

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

THE DISTRIBUTED GENERATION DEVELOPMENT TRENDS IN RUSSIA

D. Agafonov

Summary. The article studies the current situation, trends and development prospects of distributed generation in Russia. The embedded generation technological, economic and organizational aspects are analyzed. The distributed generation facility groups were classified depending on the ownership and generation type. The distributed generation role at the energy development was identified.

Keywords: distributed generation, electric power, small power plants, power system.

Агафонов Дмитрий Валентинович

*Российская академия народного хозяйства
и государственной службы при Президенте Российской
Федерации (г. Москва)
dv_agafonov@mail.ru*

Аннотация. В рамках данной работы исследовано текущее состояние, тенденции и перспективы развития распределенной генерации в Российской Федерации. Проведен анализ технологических, экономических, организационных аспектов функционирования объектов распределенной генерации на рынках электрической энергии. Классифицированы основные группы объектов распределенной генерации в зависимости от типа собственности и вида генерации. Выявлена роль распределенной генерации в развитии электроэнергетики на современном этапе.

Ключевые слова: распределенная генерация, электроэнергетика, электростанции малой мощности, энергосистема.

Российская электроэнергетика, являясь важнейшей отраслью экономики, выполняет функции по своевременному обеспечению потребности потребителей (промышленности, сферы услуг и населения страны) в электрической и тепловой энергии. Развитие электроэнергетического комплекса, в частности генерирующего сектора, необходимо для активного социально-экономического развития Российской Федерации.

В основе российской электроэнергетики лежит деятельность Единой энергетической системы России (ЕЭС России), которая по состоянию на 01.01.2018 г. в себя включает 7 объединенных энергосистем (ОЭС): ОЭС Центра, Средней Волги, Урала, Северо-Запада, Юга, Сибири и Востока. Главной особенностью функционирования ЕЭС России является взаимосвязь между энергосистемами (за счет наличия межсистемных высоковольтных линий электропередачи напряжением 220–500 кВ и выше) и способность работы в синхронном режиме (параллельно). По итогам 2017 г. общая установленная мощность электростанций ЕЭС России находилась на уровне 239812,2 МВт. Выработка электрической энергии за 2017 г. электростанциями в границах ЕЭС России составила 1053,86 млрд. кВтч при электропотреблении на уровне 1039,88 млрд. кВтч [1].

На территории Российской Федерации также функционируют технологически изолированные электроэнергетические системы. К технологически изолированным энергосистемам относятся такие регионы как Камчатский край, Магаданская и Сахалинская область, Чукотский и Таймырский автономный округ, западный и централь-

ный район электроэнергетической системы Республики Саха (Якутия) [8].

Региональные энергосистемы, относимые к категории технологически изолированных электроэнергетических систем, характеризуются суровыми климатическими условиями, низкой плотностью населения, дефицитом транспортной инфраструктуры, высокой зависимостью от сезонного завоза топлива для электростанций. Существующие проблемы энергоснабжения изолированных энергосистем являются одной из причин оттока населения с данных территорий [2].

Одной из важнейших причин роста интереса к развитию собственной генерации в России, является стабильный рост тарифов на электрическую энергию за период 1998–2016 гг. (таблица 1).

По данным Росстата в период с 1998 г. по 2016 г. отмечается стабильный прирост средней стоимости электрической энергии. С момента реструктуризации ОАО «РАО ЕЭС России» (с 2009 г. по 2016 г.) отмечается сокращение темпов прироста средней стоимости электрической энергии до уровня менее 110%.

Особенно остро вопросы стоимости электрической энергии стоят на территории изолированных энергосистем. В наиболее удаленные населенные пункты, где существует только прямое авиасообщение (либо сезонная летняя навигация), по оценкам экспертов транспортная составляющая стоимости топлива может находиться в диапазоне 70–80%, что в следствие сказывается на ко-

Таблица 1. Индексы цен на электрическую энергию за период 1998–2016 гг.,% [2]

Наименование	Электроэнергия в целом по РФ	Промышленные потребители	Население
1998	102,2	102,9	110,7
1999	119,7	120,7	143,7
2000	141,7	138,7	157,6
2001	128,8	125,9	133,4
2002	128,3	125,6	136,9
2003	113,4	112	116,6
2004	111,4	111	112,4
2005	111	109,3	118,5
2006	110,3	109,5	115,3
2007	114,1	115,6	106,7
2008	117,5	118,5	113,4
2009	117,3	113,5	124,9
2010	115,3	114,9	111,6
2011	103,5	101,1	110,6
2012	104,2	105,1	105,9
2013	107,5	104,6	113,4
2014	104,5	106,3	102,9
2015	109,7	107,1	109
2016	104,1	103,9	105,7

Источник: Росстат

нечной стоимости электрической энергии для потребителей. В итоге, в бюджетной системе предусматриваются субсидии на выравнивание тарифов в размере 50 млрд. руб. Ежегодно, на территорию Республики Саха (Якутия) завозится 800–850 тыс. т нефтепродуктов, в том числе 550–600 тыс. т дизельного топлива, на общую сумму 16–18 млрд. руб. (3–5% республиканского ВРП) [3].

Помимо проблем ценообразования на электрическую энергию, актуальными остаются вопросы сроков технологического присоединения к электрическим сетям. Несмотря на повышение в рейтинге по показателю «Подключение к системе электроснабжения» остаются вопросы по срокам подключения (в 2015 г. данный показатель составлял 179,1 дней, при нормативной величине в 135 дней (Распоряжение Правительства № 1144-р от 30.06.2012 г. «О плане мероприятий («дорожной карте») «Повышение доступности энергетической инфраструктуры»)).

Перечисленные выше проблемы заставляют потребителей, особенно промышленного сектора, активно развивать собственные источники генерации с целью сокращения издержек на электрическую энергию и росту показателей по энергоэффективности.

В мировой электроэнергетике одновременно с развитием систем централизованного тепло- и энергоснабжения, активно происходит масштабный процесс внедрения объектов распределенной генерации электрической

энергии. Широкое распространение и внедрение объектов распределенной генерации, в том числе основанных на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), становится неотъемлемой частью трансформации мировой электроэнергетики.

С учетом зарубежной практики выделяется ряд критериев отнесения генерирующих мощностей к объектам распределенной генерации, это в первую очередь:

- ◆ по месту расположения: на территории потребителя, либо вблизи месторасположения потребителя или центров потребления;
- ◆ по типу подключения: выдача мощности осуществляется в распределительные электрические сети либо в сети (энергопринимающие устройства) потребителя;
- ◆ по установленной мощности: как правило, ограничены определенным предельным значением установленной мощности (как правило, не выше 50–100 МВт).

В Российской Федерации электростанции с установленной мощностью менее 100 МВт имеют различную форму собственности. Главным образом, отечественная распределенная генерация представлена тепло- и гидроэлектростанциями малой мощности. Широкое распространение тепловой генерации (ТЭЦ, ДЭС) малой мощности вызвано климатическими и географическими особенностями, которые формируют высокий и устойчи-

Таблица 2. Основные группы объектов распределенной генерации в зависимости от типа собственности и назначения объектов генерации

Группа	Диапазон мощности	Характеристики	Примеры объектов	Собственники
Объекты находятся в собственности крупных холдингов и компаний промышленного сектора	50 МВт и выше	Основной потребитель — заводские и добывающие мощности владельца. Основной тип электростанции — тепловые (ТЭЦ, ГТЭС, ДЭС).	Котовская ТЭЦ, ТЭЦ МЦБК, ТЭЦ Мордовцемент, Качканарская ТЭЦ, ТЭЦ ВИЗ-сталь, ГТЭС ОАО «Сургутнефтегаз», и т.д.	Компании обрабатывающей и добывающей промышленности — ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «РУСАЛ», ОАО «Новокузнецкий металлургический комбинат», Качканарский ГОК, ОАО «Мордовцемент», и т.д.
Объекты находятся в собственности крупных энергетических холдингов	30 МВт и выше	Основной потребитель — субъекты ОРЭМ. Основной тип электростанции — тепловые (ТЭЦ и ГРЭС), гидроэлектростанции (ГЭС).	Московская ГЭС-1, Самарская ГРЭС, Березниковская ТЭЦ-2, Уфимская ТЭЦ-3, Нижне-Свирская ГЭС, Эзминская ГЭС и т.д.	Крупные генерирующие компании электроэнергетики, образованные в результате реформы электроэнергетики — ПАО «Т Плюс», ПАО «РусГидро», ПАО «Мосэнерго», ПАО «Квадра», ООО «Башкирская генерирующая компания», ПАО «ТГК-1»
Объекты находятся в муниципальной и частной собственности	до 70 МВт	Основной потребитель население, компании среднего и малого бизнеса (потребители розничного рынка). Основной тип электростанции — тепловые (ТЭЦ и котельные).	Лысьвенская ТЭЦ, ТЭЦ ООО «ГКО», ТЭЦ-10, Красавинская ГТ ТЭЦ, Шарьинская ТЭЦ и т.д.	ООО «ГК «ОБУХОВОЭНЕРГО», ООО «Лысьва-теплоэнерго», МП «Советсктеплосети», ГЭП «Вологдаоблкоммунэнерго»
Генерирующие объекты находятся в собственности физлиц, малого и среднего бизнеса	до 1 МВт	Используются для собственного энергопотребления. Основной тип электростанции — тепловые (ГТ, ДЭС).	Дизель генераторные станции, микротурбины, газопоршневые системы	Торговые сети «Магнит», «Дикси» и т.д. Деловеперские компании — СУ-155, «Дон-строй Инвест» и т.д. Физические лица, частные домовладения. Предприятия сферы услуг.
Генерация на основе ВИЭ. Структура собственности разнообразна	до 90 МВт	Основной потребитель в непосредственной территориальной близости. Основной тип электростанции — ветровые, солнечные, геотермальные (ВЭС, СЭС, ГеоЭС).	Сакская ВЭС, Останкинская ВЭС, СЭС «Николаевка», СЭС «Перово», Орская СЭС, Мутновская ГеоЭС-1 и т.д.	ГУП «Крымские генерирующие системы», ПАО «Т Плюс», ООО «Авелар Солар Технолоджи», ПАО «РусГидро», ПАО «Фортум»

вый спрос на электрическую и тепловую энергию во всех субъектах Российской Федерации.

Объекты распределенной генерации в Российской Федерации, по мнению автора, можно классифицировать на 5 групп в зависимости от типа собственности и назначения объектов (таблица 2).

Генерирующие объекты первой группы обеспечивают энергоснабжение крупных промышленных центров, второй группы — поставляют электроэнергию на ОРЭМ (оптовой рынок электроэнергии и мощности). Генерирующие активы, представленные в третьей группе, связаны с региональной системой теплоснабжения, объем выработки электрической энергии по данным установкам не велик и направлен на локальное энергоснабжение

малых городов и местных поселений. К генерирующим объектам 4-й группы отнесена генерация установленной мощностью до 1 МВт, используемая на хозяйственные нужды населения, предприятий малого и среднего бизнеса.

Основными потребителями объектов генерации четвертой группы являются предприятия строительства и сферы услуг. Дизельная генерация активно используется на удаленных территориях и в частном домовладении (особенно в сельской местности). Генерирующие объекты пятой группы (на основе ВИЭ) поставляют электрическую энергию потребителям, находящимся в непосредственной территориальной близости. Производство электрической энергии на мощностях ВИЭ находятся в прямой зависимости от климатических условий.

Таблица 3. Сведения о малых электростанциях, функционирующих на территории Российской Федерации с установленной мощностью менее 100 МВт

№ п/п	Электростанции	Установленная мощность, МВт
1	Ветровые электростанции (ВЭС)	132,8
2	Солнечные электростанции (СЭС)	485,2
3	Малые гидроэлектростанции (МГЭС)	2216,4
4	Малые тепловые электростанции (МТЭС)	7494,7
5	Геотермальные электростанции (ГЕОЭС)	74,0
6	Дизельные электростанции (ДЭС)	760,1
7	Прочие электростанции (на основе биомассы и биогаза)	17,1
8	Всего	11180,2

Источник: составлено автором

К объектам распределенной генерации, которые и ранее широко использовались в российской электроэнергетике, можно отнести тепловые электростанции, принадлежащие промышленным предприятиям, преимущественно обеспечивающие их собственные энергетические потребности (так называемые блок-станции), а также теплоэлектроцентрали, осуществляющие комбинированное производство электрической и тепловой энергии и расположенные вблизи центров потребления, и дизельные электростанции, расположенные в удаленных зонах децентрализованного энергоснабжения. К новым (современным) объектам распределенной генерации в первую очередь можно отнести генерацию на основе ВИЭ, а также малую генерацию, основанную на работе газотурбинного оборудования.

В таблице 3 представлены сведения о величине установленной мощности объектов распределенной генерации в Российской Федерации (без учета частных домохозяйств и предприятий малого бизнеса), которые находятся в собственности юридических лиц по состоянию на 11,1 ГВт, что составляет порядка 4–5% от суммарной установленной мощности¹.

В структуре установленной мощности действующих объектов распределенной генерации в Российской Федерации основная доля приходится на тепловые и гидроэлектростанции. Тепловые электростанции с установленной мощностью до 100 МВт практически представлены во всех регионах Российской Федерации. Наиболее высокий уровень установленной мощности по тепловым электростанциям (относимым к распределенной генерации), отмечается в регионах Крайнего Севера и регионах, на территории которых расположены крупные предприятия обрабатывающей и машиностроительной промыш-

ленности. На сегодняшний момент нефтяные компании (АО «Томскнефть» ВНК, ООО «Газпромнефть», ООО «ЛУКОЙЛ») являются локомотивом по внедрению и строительству собственных распределенных объектов генерации, в частности газотурбинных электростанций. Одним из главных стимулов активного строительства и ввода в эксплуатацию ГТУ-ТЭС (газотурбинная теплоэлектроцентраль) на предприятиях газового и нефтяного сектора является существующая система штрафов за сжигание попутного газа. С целью снижения выплат при сжигании попутного газа тепловые электростанции на базе ГТУ-ТЭС активно внедряются и эксплуатируются в Ханты-Мансийском автономном округе, Ямало-Ненецком автономном округе и в Омской области. Кроме этого, активному внедрению собственной генерации в бизнесе по добыче полезных ископаемых способствует географическая удаленность от системы централизованного энергоснабжения.

Гидроэлектростанции малой мощности широко распространены в регионах Северного Кавказа (Республики Кабардино-Балкария, Дагестан) и Северо-Запада (Республика Карелия, Ленинградская и Мурманская области). Данные регионы характеризуются наличием большого объема водных ресурсов и условий для развития малой гидроэнергетики. В изолированных энергосистемах малые гидроэлектростанции расположены на территории Сахалинской и Калининградской областей, Камчатского края.

Дизельная генерация активно используется в регионах Дальнего Востока (Республика Якутия, Камчатский край). На территории Европейской части России крупные дизельные электростанции эксплуатируются в основном на территории Мурманской и Архангельской областей. По оценкам специалистов АО «РАО ЭС Востока» на территории Дальневосточного федерального округа эксплуатируется порядка 500 дизельных электростанций суммарной установленной мощностью 665 МВт. Наибольшее количество ДЭС (166 единиц) эксплуатируются на территории Республики Якутия с суммарной установленной

¹ Величина установленной мощности объектов распределенной генерации определена автором на основании открытых источников информации (годовые отчеты, справочная информация, опубликованная на Интернет-ресурсах).

Таблица 4. Выработка электроэнергии на электростанциях ЕЭС России при прохождении осенне-зимнего периода за 2015–2017 гг., млрд. кВтч [5]

№ п/п	Вид генерации	ОЗП 2014/2015	ОЗП 2015/2016	ОЗП 2016/2017
1	Всего по ЕЭС России, в том числе	565,2	564,9	578,7
1.1	ТЭС, без учета объектов генерации промышленных предприятий	363,7	352,8	320,8
1.2	ГЭС, включая малые ГЭС	67,5	77,7	82,3
1.3	АЭС	103,6	102,4	111,3
1.4	Прочие, в том числе ВИЭ, ТЭС промышленных предприятий	30,4	32	33,1

Источник: Минэнерго России

мощностью 364 МВт (основным оператором ДЭС в регионе является АО «Сахаэнерго» — количество эксплуатируемых станций 136 с установленной мощностью 198,9 МВт). Крупные дизельные электростанции также находятся под оперативным управлением непосредственно ПАО «Якутскэнерго» (16 дизельных электростанций филиалов центральных и западных электрических сетей). На территории Камчатского края функционируют порядка 181 ДЭС с суммарной установленной мощностью 152,15 МВт, в том числе 21 ДЭС АО «ЮЭСК» суммарной установленной мощностью 122,1 МВт [4].

В настоящее время формирование данных по выработке электрической энергии исключительно на объектах распределенной генерации отраслевыми специализированными компаниями и ведомствами (ОАО «СО ЕЭС», ОАО «АТС» и Минэнерго РФ) не предусматривается. Вместе с тем, по данным Минэнерго РФ при прохождении осенне-зимнего периода в 2016/2017 гг. доля в структуре суммарной выработки электрической энергии ЕЭС России приходящиеся на генерирующие объекты распределенной генерации (без учета малых ГЭС) не велика, и составляет 5–6% (таблица 4).

В Российской Федерации, в отличие от ряда зарубежных стран, по-прежнему при разработке и утверждении стратегических документов развития электроэнергетики первоочередное значение отдается развитию мощностей большой энергетики в ЕЭС России. Тем не менее, энергетическая стратегия России на период до 2030 года, в том числе проект «Энергетической стратегии России на период до 2035 года» (утверждена Распоряжением Правительства РФ № 1715-р от 13.11.2009 г.) предусматривает развитие распределенной генерации электроэнергии в виде газотурбинных установок и их сочетания с котлом-утилизатором, с замещением действующих котельных (мощностью от 10 кВт до 60–70 МВт). Стратегией предполагается, что указанные установки будут использоваться как в качестве локальных источников энергоснабжения, так и в виде источников для покрытия пиковых нагрузок, повышая коэффициент использования установленной

мощности крупных энергоустановок. Согласно Стратегии-2030, доля распределенной генерации в производстве электроэнергии тепловыми электростанциями может достичь 15%. Согласно генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики России до 2035 года, к концу периода планирования суммарная установленная мощность электростанций в целом по Российской Федерации планируется на уровне 251–264 ГВт, в том числе генерация на основе ВИЭ (без учета ГЭС) — 2,8 ГВт или 1,1% от суммарной установленной мощности по электростанциям Российской Федерации (на сегодняшний день по оценкам Росстата данный показатель составляет 0,7 ГВт при доле в 0,026%). Основу производства электрической энергии будут составлять тепловые станции (порядка 65% суммарной установленной мощности по электростанциям Российской Федерации). Вместе с тем, к 2035 г. планируется рост доли в структуре установленной мощности атомных и гидроэлектростанций (на долю гидроэлектростанций к 2035 г. должно приходиться порядка 20–21% от суммарной установленной мощности).

Особое внимание в стратегических документах развития электроэнергетики отводится строительству и внедрению объектов генерации, основанных на ВИЭ. В 2017 г. на правительственном уровне было принято решение о формировании проекта плана мероприятий по стимулированию развития микрогенерации ВИЭ [7]. На государственном уровне предполагается создание стимулов для развития производства частными домохозяйствами (за исключением многоквартирных домов) электрической энергии, основанной на ВИЭ. В качестве основных механизмов, необходимых для реализации государственной политики в данной сфере предполагается использовать упрощенную систему технологического допуска к электрическим сетям, введение обязанности для гарантирующих поставщиков перед частными домохозяйствами по покупке выработанной электрической энергии системами микрогенерации. Кроме этого, планируется что владелец генерирующего объекта ВИЭ в случае получения дохода от продажи электрической энергии будет освобожден от необходимости уплаты налогов.

В соответствии с прогнозом Института энергетических исследований Российской Академии Наук (ИНЭИ РАН) в период 2016–2035 гг. среднегодовой темп роста потребительского спроса на электрическую энергию оценивается на уровне 1%. При реализации утвержденных стратегическими документами планов развития электроэнергетики, в части генерирующего сектора, возможный дефицит мощности в рамках ЕЭС России к 2030 г. может составить 54 ГВт, к 2035 г. — 65 ГВт. Плановый дефицит мощности может быть ликвидирован за счет активного ввода мощностей распределенной генерации, особенностью которой является локализация выработки электрической энергии в непосредственной территориальной близости с потребителем [6].

Вместе с тем, с учетом сохранения в структуре выработки электрической энергии высокой доли тепловых станций, необходима государственная поддержка развития возобновляемой энергетики (ветровой, солнечной), особенно актуальным это направление является в изолированных от ЕЭС России энергосистемах с целью снижения издержек на транспортировку топлива. Территориальные и климатические особенности Российской Федерации предоставляют собой широкий спектр возможностей для успешного внедрения и эксплуатации распределенной генерации энергии (особенно на базе возобновляемых источников энергии).

На сегодняшний момент в сфере развития распределенной генерации представляется наиболее актуальным решение следующих задач:

- ◆ при разработке инвестиционных программ в электроэнергетике проведение сравнительного анализа по издержкам и рентабельности между строительством или модернизацией объектов

крупной генерации (с учетом расширения сетевой инфраструктуры) и строительством мощностей распределенной генерации;

- ◆ проведение активной политики поддержки развития бизнес-структур на государственном уровне, которая будет способствовать появлению новых субъектов (операторов), основной деятельностью которых должна стать реализация проектов строительства (консультирование, проектирование) и внедрение распределенной генерации «под ключ», в том числе услуги по последующему гарантийному обслуживанию и технической эксплуатации;
- ◆ Совершенствование государственной политики в отношении участия распределенной генерации на рынках электрической энергии и ценообразования на электрическую энергию, вырабатываемую объектами распределенной генерацией, с учетом их специфики.

Кроме этого, для целей эффективного использования новых технологий при эксплуатации малой распределенной генерации является целесообразным формирование виртуальных электростанций, на базе которой возможна интеграция ресурсов по нескольким источникам в составе единого генерирующего комплекса, находящегося под единым оперативным управлением.

Применительно к нашей стране, активный ввод объектов распределенной генерации будет способствовать повышению эффективности и надежности энергоснабжения потребителей, расположенных в территориально изолированных энергосистемах, а также позволит обеспечить сокращение потерь электрической энергии при передаче по электрическим сетям.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2017 году // АО «СО ЕЭС», М., 2018—37 с.
2. Индексы цен производителей на отдельные виды и группы промышленных товаров // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. — http://www.gks.ru/free_doc/new_site/prices/prom/cena-okpd.htm.
3. Особенности развития и функционирования малой энергетики // Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, М., 2018—68 с.
4. Перспективы развития ВИЭ в зоне децентрализованного энергоснабжения Дальнего Востока // РАО ЭС Востока М., 2017. — 26 с.
5. Основные результаты функционирования объектов электроэнергетики в 2016 году. Итоги прохождения ОЗП 2016–2017 годов // Министерство энергетики Российской Федерации, М., 2017. — 104 с.
6. Хохлов А., Мельников Ю., Веселов Ф., Холкин Д., Дацко К. Распределенная энергетика в России: потенциал развития // Московская школа управления «Сколково», М., 2018. — 87 с.
7. Поручение Заместителя Председателя Правительства Аркадия Дворковича, резолюция от 11 февраля 2017 года № АД-П9–776
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2004 г. № 854 «Об утверждении Правил оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике»

© Агафонов Дмитрий Валентинович (dv_agaphonov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»