

Децентрализация энергетики: интеграция и инновации¹

В.М. МАРКОВА, кандидат экономических наук. E-mail: markova_vm@mail.ru

В.Н. ЧУРАШЕВ, кандидат экономических наук. E-mail: tch@ieie.nsc.ru

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,
Новосибирск

Аннотация. Рассмотрены основные тренды развития мировой энергетики: декарбонизация, диджитализация, децентрализация. Показано, что Россия не останется полностью в стороне от мировых тенденций. Децентрализация и цифровизация меняют отечественную энергетику – даже без декарбонизации. Но выбор долгосрочной стратегии развития может пройти либо в новой парадигме либо в традиционном режиме. Показано, что существует возможность гармоничного встраивания распределенной энергетики в традиционную энергосистему там, где это экономически целесообразно с учетом конкретных условий. Новые технологии дополняют существующую систему, а не разрушают ее, но реализация такого подхода требует значительных усилий всех стейкхолдеров и изменения взаимоотношений всех участников.

Ключевые слова: электроэнергетика; теплоэнергетика; децентрализация энергетики; распределенная энергетика; теплоснабжение; цифровизация; муниципалитет; технологии

Последние несколько лет в информационном мировом пространстве активно обсуждается энергетический переход, или трансформация, часто – в его неразрывной связи с концепцией 3Д: декарбонизация, диджитализация, децентрализация (decarbonization, digitalization, decentralization). Эти три направления считаются драйверами развития энергетики. Но обратим внимание, по большей части речь при этом идет о развитии *электро*энергетики. Вопросы развития *тепло*энергетики для мировой повестки, которая задает энергетические тренды, не слишком актуальны, в отличие от России и Сибири.

В России реальные продвижения достигнуты в рамках только децентрализации, предполагающей создание источников генерации малой мощности рядом с потребителями энергоресурсов в виде волны запуска собственных энергоцентров, в том числе

¹ Статья подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект XI.172.1.1 «Интеграция и взаимодействие отраслевых систем и рынков в России и ее восточных регионах: ограничения и новые возможности», № АААА-А17-117022250132-2.

с установками когенерации и тригенерации крупными промышленными компаниями².

Развитие распределенной генерации в нашей стране шло по нескольким направлениям:

- сфера коммунального энергоснабжения;
- мобильные потребители (транспорт, строительство, лесозаготовка, геологоразведка, туризм, охота, сельское хозяйство, аварийные и спасательные службы и т.д.), которые работают, как правило, изолированно от энергосистем;
- домохозяйства, коттеджи (резервное и «дополнительное» энергоснабжение);
- территории, имеющие местное топливо (торф, биотопливо, отходы) [Маркова, Чурашев, 2017].

Проникновение распределенной энергетики в российскую энергосистему стало ощутимым уже в 2000-х годах, но за прошедшие 20 лет, по сути, дальше запуска распределенных источников дело не продвинулось. О диджитализации (цифровизации) у нас заговорили лишь начиная с 2012 г., и пока в основном – в аспекте автоматизации процессов производства и передачи.

Одной из главных причин бурного развития распределенной энергетики стало существенное снижение стоимости автономных энергоустановок малой мощности, в том числе – работающих на возобновляемых источниках (ВИЭ). Распределенная генерация характеризуется малыми сроками ввода и окупаемости мощностей, более гибко реагирует на спрос, чувствительна к появлению новых технологий. При этом отказ от транспортировки энергии на большие расстояния позволяет повысить надежность энергоснабжения, снизить сетевые потери и сэкономить на транспортных расходах. Все эти факторы существенно влияют на характеристики потребления и модели поведения потребителей на рынке электроэнергии³.

² Концепция развития электроэнергетической и теплоснабжающей инфраструктуры в Российской Федерации на основе когенерации и распределенной энергетики // М., АПБЭ, 2012, http://www.e-apbe.ru/library/presentations/2012_09_24_infr_dev.ppt

³ Развитие энергосистемы долгое время базировалось на предположении, что спрос носит вариативный характер, и необходимо строить мощности для удовлетворения его пиковых значений. Разумеется, спрос и сегодня остается плавающим, но за счет современных цифровых технологий амплитудой его колебаний можно управлять, делать ее значительно мягче [Стенников, Воропай, 2015],

Потребление становится все более гибким и мобильным. Многие отраслевые эксперты отмечают значительный рост требований потребителей к оперативности доступа к электроэнергии, гибкости условий энергоснабжения, к его качеству и надежности. Более того, некоторые потребители электроэнергии могут одновременно становиться и ее поставщиками, что, по логике, требует пересмотра нормативной базы регулирования рынка электроэнергии.

Главной особенностью «русского пути» развития распределенной генерации стала преимущественно автономная работа новых локальных энергоисточников (без подключения к энергосистеме). Отечественная модель рынка электроэнергии не приспособлена для их интеграции в единую систему и обеспечения системных эффектов для всех ее участников (подобно тому, как это организовано в развитых странах) [Распределенная..., 2018].

Трудности перевода

Битва мнений сторонников и противников децентрализации продолжается уже не один год. Сторонники децентрализации настаивают на изменении модели энергорынка с тем, чтобы системный эффект стал достижим для всех его участников. Противники в ответ указывают на возможное снижение надежности энергосистемы при включении в нее множества малых станций, на сложность администрирования и технического регулирования в условиях невысокой квалификации новых игроков [Непомнящая, 2019; Распределенная..., 2018; Кожемякин, 2008]. Ответная реплика сторонников децентрализации указывает на то, что в стареющей энергосистеме подобные аварии случаются и без влияния распределенных источников.

Однако подчеркнем, что в российском публичном пространстве до сих пор нет полной ясности в определениях и в отношении того, что относить к малой, распределенной, децентрализованной энергетике (decentralized / distributed). Вообще в российской литературе очень немного работ, посвященных обсуждению четких критериев и классификации видов генерации, которые называют распределенной энергетикой. Единичными исключениями стали работы коллективов ИСЭМ и ИНЭИ, Сколково [Прогноз..., 2019; Стенников, Воропай, 2015; Распределенная..., 2018].

Очевидно, как это бывало уже не раз в российской практике, зарубежный термин заимствовали, не позаботившись о четкости определений и критериев, в результате каждый понимает его по-своему. Ряд исследователей и экспертов отрасли считают, что эти понятия идентичны, некоторые полагают, что они лишь частично пересекаются. Кто-то оперирует понятием «малой распределенной энергетики» (очевидно, в противовес «большой распределенной») [Любимова, 2014; Воронцов, 2014; Кожуховский, 2013]. Чаще всего вопрос определения поднимается в двух аспектах: автономная работа источников любой мощности или работа источников малой мощности, даже интегрированных в систему.

Всемирный союз распределенной энергетики предлагает следующую трактовку: «Распределенная генерация (distributed generation) часто используется наравне с термином “децентрализованная энергетика” (decentralized energy). При этом под термином “распределенная генерация” понимается только генерация электроэнергии, в то время как “децентрализованная энергетика” включает в себя производство и тепловой энергии, и электроэнергии»⁴.

Международное энергетическое агентство характеризует распределенную генерацию как «генерирующий объект, вырабатывающий электроэнергию в месте нахождения потребителя или обеспечивающий поддержку распределительной сети, подключенный к сети при напряжении уровня распределения»⁵.

Нам представляется, что децентрализация неразрывно связана с цифровизацией (диджитализацией), а смысл распределенной энергетики все-таки не в наращивании количества изолированных источников, а в распределении нагрузки между различными источниками энергии (не важно – традиционными или возобновляемыми). Они могут быть разной мощности, могут работать как в единой системе, так и (при необходимости) изолированно, а нагрузки их могут меняться с учетом

⁴ McDonald J. Adaptive intelligent power systems: world survey of decentralized energy. 2005. wADE. Edinburgh. 45 p. URL: http://www.localpower.org/documents_pub/report_worldsurvey05.pdf.

⁵ Distributed Generation in Liberalised Electricity Markets, IEA. OEcD Publishing, Paris. 2002, 112 p. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264175976-en>

экономической эффективности энергоснабжения потребителей и рыночной конъюнктуры.

В этой связи главным становится не столько строительство дополнительной генерации, сколько повышение способности сетей обеспечить оптимальное распределение этой энергии, то есть речь идет о формировании так называемых «умных сетей» (smart grids), которые позволяют передавать и распределять электроэнергию в разных направлениях наиболее эффективным образом, максимально задействовав все возможности различных источников энергии⁶.

Данные тренды оказывают влияние не только на технологии в энергетике, но и приводят к изменению отношений участников энергетического рынка. Чтобы цифровизация из автоматизации превратилась в нечто новое, необходимо перестать концентрироваться на цифровизации только генерирующих и сетевых компаний.

Как показывает зарубежная практика, децентрализация электроснабжения вовсе не обязательно приводит к росту аварийности, взлету цен на электроэнергию и банкротству крупных электростанций. Напротив, современные технологии способствуют повышению гибкости, прозрачности и эффективности «старых» систем, оптимизации затрат на их развитие, росту производительности труда. Мировой опыт показывает, что при правильной настройке рынка новые распределенные решения способны гармонично встраиваться в традиционную энергосистему, дополняя и расширяя ее возможности там, где это экономически целесообразно с учетом конкретных местных условий – от климата до протяженности и износа энергосетей [Стенников, Воропай, 2015; Прогноз развития..., 2019].

Готова ли российская энергетика к такому пути развития?

Важность развития распределенной энергетики и интеграции ее в систему централизованного энергоснабжения неоднократно в последние годы отмечалась многими научными

⁶ Концепция развития электроэнергетической и теплоснабжающей инфраструктуры в Российской Федерации на основе когенерации и распределенной энергетики // М., АПБЭ, 2012, http://www.e-apbe.ru/library/presentations/2012_09_24_infr_dev.ppt

организациями и отраслевыми экспертами⁷ [Прогноз..., 2019; Стенников, Воропай, 2015; Казаков и др., 2013; Филиппов, 2009]. Их общий вывод таков: распределенная энергетика имеет свою (и достаточно значительную) рыночную нишу в электро-снабжении страны на период до 2030–2035 гг. По прогнозам Института энергетических исследований РАН и Аналитического центра при Правительстве РФ [Прогноз..., 2019; Инерция..., 2015], в указанные годы расширение распределенной генерации в мире будет идти почти на 40% быстрее, чем развитие всей мировой генерации.

Тем не менее среди регуляторов и основных игроков отрасли доминирует представление о том, что для компенсации растущей потребности в мощностях практически безальтернативным вариантом является реконструкция существующих крупных электростанций.

До 2010–2011 гг. в отраслевых стратегических документах⁸ развитию распределенной генерации внимание (и ресурсы) уделялось «по остаточному принципу»: в Энергостратегии-2030 в качестве индикатора развития распределенной генерации был задан порог в 15% от производства электроэнергии на ТЭЦ. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2030 г. предусматривает ввод мощностей распределенной генерации по базовому варианту – в объеме 3,1 ГВт, по максимальному – 5,9 ГВт [Кожуховский, 2013].

В новых версиях названных документов (в Энергостратегии-2035 и в предлагаемой АПБЭ корректировке Генсхемы) в перспективе до 2030 г. предполагается увеличить суммарную мощность малой распределенной генерации до 50 ГВт при снижении пересмотренных объемов вводов крупных станций

⁷ Распределенная энергетика, как важное направление развития современной энергетики: рекомендации круглого стола ГД РФ от 20 февраля 2017 года. – URL: <http://komitet2-13.km.duma.gov.ru/Rekomendacii-po-itogam-meropriyatij/item/221570> (дата обращения: 28.02.2020).

⁸ Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. М., 2009. URL: www.minenergo.gov.ru/activity/energostrategy/.../Energostrategiya-2030.doc

Проект Энергетической стратегии России на период до 2035 года. М., 2016. URL: http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/ES-2035_09_2015.pdf

Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2030 года. М., 2010. URL: <http://www.e-apbe.ru/scheme>

«Сценарные условия развития электроэнергетики на период до 2030 года». М., 2012. URL: http://www.e-apbe.ru/5years/sc_2012_2030/SC_2012-2030-new.php.html

(АЭС, КЭС) со 173 до 123 ГВт. Намечается нарастить и долю ВИЭ – до 5 ГВт [Кожуховский, 2013].

При этом в настоящее время в России нет общепринятой системы учета мощности распределенной генерации. По одним данным, доля распределенной генерации в энергобалансе оценивается в 1,4%, суммарная мощность – около 3 ГВт, по другим (учитывающим различные установки ВИЭ) – суммарная мощность составляет 7,7 ГВт, а при учете установок промышленных предприятий оценки поднимаются до 17 ГВт [Распределенная..., 2018]⁹.¹⁰ Опять же, по оценочным данным, в РФ функционируют более 50 тысяч объектов малой распределенной генерации (из них около 1,5 тыс. представляют собой мини-ТЭЦ), и их число постоянно увеличивается. При этом суммарная мощность всех действующих установок ВИЭ (ветряные, солнечные, геотермальные и прочие виды) не превышает 155 МВт, еще около 300 МВт производят микро- и мини-ГЭС. Около 70% мощности малых электростанций и установок ВИЭ расположены в азиатской части России, в районах отсутствия централизованного энергоснабжения. На Дальнем Востоке доля малой генерации (до 30 МВт) составляет 14% от суммарной мощности теплоэлектростанций (в ЦФО аналогичный показатель – 1%) [Распределенная..., 2017].

Место распределенной энергетики в теплоснабжении

В теплоснабжении вопрос определения места распределенной или децентрализованной генерации выглядит гораздо более сложным. С начала рыночных реформ 1990-х годов эта отрасль обычно рассматривалась как второстепенная по сравнению с электроэнергетикой. Лишь в последние годы пришло осознание ее ключевой роли в экономике нашей северной страны. При этом теплоэнергетика имеет весьма значительные резервы

⁹ Концепция развития электроэнергетической и теплоснабжающей инфраструктуры в Российской Федерации на основе когенерации и распределенной энергетики // М., АПБЭ, 2012, http://www.e-apbe.ru/library/presentations/2012_09_24_infr_dev.ppt

¹⁰ Уровень мощности в 7,7 ГВт оценивается исходя из данных таможенной статистики о ввезенных в РФ установок малой мощности. Согласно обзору INFOLine «Распределенная энергетика РФ и рынок энергетических установок» (М., INFOLine, 2014 <http://infoline.spb.ru/upload/iblock/41a/41a5f4c457dff70baff9cf017602709b.pdf>) суммарная установленная мощность распределенной и промышленной энергетики России превышает 17 ГВт (7% от общей мощности по РФ), а выработка электроэнергии – 56,4 млрд кВт/ч (5,5% от общей выработки по РФ).

и перспективы развития. По крайней мере, сферу электроснабжения она превосходит по энергетическому эквиваленту в полтора раза, по совокупным платежам потребителей – в три-четыре раза [Некрасов и др., 2014].

Производство тепла в системах централизованного теплоснабжения (ТЭЦ и системы муниципального теплоснабжения) РФ составляет около 1300–1500 млн Гкал в год. Сегодня 528 тепловых электростанций (из них 332 общего пользования и 253 промпредприятий), имеющих теплофикационное оборудование, вырабатывают около 570 млн Гкал тепловой энергии в год, что составляет 38–40% от общего объема централизованного теплоснабжения. Остальное тепло поставляется от 70 тысяч коммунальных котельных средней мощностью 8 Гкал/ч и со средним КПД 75%. При этом неоднократно отмечалось, что тепловые источники имеют существенный избыток мощности. Так, коэффициент использования установленной мощности котельных составляет в среднем 18%, ТЭЦ – 31% [Кожуховский, 2013, Теплоэнергетика., 2014, Теплоэнергетика., 2017, Некрасов и др., 2014].

По оценкам Минэнерго РФ, отпуск теплоэнергии от теплоэлектростанций (ТЭС) за 25 лет (с 1992 г. по 2017 г.) сократился в 1,6 раза. Причины – снижение промышленной тепловой нагрузки ТЭС и замещение части нагрузки котельными. В результате доля полезно используемого сбросного тепла ТЭС уменьшилась с 59% до 48%. Снижился и коэффициент использования тепла топлива на электростанциях – с 57% в 1992 г. до 53% в 2016 г. [Теплоэнергетика., 2017].

При этом рост числа котельных привел к увеличению платежной нагрузки на потребителей, так как себестоимость выработки тепла на котельных значительно (порой – кратно) превышает показатели ТЭС, и даже близость котельных к потребителю и как следствие невысокая ставка тарифа на передачу теплоэнергии не способны сравнять эти величины. В целом итогом рыночного реформирования некогда единой системы стали ценовые диспропорции на рынках электрической и тепловой энергии. Только по теплу тарифы и нормативы для разных групп потребителей различаются более чем в 100 раз. Введение около десятка видов перекрестного субсидирования ситуацию не спасает, загоняя проблему ценового дисбаланса еще глубже [Стенников, Пеньковский, 2019].

Технологические решения для распределенной энергетики

Технической единицей малой распределенной энергетики являются локальные энергосистемы, представляющие различные сочетания генерирующих и сетевых объектов. Они могут быть как полностью автономными (изолированными), так и иметь электрические связи с единой энергосистемой, взаимодействуя с ней посредством технологий «микро-грид».

В последнее время профессиональный дискурс вокруг проблем развития распределенной генерации явно смещается в сторону интеллектуальных «виртуальных» решений. По нескольким направлениям распределенной генерации (информационное обеспечение, диспетчеризация, облачные вычисления)¹¹ уже существуют массовые готовые разработки, весьма привлекательные своей эффективностью, относительно невысокой ценой и малыми сроками внедрения. Цифровые данные и аналитика в существующих системах оказываются выгодны не только ресурсоснабжающим организациям (и более широко – системе энергоснабжения как таковой), но и потребителям, и обществу в целом, поскольку приводят к снижению нагрузки на окружающую среду.

Сектор ЖКХ является одним из лидеров по внедрению «умных» решений в энергетике. Множество публикаций посвящено тому, как интернет вещей, аналитика больших данных, интеллектуальные счетчики и технологии «умный дом» трансформируют систему жилищно-коммунальных услуг, меняют отношение населения к экономии энергоресурсов. Но в России пока дальше накопления информации дело не продвинулось – результат анализа больших данных не виден в форме реальной экономии ресурсов.

Очевидно, рано или поздно под воздействием парадигмы Интернета система достигнет качественно иного уровня (способность к самоорганизованному автоматическому принятию оптимальных решений; обеспечение надежности и управляемости при широком внедрении распределенной генерации и ВИЭ;

¹¹ План мероприятий («дорожная карта») «EnergyNet» Национальной технологической инициативы. URL: http://fasie.ru/upload/docs/DK_energynet.pdf, проект «Интеллектуальная энергетическая система России».

недискриминационный доступ к инфраструктуре; высокая степень наблюдаемости и прозрачности; масштабируемость системы, независимо от набора оборудования, участников и географического расположения; ответственность участников за соблюдение принятых стандартов и регламентов).

Однако представляется, что полноценная реализация концепции «умных сетей» проблематична без предварительного повышения уровня развития генерирующих объектов распределенной энергетики – в том числе и, прежде всего, технологий когенерации и ВИЭ, как наиболее экономичных и экологических.

Необходимым условием для масштабного развития отечественной малой распределенной энергетики является наличие множества разнообразных эффективных технологий [Филиппов, Дильман, 2014].

Вопросы развития энергоснабжения в изолированных районах страны занимают особое место, но и в зоне централизованного энергоснабжения распределенная энергетика имеет хорошие перспективы развития, обеспечивая диверсификацию электро- и теплоснабжения в интересах потребителей. Электростанции малой и средней мощности получили за последние десять лет широкое распространение в российских городах – как газотурбинные (ГТЭС-ГТУ), так и дизельные (ДЭС) и газопоршневые (ГПЭС-ГПА). Эксперты отрасли считают весьма перспективным направлением развития преобразование котельных в мини-ТЭЦ [Филлипов, Дильман, 2014; Кожуховский, 2013; Маляренко и др., 2013]. Особое место занимают вопросы развития энергоснабжения в изолированных районах страны.

Технологии малой энергетики по мере снижения их стоимости широко распространяются в мире. Большинство экспертов [Стенников, Воропай, 2015; Распределенная..., 2018; Прогноз..., 2019] выделяют в качестве наиболее перспективных такие направления, как:

- при развитии существующих технологий – накопление энергии, большие данные, smart grids, управление спросом, энергоменеджмент зданий, агрегаторы;

- новые технологии – АСУ распределенной энергетики, блокчейн, кибербезопасность, машинное обучение, интернет вещей, Smart Data, виртуальные электростанции.

Для России эти направления также будут актуальны, но, очевидно, с некоторым временным лагом по сравнению с развитыми странами.

Согласно многочисленным оценкам, расчетная емкость мировых рынков по технологиям в 2020 г. может быть оценена следующим образом: распределенная генерация (150–200 млрд долл. США), услуги «за счетчиком» (40–60 млрд), электромобили (60–90 млрд), высокопроизводительные газовые турбины (10–20 млрд), модульные реакторы малой мощности, системы хранения электроэнергии (7–15 млрд), микросети и «умные энергосистемы» (50–75 млрд долл.)¹².

Как видно из оценок, потенциал распределенной генерации весьма значителен и превышает суммарные объемы инвестиций в другие направления энерготехнологий. Очевидно, Россия не должна проходить мимо такого перспективного рынка.

Кто отвечает за развитие распределенной генерации

Зависимость от предшествующего пути (path dependence) отечественной энергетики не просто сохраняется, но и транслируется в будущее – через такие остающиеся обязательными для развития отрасли пункты, как централизованное прогнозирование спроса на энергию, централизованное планирование строительства новых крупных объектов, централизованные масштабные инвестиции и строительство. Все это не позволяет гибко реагировать на спрос. Опасность представляет так называемая ловушка для энергетики (carbon lock-in). Крупные энергетические объекты – достаточно долгосрочный проект, строительство не может быть короче 5–7 лет, а срок эксплуатации – около 40 лет и более. Таким образом, создается сильная инерция для функционирования энергосистемы, что не позволяет быстро переключаться на другие варианты развития объекта генерации, тогда как за это время потребители могут с десяток раз поменять планы развития своего бизнеса.

В итоге мы то и дело получаем дорогостоящие, но мало востребованные станции и сети, перекладывая существенную часть

¹² Delphi Energy Future 2040 //PWC, 2016. 72.

затрат по содержанию неэффективно работающей энергосистемы на остающихся в ней потребителей [Распределенная..., 2018].

Сформировавшийся в стране избыток генерирующих мощностей на фоне экономической рецессии (заметно в 2008 г., а затем и в 2014 г.) снижает перспективную инвестиционную нагрузку на отрасль: по всем прогнозам установленная мощность электростанций в дальнейшем будет расти гораздо медленнее, чем в первой декаде 2000-х.

В 2019 г. Правительством РФ было принято решение о запуске второй волны наиболее масштабного механизма поддержки инвестиций в электроэнергетике – конкурсного отбора договоров о поставке мощности (ДПМ-2). В отличие от программы ДПМ-1, направленной на поддержку строительства новых мощностей, объектом ДПМ-2 стала *модернизация* генерирующих объектов тепловых электростанций суммарной мощностью до 40 ГВт. Подготовку решения сопровождали жаркие дискуссии о принципах, критериях и параметрах отбора, которые с новой силой возобновились после того, как были определены первые проекты, реализуемые в 2022–2024 гг. [Огородников, 2018]. При этом вопросы развития малых когенерационных установок в стратегических документах так и не были отражены. Значительное внимание уделяется лишь ВИЭ, как представителю распределенной генерации.

Развитие других видов распределенной генерации (не субсидируемых, в отличие от ВИЭ) в качестве самостоятельного бизнеса сдерживается, во-первых, отсутствием открытого и конкурентного розничного рынка, во-вторых, высокими сетевыми тарифами на передачу, ограничивающими возможности потребителей по выбору прямых поставщиков электроэнергии на розничном рынке.

С точки зрения дальнейшего развития такая ситуация заводит отрасль в «инвестиционный тупик». С одной стороны, система сдерживает инвестиции субъектов в развитие собственного энергохозяйства, предлагая им вместо этого вкладываться «в общий котел», с другой – централизованная инфраструктура, занимающая монопольное положение и являющаяся объектом весьма сложного регулирования, оказывается лишена собственных стимулов и ресурсов для технологического обновления и повышения эффективности. В свою очередь субъекты,

в силу низкого уровня доверия и практики перекрестного субсидирования, не готовы оплачивать инвестиции в общую энергосистему.

Одним из серьезных препятствий активному продвижению когенерации в регионах является и отсутствие должной институциональной основы (а следовательно, и бюджетной поддержки её развития). Дело в том, что теплофикационные (когенерационные) установки в части производства тепла являются объектами интересов муниципалитетов, а в части электроэнергии – объектами региональных и федеральных интересов. В результате у этих источников не оказывается единого центра ответственности в лице органов власти. По мнению главы ИСЭМ СО РАН В. А. Стенникова, ориентация на разработку только схем и программ развития электроэнергетики без взаимоувязки с прогнозированием теплоснабжения на муниципальном уровне является глубоко ошибочной [Стенников, Пеньковский, 2019].

В свою очередь заместитель главы РЭА И. С. Кожуховский отмечает, что развитие энергетической инфраструктуры на той или иной территории должно начинаться с оценки перспектив ее экономического развития, прогноза потребления *тепло- и электроэнергии* и необходимого для этого количества топлива, балансов электрической энергии и мощности. Если бы муниципальной энергетике в законодательном порядке был придан статус, который бы позволял ей определять инвестиционный процесс на основе региональных программ, в стране не нужно было бы строить столько генерирующих мощностей [Кожуховский, 2013].

К сожалению, муниципальные власти не хотят быть интеграторами и брать на себя ответственность за критическое осмысление предлагаемых схем развития. Практика принятия схем теплоснабжения показывает, что им гораздо проще взаимодействовать с оператором единой теплоснабжающей организации, чем выступать арбитром интересов многих участников рынка.

Сравнительный анализ и оценка различных вариантов системы теплоснабжения, по нашему мнению, должны быть обязательным атрибутом стратегического планирования на всех уровнях административной иерархии – от федерального до муниципального (разумеется, с соответствующей иерархией целей и задач). В целом, на наш взгляд, для эффективного развития

отрасли необходима системная оценка возможных вариантов сочетания централизованной и децентрализованной частей системы теплоснабжения муниципальных образований, рассматриваемых как стратегические сценарии его развития.

Однако для формирования корректных инвестиционных планов распределенную генерацию необходимо учитывать в региональных схемах и программах развития энергетики. Перспективные сферы применения (и соответственно, масштабы использования распределенной энергетики) в зависимости от складывающихся условий могут быть связаны как с энергоснабжением новых потребителей или замещением нагрузки централизованных систем электро- и теплоснабжения, так и с преобразованием в ТЭЦ крупных и мелких котельных, в первую очередь – работающих на природном газе.

Новая волна децентрализации: когда и как возможна

Многие отраслевые эксперты сходятся во мнении, что локальные системы могут быть весьма эффективны в районах массовых новостроек и интенсивного роста промышленного производства [Непомнящая, 2019; Филиппов, 2009; Маркова, Чурашев, 2017]. В таких местах целесообразно не тянуть сети от имеющихся ТЭЦ, а вводить относительно небольшие (до 25 МВт) газотурбинные ТЭС и ТЭЦ для покрытия местного спроса. При этом достигаются не только экономия капвложений и повышение надежности энергообеспечения (за счет отсутствия тепловых сетей), есть также возможность включить часть расходов в стоимость жилья (т.е. переложить их на потребителя). Организация автономного энергоснабжения позволяет осуществить реконструкцию объектов в городских районах старой и плотной застройки при отсутствии свободных мощностей в централизованных системах.

Децентрализация систем теплоснабжения, опирающаяся на современные технологии (высокоэффективные теплогенераторы последних поколений, энергосберегающие системы автоматического управления и т.д.), позволяет удовлетворить запросы самого требовательного потребителя.

Мы проводили оценку сравнительной эффективности использования различных энергоустановок для условий сибирских

регионов (Новосибирской и Кемеровской областей) на основе разработанного в ИЭОПП СО РАН модельного инструментария мезоуровня [Маркова, Чурашев, 2017]. Эти модели позволяют оценить с позиций региональной эффективности масштабы распространения в регионе технологий «малой» и «большой» энергетики, конкурентоспособность их различных комбинаций, общую экономию энергоресурсов. Как показали наши расчеты, для рассмотренных регионов приоритетным является развитие именно малой распределенной генерации, которое выгодно отличается от развития большой энергетики более высоким коэффициентом использования топлива (более 89%) и меньшим значением приведенных затрат (12–14%).

Для того чтобы малая генерация в городах и больших производственных комплексах не конкурировала с крупными ТЭЦ и районными котельными, а служила их разумным дополнением, ее доля в городах, по расчетам ИСЭМ СО РАН, должна составлять около 10–15% потенциального рынка тепловой энергии. Для определения оптимальной конфигурации системы теплоснабжения того или иного города необходимо, рассматривая ее в целом, рассчитать баланс источников теплоты и найти наиболее экономичные варианты размещения локальных источников [Кожемякин, 2008; Стенников, Пеньковский, 2019]. В небольших населенных пунктах с малоэтажной застройкой и в некоторых городских районах с объективно дорогим подключением к централизованным тепловым сетям может получить распространение даже индивидуальное теплоснабжение.

Таким образом, для того чтобы быть эффективной, децентрализация должна быть *«управляемой»*. Стихийное ее развитие, как правило, приводит к потере оптимальности работы энергосистем. Но виноваты в этом не сами новые технологии локального энергоснабжения, а искаженное и негибкое регулирование стоимости товаров и услуг, предоставляемых централизованной энергетикой.

Как отмечает О. Баркин, в нормальной ситуации участник рынка должен сравнивать стоимость альтернативы не с искаженной, а с рыночно обусловленной ценой [Баркин, 2019], но именно этого и не происходит в России. К применению новых технологий децентрализованного энергообеспечения в большинстве случаев прибегают в нашей стране в режиме «вынужденной

необходимости» – при неприемлемых параметрах энергоснабжения из единой системы (цена / надежность / качество) или из-за принципиальной невозможности обеспечения объектов энергоресурсами (удаленность, сроки или другие причины). Другая практика связана с субсидированием развития возобновляемой энергетики за счет других участников рынка (ДПМ ВИЭ и продажа сетевым компаниям). В обоих случаях такое развитие происходит в остром конфликте с интересами участников рынка, действующего в рамках Единой энергосистемы России.

Очевидно, что Россия не останется полностью в стороне от мировых тенденций в энергетической сфере. Децентрализация и цифровизация меняют отрасль, даже без декарбонизации. Но выбор долгосрочной стратегии развития – инерционной или инновационной – нужно делать уже сегодня.

Можно (и нужно) ли России свернуть с ее традиционного пути на сугубо централизованное энергоснабжение? Ответ на этот вопрос требует продолжающихся системных расчетов. Вряд ли кто-то будет отрицать, что существует возможность гармоничного встраивания распределенной энергетики в традиционную энергосистему там, где это экономически целесообразно с учетом конкретных условий. И мировой опыт предоставляет нам массу успешных примеров практической реализации такого подхода. Новые технологии способны весьма эффективно дополнять существующую систему, но реализация такого сценария требует значительных усилий от всех стейкхолдеров.

Утверждение в ноябре 2019 г. программы ДПМ-2 показало, что пока Россия выбирает традиционный путь решения проблемы старения существующих энергосистем – централизованно восстанавливать старые и строить новые крупные объекты. Готовности повернуться в сторону «энергетического перехода» все еще нет в полной мере, необходимо признать, что пока в России предпочитают игнорировать развитие распределенной энергетики.

Между тем мы разделяем мнение ряда отраслевых экспертов о том, что лучшей альтернативой выбору между централизованной или распределенной энергетикой является их разумная комбинация. Проникновение на российский рынок новых

технологий энергообеспечения на уровне конечных потребителей является неизбежным процессом. Тактика игнорирования изменений и тем более их сдерживания приводит к «бегству» потребителей, повышению затрат и снижению рентабельности деятельности остальных участников рынка, а также может обернуться потерей возможности участия в растущих рынках новых перспективных технологий и «сдачей» внутреннего рынка зарубежным конкурентам.

Меняться предстоит всем участникам: генераторам, сетевым компаниям, муниципалитетам, потребителям. На наш взгляд, местные органы власти должны возглавить это движение, обеспечивая его управляемость и согласование интересов всех участников. Когда-нибудь, вероятно, российская энергетика может прийти к самоорганизации (интернету вещей и энергии). Но до этого уровня ей предстоит пройти еще долгий путь.

Литература

Баркин О. Децентрализация в электроэнергетике: конфликт или оптимизация? // Энергетика и промышленность России. 2019. № 18 (374).

Воронцов А. Оценка перспектив развития распределенной энергетики в российском энергетическом секторе // Вестник университета. 2014. № 14. С. 116–120.

Инерция электроэнергетики. Энергетический бюллетень / Аналитический центр при Правительстве РФ, май 2015. 24 с.

Кзаков А. В., Заворин А. С., Новосельцев П. Ю., Табакаев Р. Б. Малая распределенная энергетика России: совместная выработка тепло- и электроэнергии // Вестник науки Сибири. 2013. № 4 (10). С. 13–18.

Кожемякин Д. П. Стратегические варианты развития городской системы теплоснабжения // Вестник НГУ. Серия: социально-экономические науки. 2008. № 2. С. 130–139.

Кожуховский И. С. Перспективы развития тепловой энергетики // Материалы VII ежегодной конференции газеты Ведомости «Российская энергетика». М., 2013.

Кожуховский И. С., Новоселова О. А. Роль и перспективы деятельности ТП «Малая распределенная энергетика» в развитии распределенной энергетики // Материалы круглого стола ТП «Малая распределенная энергетика», М., 23 октября 2013 г. URL: <http://www.reenfor.org/upload/files/f91e3e2f4c1a8d41af6dd5bc6f632429.pdf>

Любимова Н. Г. Определение понятия «распределенная энергетика» // Вестник университета. 2014. № 5. С. 103–105.

Малыренко В. А., Шубенко А. Л., Сенецкий А. В., Темнохуд И. А. Тенденции модернизации объектов малой энергетики на базе когенерации // Ползуновский вестник. 2013. № 4–3. С. 131–137.

Маркова В. М., Чурашев В. Н. Возможности повышения эффективности и оптимизации структуры энергетики: роли «большой» и «малой» генерации // Мир экономики и управления. 2017. Т. 17. № 3. С. 62–84.

Некрасов А. С., Синяк Ю. В., Воронина С. А. Перспективы развития теплоснабжения России // Энергия: экономика, техника, экология. 2014. № 2. С. 2–11.

Непомнящая Е. Децентрализация теплоснабжения – путь к энергосбережению // Энергетика и промышленность России. 2019. № 19 (255). URL <https://www.m.eprussia.ru/teploenergetika/15/167.htm>

Огородников Е. Модернизация теплоэнергетики неизбежна // Эксперт. 2018. № 11 (1067).

Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / Под ред. А. А. Макарова, Т. А. Митровой, В. А. Кулагина; ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО – Москва, 2019. 210 с. ISBN978–5–91438–028–8

Распределенная энергетика в России: потенциал развития. Москва. Энергетический центр Московской школы управления СКОЛКОВО, 2018. 87 с.

Стенников В. А., Пеньковский А. В. Проблемы российского теплоснабжения и пути их решения // ЭКО. 2019. № 3. С. 48–69.

Стенников В. А., Воронин Н. И. Централизованная и распределенная генерация – не альтернатива, а интеграция. Раздел 4.2. Инновационная электроэнергетика – 21. М., 2015. URL: http://www.energystrategy.ru/projects/energy_21.htm

Теплоэнергетика и централизованное теплоснабжение России в 2012–2013 годах. Минэнерго РФ. М., 2014. 35 с.

Теплоэнергетика и централизованное теплоснабжение России в 2015–2016 годах. Минэнерго РФ. М., 2017. 42 с.

Филлипов С. П., Дильман М. Перспективы использования когенерационных установок при реконструкции котельных // Промышленная энергетика. 2014. № 4. С. 7–11.

Филлипов С. П. Малая энергетика в России // Теплоэнергетика. 2009. № 8. С. 38–44.

Статья поступила 20.03.2020.

Статья принята к публикации 22.03.2020.

Для цитирования: *Маркова В. М., Чурашев В. Н.* Децентрализация энергетики: интеграция и инновации // ЭКО. 2020. № 4. С. 8–27. DOI: 10.30680/ESCO0131-7652-2020-4-8-27.

Summary

Markova, V.M., Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS, Novosibirsk State University

Churashev, V.N., Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS, Novosibirsk

Energy Decentralization: Integration and Innovation

Abstract. The main trends of world energy development are considered: decarbonization, digitalization, and decentralization. Russia will not remain completely aloof from global trends. Decentralisation and digitalisation are changing the industry of energy – even without decarbonisation. But the choice of a long-term

development strategy can take place either in a new paradigm, or along the path of business as usual. It is shown that it is possible to harmoniously integrate distributed energy into the traditional energy system where it is economically feasible, taking into account specific conditions. New technologies complement the existing system, not destroy it, but their implementation requires significant efforts by all stakeholders and changes in the relationships of all participants.

Keywords: *electric power; heat power; energy decentralization; distributed energy; heat supply; digitalization; municipality; technologies*

References

Barkin, O. (2019). Decentralization in the electric power industry: conflict or optimization? *Energy and Industry of Russia*. No. 18 (374). September. (In Russ.).

Distributed energy in Russia: development potential (2018). Moscow. Energy Center of the Moscow School of Management SKOLKOVO, 87 p.

Filippov, S.P., Dil'man, M. (2014). The prospects of use of the cogeneration installations at reconstruction of boiler rooms. *Promyshlennaya energetika Industrial power*. No. 4. Pp. 7–11. (In Russ.).

Fillipov, S.P. (2009). Small-scale power generation in Russia. *Teploenergetika. Thermal Engineering*. No. 8. Pp. 38–44. (In Russ.).

Global And Russian Energy Outlook 2019 (2019). Moscow, Eri Ras – Skolkovo, 210 p ISBN978–5–91438–028–8

Inertia of power industry (2015). Power bulletin. The Russian Government Analytical Centre, 05/2015, 24 p. (In Russ.).

Kazakov, A.V., Zavorin, A.S., Novosel'tsev, P. Yu., Tabakaev, R.B. (2013). The small-scale distributed power generation of Russia: joint development of the heat and electric power. *Vestnik nauki Sibiri. Siberian Journal of Science*. No. 4 (10). Pp. 13–18. (In Russ.).

Kozhemyakin, D.P. (2008). Strategic development options for the urban heat supply system. *Vestnik NSU*. Series: Social and economics sciences. No. 2. Pp. 130–139. (In Russ.).

Kozhukhovskiy, I.S. (2013). Prospects of development of thermal power. Proceedings VII conference Vedomosti «Russian energy». Moscow. (In Russ.).

Kozhukhovskiy, I.S., Novoselova, O.A. (2013). *A role and the prospects of activity of TP "The Small-scale Distributed Power Generation" in development of the distributed power*. Materials of a round table of TP "The Small-scale Distributed Power Generation", Moscow, on October 23, 2013. Available <http://www.reenfor.org/upload/files/f91e3e2f4c1a8d41af6dd5bc6f632429.pdf> (In Russ.).

Lyubimova, N.G. (2014). The definition of "distributed energy". *University Bulletin*. No. 5. Pp. 103–105. (In Russ.).

Malyarenko, V.A., Shubenko, A.L., Senetskiy, A.V., Temnokhud, I.A. (2013). Trend of modernization of objects of smallscale power generation on the basis of a cogeneration. *Polzunovskiy Vestnik*. No. 4–3. Pp. 131–137. (In Russ.).

Markova, V.M., Churashev, V.N. (2017). Possibilities of Increase in Efficiency and Structure Optimization of Power Industry: «Big» and «Small» Generation Roles. *World of Economics and Management*, Vol. 17. No. 3. Pp. 62–84. (In Russ.).

Nekrasov, A.S., Sinyak, Yu.V., Voronina, S.A. (2014). Prospects of development of heat supply of Russia. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya. Energy: economy, equipment, ecology*. No. 2. Pp. 2–11. (In Russ.).

Nepomnyashchaya, E. (2019). Decentralization of heat supply – the path to energy conservation. *Energy and Industry of Russia*. No.9.255). (In Russ.). Available at: <https://www.m.eprussia.ru/teploenergetika/15/167.htm>

Ogorodnikov, E. (2018). Modernization of the power system is inevitable. *Expert*. No. 11 (1067). (In Russ.).

Power system and the centralized heat supply of Russia in 2012–2013 (2014). Ministry of energy RF. Moscow, 35 p. (In Russ.).

Power system and the centralized heat supply of Russia in 2015–2016 (2017). Ministry of energy RF. Moscow, 42 p. (In Russ.).

Stennikov, V.A., Pen'kovskiy, A.V. (2019). Heat Supply of Consumers under Market Conditions: Current Status and Development Trends. *ECO*. No. 3. Pp.48–69. (Russ.).

Stennikov, V.A., Voropay, N.I. (2014). *The centralized and distributed generation – not an alternative, but integration*. Part 4.2. In: Innovative power industry – 21 Moscow, EIS. Available at: http://www.energystrategy.ru/projects/energy_21.htm (In Russ.).

Vorontsov, A. (2014). Assessment of the prospects for the development of distributed energy in the Russian energy sector. *University Bulletin*. No. 14. Pp. 116–120. (In Russ.).

For citation: Markova, V.M., Churashev, V.N. (2020). Energy Decentralization: Integration and Innovation. *ECO*. No. 4. Pp. 8-27. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-4-8-27.