

DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-2-107-118
УДК 332.15(045)
JEL G31, G32, P18

Пространственная классификация регионов России по потенциалу распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии

И.С. Мокрышев

Финансовый университет, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Предмет исследования — классификация регионов России по потенциалу распределенной генерации энергии. *Цель работы* — разработка методического подхода к территориальной классификации субъектов Российской Федерации по степени их готовности к внедрению распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) благодаря критическому анализу текущей институциональной модели развития ВИЭ в России, в первую очередь механизма долгосрочных договоров на поставку мощности, не учитывающего пространственную структуру потребления и параметры региональных энергосистем. В статье обоснована необходимость перехода от производственно-ориентированной классификации регионов России к системно-пространственной логике размещения объектов генерации. Предложена методика комплексной оценки потенциала регионов на основе трех показателей: относительной эффективности генерации, экономической целесообразности и синхронности выработки энергии с пиковыми нагрузками. Благодаря полученным результатам исследования разработана классификация регионов по потенциалу распределенной генерации энергии: «локомотивы», «перспективные», «парадоксальные» и «низкопотенциальные», — которая опирается на балльную систему оценки и позволяет формировать основу адресной политики поддержки проектов распределенной генерации. *Сделан вывод* о том, что ключевым критерием эффективности распределения энергии становится не объем энергии, а ее способность быстро заменять дорогую, дефицитную или нестабильную централизованную генерацию в конкретном месте и в нужное время.

Ключевые слова: распределенная генерация; возобновляемые источники энергии; пространственная организация; региональная энергетика; энергетический переход; региональная электроэнергетика

Для цитирования: Мокрышев И.С. Пространственная классификация регионов России по потенциалу распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии. *Экономика. Налоги. Право.* 2025;18(2):107-118. DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-2-107-118

ORIGINAL PAPER

Spatial Classification of Russian Regions by Potential for Distributed Generation Based on Renewable Energy Sources

I.S. Mokryshev

Financial University, Moscow, Russia

ABSTRACT

The subject of the article is the classification of Russian regions by their distributed energy generation potential. *The purpose of the study* is to develop a methodological approach to the territorial classification of the constituent entities of the Russian Federation by their degree of readiness to implement distributed generation based on renewable energy sources based on a critical analysis of the current institutional model for the development of renewable energy sources in Russia, primarily the mechanism of long-term capacity supply contracts that does not take into account the spatial structure of consumption and the parameters of regional energy systems. The article substantiates the need to move

© Мокрышев И.С., 2025

from a production-oriented approach to the spatial classification of Russian regions to a system-spatial logic for the placement of generation facilities.

A three-factor assessment model is proposed including the relative generation efficiency, economic feasibility and synchronization with peak load periods. Based on the results obtained, a classification of regions by their distributed energy generation potential has been developed: "locomotives", "promising", "paradoxical", and "low-potential". The method is based on a scoring system and allows for the formation of a basis for a targeted policy to support distributed generation projects. It is concluded that the key criterion for the efficiency of energy distribution is not volume, but its ability to quickly replace expensive, scarce or unstable centralized generation in a specific place and at the right time.

Keywords: distributed generation; renewable energy sources; spatial organization; regional energy systems; energy transition; regional electricity

For citation: Mokryshev I.S. Spatial classification of Russian regions by potential for distributed generation based on renewable energy sources. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics, taxes & law*. 2025;18(2):107-118. (In Russ.). DOI: 10.26794/1999-849X-2025-18-2-107-118

ВВЕДЕНИЕ

В условиях растущих глобальных вызовов — климатических, энергетических, экономических — переход к устойчивым формам производства и потребления энергии становится неотъемлемой частью стратегического развития государств. Возобновляемые источники энергии (далее — ВИЭ) в силу своей экологической чистоты, масштабируемости и способности к интеграции в распределенные модели энергоснабжения рассматриваются в качестве одного из основных инструментов энергоперехода. Однако на практике эффективность их внедрения в значительной степени определяется пространственными условиями: природно-климатическими особенностями регионов, плотностью и профилем потребления, состоянием сетевой инфраструктуры, а также институциональной средой.

Особенно актуальна проблематика распределения электроэнергетики для Российской Федерации — страны с колоссальной территорией, высокой степенью региональной дифференциации и преимущественно централизованной моделью энергетики.

В последние годы в России наблюдается активизация процессов, связанных с декарбонизацией и модернизацией энергетической системы [1], что нашло отражение в таких документах, как «Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р, и «Стратегия пространственного развития Российской Федерации до 2030 года с прогнозом до 2036 года», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р. В рамках этих нормативных правовых актов обозначены приоритеты устойчивого развития, повышения энергетической

независимости регионов и стимулирования распределенной генерации на основе ВИЭ.

Тем не менее практика реализации проектов ВИЭ в России сталкивается с рядом серьезных институциональных и экономических ограничений, препятствующих рациональной пространственной организации производства и потребления электроэнергии.

Текущая модель пространственного размещения ВИЭ ориентирована преимущественно на технический потенциал генерации (инсоляцию, ветровую нагрузку и пр.) [2], не учитывающий параметры спроса, профиль потребления, графики нагрузки, а также экономические последствия для региональных потребителей. Таким образом, важнейший элемент — синхронизация производства и потребления в пространственно-временном контексте — оказывается исключенным из логики планирования.

В условиях таких институциональных и структурных ограничений возникает необходимость в переосмыслении подходов к региональному развитию возобновляемой энергии. Одним из направлений такого пересмотра может стать разработка пространственной организации регионов России по степени их готовности к внедрению распределенной генерации на базе ВИЭ [3].

В отличие от существующих классификаций, основанных преимущественно на природных ресурсах и установленной мощности, предлагаемая в рамках настоящего исследования типология регионов учитывает как экономические параметры (тарифную нагрузку, структуру потребления), так и институциональные факторы (доступность сетевой инфраструктуры, специфику ценообразования), а также применимость ВИЭ в пиковые часы потребления. Такой подход позволяет более точно оценивать целесообразность внедрения генерации

в конкретном регионе не только с точки зрения инвестора, но и с позиции региональной энергосистемы и конечного потребителя.

Поэтому становится актуальной необходимость формирования пространственной классификации регионов Российской Федерации по их готовности к внедрению распределенной генерации благодаря ВИЭ с учетом существующих институциональных ограничений. В рамках выполнения этой цели решаются следующие задачи: анализ влияния программы стимулирования развития ВИЭ-генерации в Единой энергетической системе России (далее — ЕЭС России) за счет гарантированной оплаты энергии по долгосрочным договорам поставки мощности (далее — ДПМ) на оптовый рынок, заключенным с владельцами объектов генерации, использующих возобновляемые источники энергии (далее — ДПМ ВИЭ), и пространственного размещения источников генерации электроэнергии, включая выделение ключевых параметров региональной готовности; разработку методики классификации субъектов Российской Федерации по степени целесообразности внедрения распределенной генерации на базе ВИЭ; выдвижение предложений по корректировке институциональной политики в сфере поддержки ВИЭ.

Результаты данного исследования могут быть использованы при формировании региональных стратегий устойчивого энергетического развития, а также в инвестиционном планировании для частных и государственных энергетических компаний. Разработка такой типологии представляет собой важный этап на пути к более рациональному и справедливому распределению ресурсов энергетической трансформации в масштабах страны.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

В современном энергетическом ландшафте все большую роль начинает играть распределенная генерация, подразумевающая строительство объекта генерации электроэнергии в непосредственной близости от места потребления, т.е. создание системы производства электроэнергии, ориентированной на локальность, модульность и близость к потребителю. Ее актуальность обусловлена одновременно технологическими изменениями, экономическими вызовами и экологическими требованиями, которые предъявляют новые условия глобального развития [4].

Распределенная генерация — это относительно новое явление для российской электроэнергетики, которое тем не менее занимает все более заметное место в международной практике. Ее распространение вызвано ходом технологического прогресса, удешевлением оборудования, ростом понимания необходимости устойчивого развития и ВИЭ. Вместе с тем само понятие распределенной генерации в настоящее время носит неоднозначный и многогранный характер, что требует более глубокого осмысления и адаптации к условиям конкретной страны, в том числе Российской Федерации.

На современном этапе развития экономики возникла потребность в распределенной генерации, отличающейся как по технологическому содержанию, так и по пространственно-экономическим последствиям.

На сегодняшний день в научной и нормативной литературе насчитываются несколько определений термина распределенной генерации, каждое из которых акцентируется на каких-либо его характеристиках [5]: мощности, подключении, местоположении, принадлежности, режимах работы и т.д. Так, в международной практике распределенная генерация часто определяется как модульная, малая по мощности генерация, находящаяся вблизи места потребления либо непосредственно на нем и не требующая поступления энергии от централизованной энергосистемы.

Основными признаками распределенной генерации, универсально признаваемыми и применимыми в российских реалиях, являются территориальная близость к потребителю и отсутствие необходимости использования централизованной энергосети. При этом размер мощности не может служить ограничителем распределяемой генерации из-за того, что она способна быть как микро-, так и макроуровневой при условии соблюдения вышеуказанных признаков.

Распределенная генерация противопоставляется централизованной генерации не только по географическому признаку, но и по системной логике ее организации. В централизованной модели вся генерация сосредоточена на крупных объектах, откуда энергия передается по магистральным сетям на значительные расстояния до потребителей, что обуславливает потери энергии, необходимость наличия масштабной инфраструктуры, высокие капитальные и эксплуатационные затраты. Напротив, распределенная генерация производится там, где потребляется, что кардинально меняет архитектуру

всей энергетической системы, позволяя не только сокращать потери и издержки при передаче энергии, но и повышать надежность электроснабжения, особенно в удаленных и энергодефицитных регионах [6].

Следует подчеркнуть, что распределенная генерация и ВИЭ — это не просто две пересекающиеся технологии. Они образуют системное единство, в котором каждый компонент усиливает другой. Без распределенной инфраструктуры ВИЭ не могут раскрывать весь свой потенциал локальности и доступности. И, наоборот, без ВИЭ распределенная модель инфраструктуры теряет экологический и стратегический смыслы, поскольку остается зависимой от ископаемого топлива.

В настоящее время стало очевидным, что переход к новой энергетике невозможен без изменения пространственной организации энергетической системы. В центре такой системы должна находиться не крупная электростанция, а энергоактивная территория — город, район, производственный кластер, обладающий собственным энергетическим потенциалом и инфраструктурой.

КРИТЕРИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Пространственная организация в электроэнергетике — это система размещения, взаимодействия и функционирования объектов энергетической инфраструктуры (генерации, передачи, распределения и потребления электроэнергии) в пределах территорий, с учетом их природных, социально-экономических, инфраструктурных и институциональных характеристик [7].

Иными словами, это пространственная логика распределения энергетических потоков, в которой учитываются не только ресурсная база и то, где можно построить объект генерации, но и потребности электроэнергии в конкретном месте, а также возможности ее передачи и распределения [8]. В контексте перехода к ВИЭ и децентрализации энергетики роль пространственной организации возрастает многократно.

Для объективной оценки потенциала и целесообразности внедрения распределенной генерации в том или ином регионе важно учитывать комплекс критериев, отражающих техническую, экономическую и институциональную пригодность территории. Наиболее важными критериями пространственной организации являются:

- технический потенциал;
- профиль нагрузки и выработки;
- состояние и особенности сетевой инфраструктуры;

- институциональные особенности региона.

Каждый из вышеуказанных критериев имеет свои особенности и параметры.

Так, *технический потенциал* — это природно-климатические условия, определяющие возможный объем генерации электроэнергии при использовании ВИЭ [9]. Его основными параметрами являются:

- инсоляция — количество солнечного излучения в год;
- скорость и устойчивость ветра (для ветроэлектростанций);
- температурный режим и наличие осадков;
- доступность площадок и ландшафта;
- наличие малых рек и других возобновляемых ресурсов.

Профиль нагрузки и выработки электроэнергии в распределении баланса потребителей в локальной энергосистеме зависит от того, кто является наиболее крупным потребителем электроэнергии и какой график потребления имеется у потребителей. Этот критерий свидетельствует о целесообразности использования каждого конкретного вида генерации при конкретном графике потребления. Эффективность распределенной генерации растет, если ее выработка совпадает с пиками потребления. Также на степень ее эффективности влияет отдаленность потребителей от источника электроэнергии: чем больше потребителей рядом, тем выше вероятность полного потребления произведенной энергии «на месте», без передачи в сеть. В энергодефицитных или изолированных регионах распределенная генерация может стать основным источником энергии.

Состояние и особенности инфраструктуры определяются следующими факторами:

- удаленностью региона от опорных электросетей;
- изношенностью или дефицитом пропускной способности сетей;
- стоимостью и доступностью подключения к сети;
- сетевыми потерями и ограничениями;
- уровнем потерь в сетях для установления целесообразности распределенной генерации.

В отдаленных и слабо электрифицированных районах, где стоимость доставки электроэнергии

высока, в распределенной генерации видится единственный рациональный способ решения проблемы нехватки электроэнергии.

Под институциональными особенностями региона понимаются не только характеристики, определяющие его физическое состояние: рельеф, типы растительности, климат, наличие водных ресурсов, — но и страны в целом [10]. Даже при высоком техническом и потребительском потенциале проект создания энергосистемы может оказаться неэффективным. Важными параметрами данного критерия могут быть:

- стоимость технологического присоединения;
- поддержка со стороны региональных властей;
- особенности работы биржи электроэнергии;
- срок технологического присоединения;
- возможность получения субсидий, льгот или поддержки.

Не менее важным критерием выступают особенности работы рынка электроэнергетики и ценообразования. Распределенная генерация дает отличную возможность экономии на сетевой составляющей тарифа на электроэнергию, которая может составлять до 80% тарифа на электроэнергию.

Готовность региона к распределенной генерации определяется по совокупности имеющихся условий, при которых ее внедрение на основе ВИЭ будет технико-экономически обоснованным, инфраструктурно выполнимым и институционально допустимым.

РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ – ДПМ ВИЭ И ОТСУТСТВИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ КООРДИНАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ГЕНЕРАЦИИ С РЕГИОНАЛЬНЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ

С переходом мировой энергетики к низкоуглеродной модели производства и потребления особую значимость приобретает развитие ВИЭ, особенно в децентрализованных, распределенных форматах. Россия, несмотря на огромный потенциал возобновляемой энергетики, добилась крайне ограниченных успехов в этом направлении.

Основным механизмом стимулирования ВИЭ в стране на сегодняшний день является система ДПМ ВИЭ, запущенная в 2013 г. и реализуемая в рамках нормативного регулирования оптового рынка электроэнергии.

На первый взгляд, механизм ДПМ ВИЭ представляет собой попытку интегрирования ВИЭ в рынок

через обеспечение гарантии возврата инвестиций посредством участия инвесторов в конкурсах, в результате которых победители получают фиксированные условия возврата вложений денежных средств (включая нормативную доходность) на 15 лет. Однако при более детальном рассмотрении этого механизма становится очевидным, что нынешняя модель ДПМ ВИЭ не решает ключевых задач устойчивого и сбалансированного территориального развития энергетики, а в ряде случаев даже усугубляет структурные и пространственные перекосы.

Одним из главных недостатков действующего механизма ДПМ ВИЭ является отсутствие координации между размещением генерации и региональными профилями потребления. В соответствии с текущими правилами отбор проектов осуществляется на конкурсной основе по критерию минимальной стоимости проекта без оценки региональных потребностей в электроэнергии, учета графика нагрузки, тарифной ситуации или сетевой инфраструктуры. Место расположения объекта генерации ограничивается только ценовыми зонами ЕЭС, где обеспечивается свободный переток мощности и возможна конкуренция между производителями электроэнергии согласно Правилам оптового рынка электроэнергии и мощности, установленным постановлением Правительства РФ от 27.12.2010 № 1172. Это приводит к тому, что генерация концентрируется в «технологически удобных» регионах — с высокой инсоляцией или ветровым потенциалом, минимальной стоимостью подключения, но зачастую с низкой локальной потребностью в электроэнергии.

Другим критическим моментом является то, что система ДПМ ВИЭ поощряет максимизацию суммарной генерации, а не ее «встраиваемость» в энергосистему региона. При этом не оцениваются следующие обстоятельства: в какие часы суток производится энергия, совпадает ли выработка энергии с пиковыми нагрузками сети, снижает ли генерация сетевые потери или усиливает нагрузку на межсетевые перетоки. Таким образом, энергосистема воспринимается как бесконечно эластичная среда, в которую можно бесконечно встраивать новые мощности вне зависимости от спроса, нагрузки и состояния инфраструктуры.

Отсутствие временной и территориальной синхронизации между выработкой и потреблением энергии приводит к тому, что даже при формальной окупаемости проекта, созданного по модели ДПМ, региональная энергосистема может нести допол-

нительные расходы на балансировку, строительство новых сетей, увеличение резервной мощности или значительные потери при транспортировке вырабатываемой электроэнергии до фактического потребителя.

Отсутствие территориальной координации размещения генерации с региональными потребностями приводит к тому, что государственная поддержка направляется не туда, где она нужна больше всего, а концентрируется в «удобных» зонах по техническим характеристикам, что снижает эффективность бюджетной нагрузки и усугубляет территориальное неравенство.

Более того, поскольку выплаты по ДПМ осуществляются через оптовый рынок мощности, затраты на возврат инвестиций ложатся на потребителей электроэнергии по всей стране, а не только на регион, в котором размещен энергообъект. В итоге регионы, где не построено ни одного энергообъекта, оплачивают ДПМ других территорий, не получая при этом ни экономического, ни энергетического эффекта, что создает ситуацию энергетической несправедливости, когда средства перераспределяются в пользу уже более обеспеченных и «удобных» регионов.

Таким образом, можно выделить основные недостатки существующего механизма развития проектов генерации с использованием ВИЭ:

- отсутствие пространственно-энергетической логики при выборе площадок генерации;
- ориентация на выработку, а не на системную ценность генерации;
- игнорирование экономических параметров регионов энергосистемы;
- недоступность механизма ДПМ для передовых технологий и широкого круга инвесторов;
- неэффективное использование общественных ресурсов.

На основании вышеприведенного можно сделать однозначный вывод: текущая модель реализации проектов ВИЭ в России через механизм ДПМ не учитывает пространственно-экономическую специфику регионов, не обеспечивает согласованность с потребностями энергосистем и в ряде случаев наносит вред обеспечению долгосрочной устойчивости и справедливости энергетической политики.

Для исправления создавшегося положения предлагается принять следующие меры, предусматривающие:

- 1) введение территориальной и системной оценки проектов при отборе;

- 2) переход от оценки количества выработки электроэнергии к критерию «ценность замещения»;

- 3) создание специализированных механизмов для передовых технологий в области энергетики;

- 4) обеспечение прозрачного регионального квотирования проектов ВИЭ в рамках программ устойчивого развития;

- 5) оценку эффективности поддержки с учетом территориальных мультипликаторов.

Таким образом, только пространственно-ориентированный подход к размещению объектов ВИЭ, интегрированный с потребностями региональных энергосистем, позволит перейти от формальной «зеленой» повестки дня к реальному энергетическому развитию территорий.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ВИЭ

Методика оценки потенциала региона для реализации проектов распределенной генерации на основе ВИЭ разработана для анализа регионального потенциала размещения объектов распределенной генерации с использованием ВИЭ не только с точки зрения физической генерации, но с учетом экономической и энергетической эффективности. Она основана на балльной системе ранжирования регионов по каждому из основных параметров.

Основными параметрами разработанной методики являются:

- отношение выработки объекта генерации к среднему значению коэффициента использования установленной мощности (далее — КИУМ) конкретного вида генерации по Российской Федерации;
- отношение сетевой составляющей тарифа к средневзвешенной нерегулируемой цене на электроэнергию;
- отношение покрытия пикового потребления выработкой объекта генерации к среднему КИУМу данного вида генерации по Российской Федерации.

Каждый из вышеприведенных параметров имеет свою балльную шкалу оценки. Потенциал региона определяется по среднеарифметическому трех показателей балльной оценки.

Отношение выработки объекта генерации с использованием конкретного ВИЭ к среднему значению КИУМа конкретного вида генерации по Россий-

ской Федерации служит основой для установления целесообразности использования конкретного вида генерации в том или ином регионе.

На примере солнечной электростанции (далее — СЭС) — инженерного сооружения, преобразующего солнечную радиацию в электрическую энергию, — можно рассчитать отношение фактической годовой выработки СЭС, смоделированной в типовых условиях региона, к среднему значению КИУМ по всей территории Российской Федерации. Это дает возможность оценки технического потенциала региона, основанного на климатических условиях, уровне инсоляции и продолжительности солнечного дня. Чем больше значение показателя — тем выше эффективность размещения объекта генерации с точки зрения производительности. В общем виде данный показатель рассчитывается по формуле (1):

$$\text{Отношение выработки к КИУМ} = \frac{\text{КИУМ}_{\text{региона}}}{\text{Средний КИУМ}_{\text{РФ}}}, \quad (1)$$

где отношение выработки к КИУМ — отношение выработки вида генерации в регионе к среднему значению КИУМа конкретного вида генерации по Российской Федерации;

$\text{КИУМ}_{\text{региона}}$ — планируемый КИУМ конкретного вида генерации на территории рассматриваемого региона, %;

средний $\text{КИУМ}_{\text{РФ}}$ — средний КИУМ рассматриваемого вида генерации на территории Российской Федерации, %.

На основании полученных результатов проводится балльная оценка отношения выработки генерации к среднему коэффициенту использования

установленной мощности данного вида генерации на территории Российской Федерации. Распределение баллов по значениям рассматриваемого показателя представлено в табл. 1.

Показатель выработки объекта генерации и его относительная эффективность является одним из базовых индикаторов при оценке энергетического потенциала региона для проектов распределенной солнечной генерации, так как отражает природно-климатическую пригодность территории для использования ВИЭ. Помимо этого, данный показатель позволяет сравнивать эффективность генерации в разных регионах независимо от масштабов проектов и дает основу для первичного отбора перспективных локаций до оценки экономических параметров. Высокое значение данного показателя означает, что в регионе ВИЭ будут работать с большей отдачей. Это снижает себестоимость единицы продукции и повышает конкурентоспособность проекта для электроснабжения региона.

Не менее важным показателем является соотношение сетевой составляющей тарифа на электроэнергию с ее нерегулируемой рыночной ценой. Данный показатель отражает долю сетевой составляющей (стоимости услуг по передаче и распределению электроэнергии) в общей структуре тарифа на электроэнергию в конкретном регионе. Это позволяет понять, насколько высока доля затрат на передачу и распределение электроэнергии в конкретном регионе по отношению к себестоимости производимой продукции. Высокие значения этого соотношения указывают на то, что распределенная генерация может снижать расходы конечного по-

Таблица 1 / Table 1

Балльная оценка отношения выработки в регионе к среднему значению КИУМа конкретного вида генерации по Российской Федерации / A point estimate of the ratio of output in the region to the average value of the installed capacity utilization factor for a specific type of generation in the Russian Federation

Значение показателя / The value of the indicator	Балльная оценка (А) / Score (in points) (A)	Интерпретация оценки / Interpretation of the assessment
$\leq 95\%$	1	Использование данного вида генерации даст меньше результата в данном регионе, чем в среднем по стране
$> 95\%;$ $< 100\%$	2	Данный вид генерации не уступает среднему показателю по стране и имеет хороший потенциал
$\geq 100\%$	3	Генерация с помощью данного ВИЭ дает значительную пользу

Источник / Source: составлено автором / compiled by the author.

требителя и повышать экономическую устойчивость системы исключительно за счет нивелирования логистических издержек. Расчет данного отношения производится по формуле (2):

$$\text{Доля сетевой составляющей} = \frac{\text{Сетевая составляющая}_{\text{регион}}}{\text{Средневзвешенная нерегулируемая цена}_{\text{ценовая зона}}}, \quad (2)$$

где доля сетевой составляющей — отношение сетевой составляющей тарифа на электроэнергию в зоне деятельности гарантирующего поставщика в рассматриваемом регионе к средневзвешенной нерегулируемой цене на электроэнергию;

сетевая составляющая_{регион} — сетевая составляющая тарифа на электроэнергию в зоне деятельности гарантирующего поставщика в рассматриваемом регионе, которая включает ставку за содержание сетей, оплату услуг по передаче, инфраструктурные надбавки, перекрестное субсидирование и сбытовую надбавку на заданном уровне напряжения, руб./кВт·ч;

средневзвешенная нерегулируемая цена регион — средневзвешенная свободная нерегулируемая цена на электрическую энергию для потребителей на оптовом рынке на сутки вперед за рассматриваемый период, руб./кВт·ч.

В табл. 2 представлено распределение баллов в зависимости от получаемого значения доли сетевой составляющей в тарифе на электроэнергию.

Справедливости ради следует заметить, что себестоимость генерации электроэнергии из ВИЭ не всегда равна биржевой стоимости электроэнергии. Она может быть как выше, так и ниже биржевого курса на электроэнергию и мощность, в зависимости от вида генерации. Тем не менее это касается экономической эффективности каждого конкретного проекта, а не средней оценки потенциала региона.

Показатель покрытия платы за мощность соотносит график выработки СЭС с пиковыми нагрузками в регионе. Им оценивается, насколько энергия, произведенная на объекте, может быть использована именно в те часы, когда возникает наибольшая нагрузка на энергосистему. Это важно не только с точки зрения тарифов (в пиковые часы энергия обычно дороже), но и с позиции обеспечения устойчивости системы, поскольку замещение централизованной энергии в эти периоды снижает нагрузку на сети. Расчет этого показателя производится по формуле (3):

$$\text{Покрытие платы за мощность} = \frac{\text{Доля генерации в пиковые часы}_{\text{регион}}}{\text{Средний КИУМ}_{\text{рф}}}, \quad (3)$$

где покрытие платы за мощность — отношение покрытия пикового потребления в регионе выработкой объекта генерации к среднему КИУМу данного вида генерации по Российской Федерации;

Таблица 2 / Table 2

Балльная оценка отношения сетевой составляющей тарифа к средневзвешенной нерегулируемой цене на электроэнергию / A point estimate of the ratio of the network component of the tariff to the weighted average unregulated price of electricity

Значение показателя / The value of the indicator	Балльная оценка (В) / Score (in points) (B)	Интерпретация оценки / Interpretation of the assessment
≤ 1	1	Такая оценка свидетельствует о том, что за счет замещения сетевой составляющей нельзя покрыть расходы на производство электроэнергии
$> 1; < 2$	2	Оценка в 2 балла демонстрирует экономию за счет нивелирования данной статьи расходов в оплате электроэнергии
≥ 2	3	Если сетевая составляющая более чем в 2 раза выше себестоимости производимой электроэнергии, может быть достигнута значительная экономия от внедрения объекта распределенной генерации с использованием возобновляемых источников энергии

Источник / Source: составлено автором / compiled by the author.

доля генерации в пиковые часы_{регион} — количество пиковых часов в регионе, в которые рассматриваемый вид генерации производит электроэнергию для замещения платы за мощность, %;

средний КИУМ_{рф} — средний КИУМ рассматриваемого вида генерации на территории Российской Федерации, %.

Балльная оценка региона в зависимости от показателя покрытия платы за мощность представлена в табл. 3.

Этот параметр является ключевым для оценки синергии генерации и потребления, особенно в условиях децентрализации энергетики. В отличие от классических подходов, основанных только на объеме генерации, здесь делается акцент на временную релевантность — когда именно происходит генерация. Если генерация приходится на пик нагрузки, она замещает дорогую сетевую электроэнергию и снижает нагрузку на сеть. Если генерация происходит в непиковые часы, она менее полезна, а иногда приводит к техническому дисбалансу.

На основе этих трех показателей осуществляется балльная оценка регионов. Для каждого показателя выделяются шкалы интерпретации: от низких значений (1 балл), указывающих на слабую пригодность региона по конкретному критерию, до высоких (3 балла), свидетельствующих о благоприятных условиях. Итоговая оценка формируется как среднее значение всех трех параметров и позволяет создавать

типологию регионов. Расчет потенциала региона применения проектов распределенной генерации с использованием возобновляемых источников энергии производится по формуле (4):

$$\text{Потенциал региона} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A + B + C, \quad (4)$$

где потенциал региона — средняя балльная оценка всех показателей использования проекта распределенной генерации с возобновляемыми источниками энергии в рассматриваемом регионе;

n — количество рассматриваемых элементов;

A — балльная оценка отношения выработки в регионе к среднему значению КИУМа конкретного вида генерации по Российской Федерации;

B — балльная оценка отношения сетевой составляющей тарифа к средневзвешенной нерегулируемой цене на электроэнергию;

C — балльная оценка отношения покрытия пикового потребления выработкой объекта генерации к среднему КИУМу данного вида генерации по Российской Федерации.

Показатель потенциала региона нельзя интерпретировать как однозначную оценку применимости того или иного вида генерации. Однако на основании расчетов, осуществленных с помощью вышеприведенной методики, можно заранее определить наиболее перспективные регионы для развития распределенной генерации с использованием

Таблица 3 / Table 3

Балльная оценка отношения покрытия пикового потребления выработкой объекта генерации к среднему КИУМу данного вида генерации по Российской Федерации / A point estimate of the ratio of peak consumption coverage by the generation facility to the average utilization rate of the installed capacity of this type of generation in the Russian Federation

Значение показателя / The value of the indicator	Балльная оценка (С) / Score (in points) (C)	Интерпретация оценки / Interpretation of the assessment
$\leq 100\%$	1	Данная оценка свидетельствует о том, что вырабатываемая энергия не покрывает равнозначное потребление мощности из сети
$> 100\%;$ $< 200\%$	2	При текущей ситуации внедрение проекта распределенной генерации равномерно распределится при покрытии пикового потребления и тариф замещаемой электроэнергии останется равнозначным
$\geq 200\%$	3	Показатель более чем 200% подразумевает, что основная часть пикового потребления покрывается за счет реализуемого источника электроэнергии

Источник / Source: составлено автором / compiled by the author.

возобновляемых источников энергии и провести их классификацию:

1) регионы-локомотивы — субъекты с высоким техническим потенциалом, экономической и сетевой обоснованностью и благоприятной синхронностью генерации и потребления. Эти территории представляют собой оптимальные площадки для масштабного внедрения распределенной генерации. Вероятнее всего, что любой проект по анализируемому виду возобновляемого источника энергии в этом регионе будет экономически эффективным;

2) перспективные регионы — обладают высоким потенциалом, но сталкиваются с институциональными или тарифными барьерами. В отношении этих регионов необходимо усиление поддержки со стороны государства, создание программ субсидирования и упрощение процедур подключения, рассмотрение каждого проекта отдельно;

3) парадоксальные регионы — отличаются высокой генерацией энергии или обеспечивают системную пользу, за счет которой даже отставание по двум из трех показателей не будет препятствовать получению высокого эффекта от проекта распределенной генерации на основе ВИЭ. Проекты в данных регионах требуют тщательной проработки и особых условий реализации;

4) низкопотенциальные регионы — характеризуются слабым техническим потенциалом, низкой плотностью потребления и устойчивыми централизованными системами. Вероятнее всего, в данных регионах будет нецелесообразным осуществление проектов распределенной генерации с использованием ВИЭ. Однако даже здесь могут быть реа-

лизованы точечные проекты, например в рамках энергоснабжения изолированных потребителей.

Соответствие классификации результатам оценки потенциала регионов представлено в *табл. 4*.

Таким образом, распределение критериев и классификация регионов позволяют переходить к системе адресной поддержки, в которой меры стимулирования ВИЭ будут применяться по отношению к тем регионам, где они действительно востребованы и приносят максимальный эффект.

Итогом внедрения представленной методики может стать формирование пространственно сбалансированной энергетической политики, где новые мощности размещаются с учетом реальной нагрузки, экономической целесообразности и территориальной справедливости.

ВЫВОДЫ

Современное состояние российской электроэнергетики подвергается критике со стороны ученых за несоответствие размещения новых генерирующих мощностей реальным потребностям региональных энергосистем. Особенно остро это проявляется в сфере развития ВИЭ, где применяемая модель государственной поддержки через механизм долгосрочных договоров на поставку мощности демонстрирует значительное расхождение между формальными показателями успеха и фактической эффективностью размещения объектов. Несмотря на заявленную цель поддержки экологически чистой генерации, пространственные последствия реализации проектов в рамках ДПМ ВИЭ приводят к усилению энергетического и тарифного неравенства между регионами.

Таблица 4 / Table 4

Балльная оценка отношения покрытия пикового потребления выработкой объекта генерации к среднему КИУМу данного вида генерации по Российской Федерации / A point estimate of the ratio of peak consumption coverage by the generation facility to the average utilization rate of the installed capacity of this type of generation in the Russian Federation

Балльная оценка / Score (in points)	Потенциал региона / The region's potential
≤ 1	Низкопотенциальные регионы
$> 1; < 2$	Перспективные регионы
≥ 2	Регионы-локомотивы
Один из показателей = 3	Парадоксальные регионы

Источник / Source: составлено автором / compiled by the author.

Нынешняя практика размещения объектов солнечной и ветровой генерации основывается на принципе минимизации издержек и максимизации выработки, тогда как параметры спроса, графики нагрузки, дефицитность мощностей и территориальные особенности инфраструктуры в большинстве случаев остаются вне поля внимания ученых и практиков. Это приводит к концентрации ВИЭ-объектов в технически благоприятных, но системно обеспеченных регионах, в то время как реальные потребности, например в снижении тарифов или обеспечении надежного энергоснабжения, не удовлетворяются в других регионах.

Представленная региональная классификация, основанная на комплексной оценке технического потенциала, профиля потребления, состояния сетевой инфраструктуры и институциональных условий, позволяет взглянуть на исследуемую проблему с новой стороны. Регионы, классифицированные как «локомотивы», сочетают в себе высокий потенциал возобновляемой генерации и выраженные системные потребности, что делает их наиболее целесообразными с точки зрения государственной поддержки. Однако, несмотря на наличие таких регионов, поддержка в рамках ДПМ зачастую оказывается иным территориям, где могут быть по-

лучены формально лучшие показатели выработки энергии без улучшения территориального энергетического баланса. Это порождает так называемые «парадоксальные» регионы — субъекты с высокой генерацией на ВИЭ, но с низкой востребованностью этой энергии в локальной системе, отсутствием синхронности с потреблением и часто с дополнительными затратами на балансировку.

Сложившаяся ситуация требует не просто корректировки деталей, а полноценного пересмотра принципов распределения государственной поддержки в электроэнергетике. В первую очередь это касается самого механизма ДПМ ВИЭ, в котором до сих пор отсутствует привязка к территориальной структуре потребления и сетевой архитектуре. Для того чтобы этот инструмент способствовал устойчивому и сбалансированному развитию, необходимо включить в процедуру оценки проектов параметры замещения пикового спроса, экономической выгоды в сетевом контексте и территориальной целесообразности размещения. Ключевым критерием эффективности становится не объем произведенной энергии, а ее способность подмены дорогой, дефицитной или нестабильной централизованной генерации в конкретном месте и в нужное время.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рябчик А. П. Малая энергетика-драйвер развития России. *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*. 2023;140(2):41–45.
2. Вазим А. А. Развитие ВИЭ-генерации в России: проблема и перспективы. *Экономика Профессия Бизнес*. 2024;(4):32–41.
3. Довбий И. П. Возобновляемая энергетика России: потребности и возможности регионов. *Управление в современных системах*. 2020;28(4):18–32.
4. Налбандян Г. Г. Ключевые факторы эффективного применения технологий распределенной генерации в промышленности. *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2018;106(1):80–87.
5. Ackermann T. Distributed generation: A definition. *Electric power systems research*. 2001;57:195–204.
6. Курналеева А. А. Создание объекта Распределенной генерации в ЕЭС России. *Наукосфера*. 2021;(7–2):197–204.
7. Казаков М. Ю. Пространственно-экономические задачи реализации региональных инфраструктурных проектов в сфере электроэнергетики. *Экономика устойчивого развития*. 2022;51(3):55–58.
8. Рождественская И. А. Пути реализации принципов устойчивого развития инфраструктуры. *Финансовая жизнь*. 2021;(4):8–10.
9. Брамм А. М. Прогнозирование коэффициента использования установленной мощности для объектов генерации на базе возобновляемых источников энергии для децентрализованных электроэнергетических систем. *Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ*. 2024;(5):411–424.
10. Атаев З. А. Пространственный каркас локальных систем электроэнергетики (на примере Московской области). *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2007;(2):84–95.

REFERENCES

1. Ryabchik A. P. Small-scale energy as a driver of Russia's development. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ehkonomicheskogo universitet = Izvestia of Saint Petersburg State University of Economics*. 2023;148(2) 41–45. (In Russ.).
2. Vazim A. A. Development of RES generation in Russia: Problems and prospects. *Ekonomika Professiya Biznes = Economics. Profession. Business*. 2024;(4): 32–41. (In Russ.).
3. Dovbiy I. P. Renewable energy in Russia: Regional needs and opportunities. *Upravlenie v sovremennykh sistemakh = Management in Modern Systems*. 2020;28(4):18–32. (In Russ.).
4. Nalbandyan G. G. Key Factors for effective application of distributed generation technologies in industry. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment = Strategic Decisions and Risk Management*. 2018;106(1):80–87. (In Russ.).
5. Ackermann T. Distributed generation: A definition. *Electric Power Systems Research*. 2001;57:195–204.
6. Kurnaleeva A. A. Establishing distributed generation facilities in the unified energy system of Russia. *Naukosfera*. 2021;(7–2):197–204. (In Russ.).
7. Kazakov M. Yu. Spatial and economic issues of implementing regional infrastructure projects in the electric power sector. *Ekonomika ustojchivogo razvitiya = Sustainable Development Economics*. 2022;51(3):55–58. (In Russ.).
8. Rozhdestvenskaya I. A. Ways to implement the principles of sustainable infrastructure development. *Finansovaya zhizn' = Financial Life*. 2021;(4):8–10. (In Russ.).
9. Bamm A. M. Forecasting the capacity factor for renewable energy facilities in decentralized power systems. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij i ehnergeticheskikh ob'edinenij SNG = Proceedings of Higher Education Institutions and Energy Associations of the CIS*. 2024;(5):411–424. (In Russ.).
10. Ataev Z. A. Spatial framework of local power systems (Case study of Moscow region). *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya = Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series*. 2007;(2):84–95. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR

Иван Сергеевич Мокрышев — доцент кафедры отраслевых рынков, Финансовый университет, Москва, Россия

Ivan S. Mokryshev — Assoc. Prof., Department of Industry Markets, Financial University, Moscow, Russia
<https://orcid.org/0009-0008-4123-5072>
mokryshev@list.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflicts of Interest Statement: The author has no conflicts of interest to declare.

Статья поступила 13.02.2025; принята к публикации 25.03.2025.
The article was received 13.02.2025; accepted for publication 25.03.2025.
Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.
The author read and approved the final version of the manuscript.