).

