



## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## РОССИЙСКАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ НА БАЗЕ ЕЕ СИНТЕЗА С СЕКТОРОМ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА

Н.Е. Егорова, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия

**Аннотация.** В статье исследуются перспективы развития солнечной энергетики в России как одного из важнейших направлений использования возобновляемых источников энергии и формирования сектора «зеленой» энергетики. Определяются экономические и природно-климатические факторы, содействующие ее росту, и производится сопоставление наиболее значимых экономических индикаторов, характеризующих традиционную и «зеленую» энергетику. Исследуется потенциал малой и микрогенерации возобновляемых источников энергии в ракурсе синтеза их с сектором малого и среднего бизнеса. Разработана схема основных взаимосвязей малого и среднего бизнеса с энергетическим комплексом страны: схема содержит систему прямых и обратных связей, лежащих в основе синергических эффектов, возникающих между предприятиями малого и среднего бизнеса и энергетическими компаниями в процессе развития сектора «зеленой» энергетики. Выявляются резервы развития российской солнечной энергетики. Производится сравнительный анализ различных технологий установки солнечных панелей в контексте их наибольшей приемлемости для природно-климатических условий России на основе статистических данных международного агентства Photovoltaic Geographical Information System. Осуществлено исследование условий генерации энергии на базе технологии вертикальной установки солнечных панелей для различных регионов России и сформулирован вывод о целесообразности ее применения для территорий, имеющих длительный период снежного покрова и высокий уровень альбедо, в том числе - северных и восточных регионов России. В качестве рекомендаций для применения в локациях с проживающим городским и сельским населением предлагается технология вертикальной установки солнечных панелей на стенах зданий и сооружений, являющаяся наиболее экономичной и приближенной к потребителю.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, малая и микрогенерация, малый и средний бизнес, синергия, солнечная энергетика

**Для цитирования:** Егорова Н.Е. Российская солнечная энергетика: стратегии развития на базе ее синтеза с сектором малого и среднего бизнеса // BENEFICIUM. 2022. № 4(45). С. 42-50. DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2022.4(45).42-50

## ORIGINAL PAPER

## RUSSIAN SOLAR ENERGY: DEVELOPMENT STRATEGIES BASED ON ITS SYNTHESIS WITH THE SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESS SECTOR

N.E. Egorova, Central Economics and Mathematics Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Abstract.** The article examines the prospects for the development of solar energy in Russia as one of the most important areas of renewable energy sources and the formation of the "green" energy sector. It identifies economic and climatic factors contributing to its growth and compares the most significant economic indicators characterizing traditional and "green" energy. The potential of small and microgeneration of renewable energy sources in the context of their synthesis with the small and medium-sized business sector is researched. The scheme of the main interconnections between small and medium-sized businesses and the energy complex of the country has been developed: the scheme contains a system of forward and backward linkages underlying the synergistic effects arising between small and medium-sized businesses and energy companies in the "green" energy sector development. The reserves for the Russian solar energy sector development are identified. The comparative analysis of different solar panel installation technologies in the context of their greatest acceptability for natural and climatic conditions of Russia is conducted on the basis of statistical data from the international Photovoltaic Geographical Information System agency. The study of the energy generation technology conditions has been carried out based on the vertical installation of solar panels for different regions of Russia, and the conclusion about the advisability of its use for areas with a long period of snow cover and a high level of albedo, including the northern and eastern regions of Russia, has been formulated. The technology of vertical installation of solar panels on the walls of buildings and structures, which is the most economical and closest to the consumer, is offered as a recommendation for use in locations with an urban and rural population.

**Keywords:** renewable energy sources, solar energy, small and microgeneration, synergy, small and medium business

**For citation:** Egorova N.E. Russian Solar Energy: Development Strategies Based on Its Synthesis with the Small and Medium-Sized Business Sector // BENEFICIUM. 2022. Vol. 4(45). Pp. 42-50. (In Russ.). DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2022.4(45).42-50

## Введение

Проблемы развития солнечной энергетики, как и всего сектора возобновляемой энергетики, являются

дискуссионными и привлекают внимание научного сообщества не одно десятилетие. Сторонники ускоренного роста генерации за счет использования во-

зобновляемых источников энергии (далее - ВИЭ) (солнца, ветра, воды и др.) аргументируют свою позицию необходимостью сохранения окружающей среды, уменьшения отрицательных последствий антропогенной деятельности, усиления процессов международной интеграции для реализации концепции устойчивого развития, принятой в г. Рио-де-Жанейро в 1987 г. [1-5]. Их оппоненты апеллируют к отсутствию у большинства стран мира достаточных экономических предпосылок для быстрого энергетического перехода с преимущественным использованием ВИЭ и указывают на невысокую экономическую эффективность имеющихся альтернативных технологий [6-8].

Доля ВИЭ в мировом энергетическом балансе в 2020-2022 гг. оставалась стабильной и составляла 28.1%, что выше уровня 2019 г. (26.3%) [9]. При этом в отдельных странах ЕС она была существенно выше - на уровне 40% и более от общего производства энергии - и по прогнозам экспертов будет расти. Лидерами развития сектора ВИЭ (в научной литературе он получил также название сектора «зеленой» энергетики) являются Китай, Дания, Кения, Индия, Исландия, ОАЭ и др.

В России доля ВИЭ в ее энергетическом балансе (по состоянию на начало 2022 г.) не превышает 0.6% [6]. Таким образом, Россия реализует крайне консервативную стратегию так называемого постепенного энергетического перехода. В связи с этим возникает целая серия актуальных вопросов:

- насколько целесообразна для России «договоряющаяся» стратегия или для нее нужен особый путь в области развития «зеленой» энергетики?
- какое направление ВИЭ (ветровое, солнечное или биогазовое) будет предпочтительней в российских условиях и каково соотношение сфер их возможного применения?
- какие имеются недоиспользованные резервы для развития сектора «зеленой» энергетики в российских условиях?
- какую роль в этом процессе может оказать привлечение капитала малого и среднего бизнеса?
- каким образом может быть адаптирован зарубежный опыт?

Целью статьи является определение базовых теоретико-методологических принципов формирования стратегий развития солнечной энергетики (как одного из важнейших направлений сектора «зеленой» энергетики) в контексте синтеза ее с малым и средним бизнесом и разработка рекомендаций по их реализации в российских условиях.

В статье использованы методы системного и сопоставительного качественного анализа, применяемые как для исследования отдельных секторов национального хозяйства, так и для выявления закономерностей взаимодействия между ними. В том числе: классификационные методы, использованные при выявлении наиболее важных факторов, влияющих на развитие сектора «зеленой» энергетики; сопоставительный анализ развития сектора «зеленой» энергетики в различных странах мира; системный анализ сектора малого и среднего бизнеса с учетом различных категорий предприятий; кибернетическая схема взаимосвязей между энергетическим комплексом и сектором ВИЭ с наличием прямых и обратных связей между ними, разработанная автором.

## Результаты и их обсуждение

### Основные факторы, влияющие на развитие сектора «зеленой» энергетики

В последние годы сектор мировой «зеленой» энергетики развивался достаточно высокими темпами: с 2000 г. его ежегодный рост составил 3.2%, в то время как в традиционной энергетике он был более чем в 2 раза ниже (1.4% в год). Основные причины ускоренных темпов роста «зеленой» энергетики в сравнении с традиционной энергетикой представлены на рис. 1.



Рис. 1. Основные факторы, влияющие на развитие сектора «зеленой» энергетики / Fig. 1. The Main Factors Influencing the Development of the «Green» Energy Sector

Источник: разработано автором / Source: compiled by the author

1) Приоритеты государственной политики. Один из важнейших среди них - согласованность со сценарием устойчивого развития, разработанным в соответствии с концепцией устойчивого развития [10] и Парижским соглашением о глобальной трансформации энергетической системы в целях удержания роста средней температуры в пределах заведомо ниже 2 °C [11]. В современных условиях (с начала специальной военной операции на Украине) приоритеты изменились: развитие сектора «зеленой» энергетики в странах ЕС в существенной степени стимулируется необходимостью преодоления энергетического кризиса, обусловленного взаимными экономическими санкциями противоборствующих сторон. В России также произошло смещение приоритетов государственной политики. На рубеже 2020-х гг. считалось, что игнорирование факта необходимости постепенного перехода к «зеленой» энергетике является признаком недальновидности энергетической стратегии, негативные последствия которой скажутся в будущем. Такая позиция государства была отражена в серии официальных документов [12], устанавливающих целевые ориентиры по развитию ВИЭ и др. В этот период рост темпов развития «зеленой» энергетики стал характерной чертой российской экономики. В 2021 г. суммарная выработка ВИЭ в единой энергосистеме страны выросла на 74.8%. Установленная мощность солнечных электростанций (далее - СЭС) увеличилась на 13.5%. Более существенным стал прирост в ветровой энергетике: годовая выработка ветровых электростанций (далее - ВЭС) выросла на 162.4% - до 3019.8 кВт / ч [13]. В связи с осложнением международной обстановки, введением санкций и уходом иностранных инвесторов из сектора

российской «зеленой» энергетики многие проекты оказались не реализованы. Возникла необходимость быстрого импортозамещения, осуществления социальных программ, инвестирования в военно-промышленный комплекс и т.д., что значительно сузило область возможностей развития «зеленой» энергетики как задела на будущее. Следует ожидать снижения темпов так называемого энергетического перехода с ориентацией на «зеленую» энергетику и дальнейшего увеличения разрыва между уровнями развития этого сектора в России и за рубежом.

2) Более высокая экологичность. Выработка энергии на основе ВИЭ оказывает существенно меньшее нега-

тивное антропогенное воздействие на природную среду, чем традиционная энергетика, поскольку она не сопровождается значительным выделением углекислого газа.

3) Рост эффективности производства «зеленой энергии». Это достигается применением более экономичных альтернативных технологий выработки электроэнергии. В текущих условиях ВИЭ уже в ряде случаев рентабельнее многих других традиционных источников (табл. 1). Ожидается, что к 2040 г. себестоимость производства электроэнергии на СЭС и ВЭС во многих регионах будет ниже, чем на электростанциях ископаемых видов топлива [14, 15].

Таблица 1 / Table 1

Динамика цен генерации электроэнергии с использованием ВИЭ и традиционных источников, 2010-2020 гг. / Price Dynamics of Electricity Generation Using Renewable and Conventional Sources, 2010-2020

Виды генерации / Types of Generation	Темп снижения цен, % / Rate of Price Decrease, %	Диапазон вариаций, центы за кВт / ч / Variation Range, cents per kWh
Ветровая энергетика (ВЭС)	-48%	[8.9-3.9]
Солнечная энергетика (СЭС)	-85%	[38.1-5.7]
Традиционные источники	-	[5.5-14.8]
Наиболее удачные проекты:		
1) ВЭС	-	3
2) СЭС	-	1.5

Источник: составлено автором по данным [16] / Source: compiled by the author based on data from [16]

4) Автономия и энергетическая безопасность. Развитие ВИЭ способствует снижению зависимости страны от импорта энергоресурсов. Этот фактор наиболее важен для тех стран, у которых либо отсутствуют значимые запасы традиционных источников энергии, либо имеется несбалансированность между растущим спросом и собственными запасами.

5) Природно-климатические факторы. В том случае, если климат страны характеризуется высокой инсоляцией, то эта особенность способствует развитию в ней солнечной энергетики. Если географическое расположение страны определяется протяженностью ее территории вдоль прибрежной полосы океанов или морей (где есть постоянный бриз), то этот фактор стимулирует развитие ветровой энергетики. Российские природно-климатические условия отличаются многообразием ввиду большой площади занимаемой страной территории, что предопределяет неравномерность размещения различных объектов ВИЭ и преимущественную специализацию части регионов либо на солнечную, либо на ветровую энергетику. Усредненные природно-климатические условия России характеризуются, во-первых, относительно низкой средней инсоляцией (120-200 Вт / кв. м); во-вторых, относительно невысокой силой ветра (средняя скорость 3-5 м / с на 65-70% территории), что обусловлено удаленностью центра от морей и океанов. Эти условия сопровождаются: а) значительной удаленностью децентрализованного потребителя от крупного производителя энергии; б) низкой плотностью населения и экономической нецелесообразностью возведения (или восстановления ветхих) протяженных линий электропередач.

Перечисленные факторы обуславливают такие проблемы развития сектора «зеленой» энергетики в России как:

- необходимость создания значительного числа автономных объектов ВИЭ [17-19];
- обеспечение работы систем аккумулирования и резервирования энергии;
- когенерация различных видов энергии, в том числе создание комплексных систем ВИЭ (когенерация различных видов ВИЭ, предполагающая

диверсификацию оборудования, приводит к уменьшению общей дисперсии случайной величины выработки энергии от действия случайных природных факторов; изменяя состав комплексных систем ВИЭ, можно уменьшать общую дисперсию) [8].

Серьезным природным фактором, который оказывает дестимулирующее влияние на развитие сектора ВИЭ в России, является также наличие больших запасов традиционных энергетических ресурсов (углеводородов). При этом сложившееся соотношение цен на ресурсы в традиционной и возобновляемой энергетике в настоящий момент слабо мотивирует внедрение технологий ВИЭ.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о том, что у России имеются объективные предпосылки для реализации собственной стратегии, состоящей в постепенном переходе к трансформации энергетического комплекса и повышению в нем доли сегмента «зеленой» энергетики, в котором будут представлены различные виды генерации ВИЭ [7, 20-21].

Следует заметить, что развитие «зеленой» энергетики в большей степени зависит от приоритетов государственной политики, нежели от природных факторов. Это подтверждается опытом ОАЭ, где стартовая ситуация во многом была схожа с Россией. ОАЭ много лет развивались за счет нефтяных ресурсов, сейчас эта страна - один из лидеров в использовании ВИЭ.

#### *Перспективы и резервы развития российской солнечной энергетики*

Потенциал солнечной энергии - как самой большой и доступной для человечества - всегда привлекал внимание ученых, специализирующихся в области прогнозирования развития энергетики. Кроме потенциала этот вид ВИЭ характеризуется целым рядом других преимуществ - экологичностью, бесшумностью и др. (табл. 2). Однако взгляды специалистов на развитие солнечной энергетики существенно полярны и в зависимости от конкретной ситуации (государства, географического положения и др.) оказывается прав то лагерь ее сторонников, то противников [3, 22].

Таблица 2 / Table 2

## Достоинства и недостатки использования солнечной энергетики / Advantages and Disadvantages of Using Solar Energy

Достоинства / Advantages	Недостатки / Disadvantages
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Воспроизводимость, как у любого вида ВИЭ.</li> <li>2. Неисчерпаемость, как у любого вида ВИЭ.</li> <li>3. Большие запасы. Сегодня человечество использует лишь 0.002% той солнечной энергии, что приходит на Землю.</li> <li>4. Бесшумность. В установках СЭС нет движущихся частей (в отличие от ВЭС большой мощности, где есть ротор).</li> <li>5. Широкая область применения. Можно использовать: а) как основную установку для отдельных регионов страны, где нет централизованного энергоснабжения; б) как дополняющую или вспомогательную установку; в) в космосе (для МКС); г) др.</li> <li>6. Повсеместность. Можно использовать как на экваторе, так и в северных широтах, по принципу «солнце светит всем».</li> <li>7. Экономичность эксплуатации. Затраты на обслуживание солнечных панелей достаточно низкие: их надо чистить несколько раз в год; гарантия оборудования обычно составляет от 10 лет, средний срок службы - 30 лет.</li> <li>8. Высокая экологическая безопасность. При установке солнечных панелей и сопутствующего оборудования практически отсутствуют выбросы в окружающую среду, объемы токсических отходов невелики.</li> <li>9. Инновационность технологий и их обновляемость. Ожидается, что инновации позволят увеличить КПД солнечных панелей в обозримой перспективе на 50%.</li> <li>10. Реализация концепции «энергоэффективного дома». Используется в Германии, Италии, Японии, США, Испании, Китае, Франции, Чехии, Бельгии, Австралии. Хотя инсоляция на большей части территории России ниже, чем в этих странах, это может быть компенсировано за счет увеличения числа панелей аккумуляторных батарей.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая стоимость приобретения и установки солнечных панелей и СЭС. Требуются методы стимулирования и государственной поддержки.</li> <li>2. Имеет место незначительное загрязнение окружающей среды (парниковые газы, токсичные металлы, химические соединения). Эффект усиливается при быстрой скорости инноваций (что приводит к более частой замене оборудования) и при отсутствии систем переработки замкнутого цикла.</li> <li>3. Низкая удельная мощность (на 1 кв. м). Средний ее показатель для солнечной энергии - 170 Вт / кв. м, что выше, чем у других ВИЭ, но существенно ниже, чем у традиционных источников. Это приводит к необходимости увеличения занимаемой установками площади.</li> <li>4. Прерывающийся цикл производства (солнце не светит ночью и в пасмурные дни), что делает солнечную энергетику дополняющим видом энергетики. Однако она более стабильна, чем другие виды ВИЭ, и в меньшей степени зависит от природных факторов.</li> <li>5. Необходимость аккумуляции солнечной энергии в связи с нестабильностью ее производства. Аккумуляторные батареи больших мощностей имеют высокую цену. При малой и микрогенерации проблема не столь остра, поскольку пиковая нагрузка обычно приходится на светлое время суток, когда и вырабатывается вся необходимая энергия.</li> <li>6. Особенности использования и утилизации некоторых компонент, требующих затрат и загрязняющих окружающую среду.</li> </ol>

Источник: составлено автором по данным [23, 24] / Source: compiled by the author based on data from [23, 24]

Ключевыми природными и технико-экономическими факторами, влияющими на принятие решений о целесообразности развития солнечной энергетики, являются:

- инсоляция: если, например, сопоставить штат Калифорния (США) и северные области России, то уровень фоновой инсоляции (без учета эффекта альbedo) в Калифорнии будет существенно выше, что (при прочих равных условиях) определяет больший потенциал энергии и меньшую ее удельную стоимость;
- ценовые параметры: последние 35 лет цены на фотоэлементы сокращались в соответствии с выявленной эмпирической зависимостью - каждые 5 лет цена падала в 2 раза; таким образом, оценка себестоимости постоянно устаревает ввиду динамичности этого экономического индикатора;
- технико-инфраструктурные характеристики: сложность электрических распределительных сетей и аккумуляции генерируемой энергии (как и их стоимость) растет с увеличением доли солнечной энергетики в электробалансе страны;
- сравнительные данные при сопоставлении с традиционной энергетикой: эта информация значительно различается по странам и временным периодам, однако в целом наблюдается следующая тенденция: верхние границы себестоимости традиционной энергетикой пересекаются с нижними границами оценок себестоимости солнечной энергетики (прежде всего, для одного из ее направлений - фотовольтаики, т.е. установки солнечных панелей); это образует «нишу приемлемости» и формирует «коридор привлекательности» солнечной энергетики [25].

Таким образом, если рассматривается вариант с достаточно высокой инсоляцией, ожидаемыми низкими ценовыми параметрами генерации солнечной энергии при ее относительно невысокой доле в энергобалансе страны и при этом в сочетании с достаточно дорогой местной традиционной энергетикой, то солнечная энергетика окажется предпочтительней. Она может превзойти традиционную энергетикой по рентабельности, не потребует слишком больших инвестиций в инфраструктуру и будет экологичнее. Для многих стран эти условия во многом соблюдаются. Именно поэтому в последние 20 лет происходил бурный рост солнечной генерации в большинстве стран ЕС и в США, а на сегменте фотовольтаики, по данным Международного энергетического агентства [26], за период 1992-2014 гг. фиксировался экспоненциальный рост.

Развитие солнечной энергетики осуществляется преимущественно за счет крупных объектов ВИЭ, к числу которых относятся, например:

- в США: проект мега СЭС в пустынях Аризоны и Невады, который предполагает использование площади квадратом 170 кв. км и ориентирован на удовлетворение всей потребности страны в электроэнергии;
- в Индии: сеть ультрамега СЭС, образующих солнечные парки, позволяющие решить проблему дефицита электроэнергии в стране;
- в ОАЭ: проект солнечного парка Solar Park Sheikh Mohammed Bin Rashid; др.

Эти проекты максимально реализуют эффект масштаба, что позволяет снизить цену на генерируемую электроэнергию, однако требуют значительных затрат инвестиционных ресурсов, использования больших площадей и высокого уровня инсоляции.

Российская солнечная энергетика существенно отстает от большинства стран по развитию данного сег-



мента «зеленой» энергетики, что объясняется действием уже упоминавшихся тормозящих факторов (наличием больших запасов ископаемых ресурсов, невысоким средним уровнем инсоляции, инвестиционной ограниченностью, обусловленной проводимой промышленной политикой и т.д.). Кроме того, в условиях России стратегия развития «зеленой» энергетики с ориентацией на масштабные объекты ВИЭ, использующие солнечную энергию, нецелесообразна в силу протяженности страны и наличия больших удаленных и малонаселенных территорий, для которых более рациональным является «точечный» подход. Именно такой тип стратегии реализуется в Австралии - стране, которая также характеризуется протяженностью и малонаселенностью значительного числа своих регионов.

Такой локализованный тип развития солнечной генерации позволяет, во-первых, экономить на инфраструктурной компоненте (отпадает необходимость в создании распределительных электросетей); во-вторых, обеспечивает восполнение дефицита электроэнергии местных потребителей и населения. Реализация этой стратегии может быть осуществлена на основе малой и микрогенерации с привлечением капитала малого и среднего бизнеса (далее - МСБ). При этом следует учитывать такую природную специфику российских условий как невысокую инсоляцию и большую продолжительность залегания снежного покрова, что обуславливает выбор технологий, которые максимально эффективно используют потенциал инсоляции.

Таким образом, в развитии российской солнечной энергетики имеются недоиспользованные резервы, состоящие в: 1) развитии малой и микрогенерации на базе МСБ; 2) применении таких технологий солнечной энергетики, которые максимально учитывают специфику российских условий.

#### *Роль МСБ в развитии «зеленой» энергетики*

В последнее время в солнечной энергетике (как и в «зеленой» энергетике в целом) в большинстве стран успешно развивается сегмент генерации, осуществляемой на базе субъектов МСБ. Предприятия МСБ берут на себя функции производства электроэнергии для домашних и фермерских хозяйств, а также других субъектов рынка, находящихся на больших расстояниях от крупных производителей энергии, что обеспечивает уменьшение потерь при передаче энергии потребителям. Кроме того, они принимают на себя трансформационные и инновационные риски, что позволяет снизить потери, неизбежные при освоении новых сфер хозяйственной деятельности, к числу которых относится использование ВИЭ. При этом они:

- выступают как производители возобновляемой энергии, будучи юридическими лицами в сфере «зеленой» энергетики;
- предъявляют спрос на возобновляемую энергию в качестве предприятий, функционирующих как в энергетике, так и в других отраслях национальной экономики;
- разрабатывают и совершенствуют технологии ВИЭ в рамках инновационно-ориентированных фирм;
- осуществляют инновационное обслуживание производителей ВИЭ;
- содействуют развитию регионов с низким уровнем удельного потребления электроэнергии на душу населения.

Особенности взаимодействия МСБ и сектора «зеленой» энергетики определяются как уровнем развития МСБ в различных странах, так и спецификой его структуры. МСБ - важный сектор национального хозяйства развитых рыночных стран, составляющий 40-60% ВВП [27]. В России принята сегментация МСБ по следующим количественным показателям:

- микробизнес - фирмы с оборотом до 120 млн. руб. в год и/или числом сотрудников до 15 человек;
- малый бизнес - фирмы с оборотом от 120 до 800 млн. руб. в год и числом сотрудников от 16 до 100 человек;
- средний бизнес - фирмы с оборотом от 800 млн. руб. до 2 млрд. руб. в год и числом сотрудников от 101 до 250 человек.

Схожие критерии имеются и в других странах Европы, в США.

В то же время МСБ неоднороден и состоит из различных категорий малых и средних предприятий, образующих его гомологичную структуру. Эти категории являются взаимодополняющими, а соотношение между ними определяет сбалансированность МСБ как системы в целом. Таким образом, МСБ может рассматриваться как система гетерогенного типа, в которой различаются следующие категории [28]:

- «*дети*» - новые малые предприятия, вырастающие с течением времени во «взрослую особь» и пополняющие крупный бизнес;
- «*генетические карлики*» - субъекты МСБ, у которых нет целей вырасти до размеров крупной компании; в тех случаях, когда имеются финансовые ресурсы, они склонны к образованию сетей малых фирм, создают интеграции либо по многопрофильному типу, либо по принципу кооперации;
- «*трансформеры*» - наиболее гибкая часть субъектов МСБ, представленная тремя разновидностями: 1) «*путешественники*», легко перемещающиеся в более доходные рыночные ниши; 2) «*реорганизаторы*», изменяющие виды своей деятельности путем достаточно существенных преобразований своего бизнеса; 3) «*имаго*» - «спящие» фирмы, временно не осуществляющие деятельность.

Данные категории МСБ различным образом участвуют в процессах освоения новых ниш (рис. 2).

В инновационных отраслях экономики, к числу которых относится «зеленая» энергетика, значительная часть субъектов МСБ представлена категорией «*детей*», которые первыми проникают в открывающиеся ниши, принимая на себя инновационные риски организации новых производств. Активно ведут себя также «*имаго*», которые «просыпаются» ввиду возможных перспектив организации нового бизнеса. «*Реорганизаторы*», «*путешественники*» и «*генетические карлики*» обычно внедряются в новые области бизнеса как второй эшелон экспансии МСБ. Особенно существенно их отставание в том случае, если новая область сформировалась в сфере промышленного производства, что обусловлено их меньшей мобильностью. Такой же ход событий характерен и при развитии «зеленой» энергетики с привлечением капитала МСБ. При этом взаимодействие МСБ и «зеленой» энергетики сопровождается реализацией синергических эффектов, обеспечивающих эффективную модернизацию как МСБ, так и всего энергетического комплекса в целом.

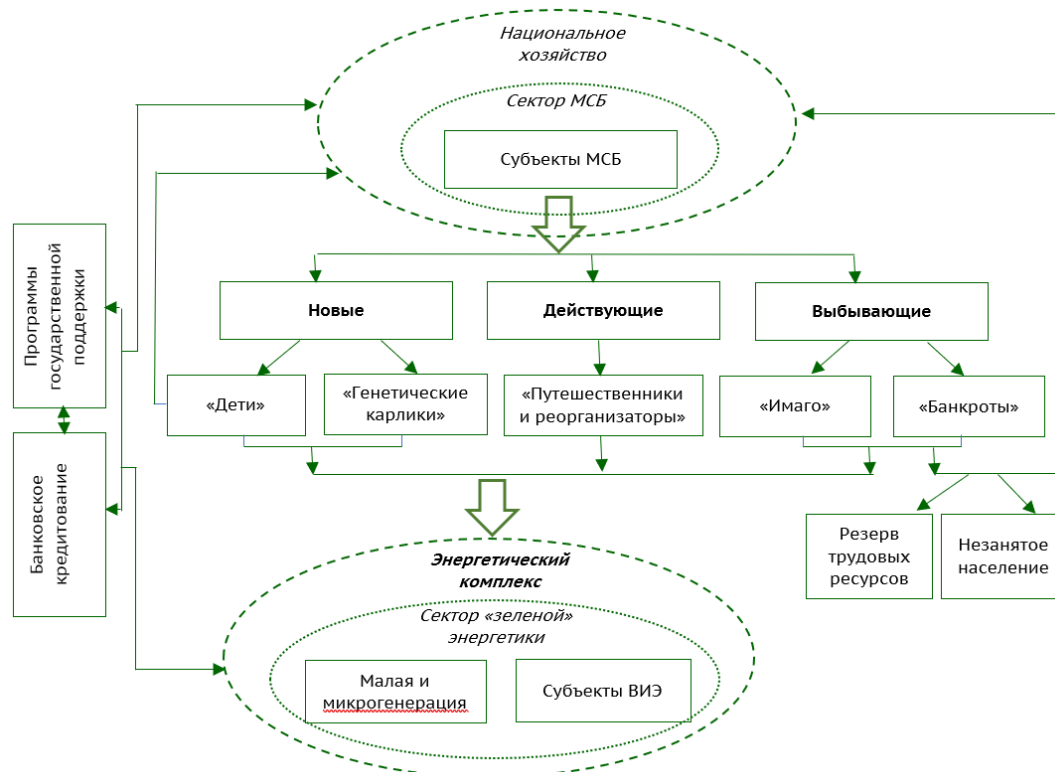


Рис. 2. Схема прямых и обратных связей между субъектами МСБ и ВИЭ в процессе трансформации энергетического комплекса / Fig. 2. Scheme of Forward and Backward Linkages between Small and Medium-Sized Entities and Renewable Energy Sources in the Energy Complex Transformation

Источник: составлено автором / Source: compiled by the author

Трансформация МСБ в результате его взаимодействия с возобновляемой энергетикой особенно актуальна в условиях России. Российская модель МСБ в сравнении с зарубежными аналогами отличается низким уровнем структурной устойчивости. Для нее характерно доминирование такой категории МСБ, как «путешественники», которая сформировалась преимущественно из малых предприятий сферы услуг и торговли. Очень невелика доля промышленных и инновационно-ориентированных малых фирм, образующих состав наиболее стабильной части российского МСБ [29].

В ходе трансформационных процессов структура российского МСБ изменится и станет более сбалансированной за счет увеличения доли «детей», постепенно вырастающих в крупный бизнес, и «генетических карликов», формирующих его устойчивую часть, а также сокращения числа «имаго» и «реорганизаторов». Таким образом, развитие возобновляемой энергетики на базе МСБ повысит его структурную устойчивость как сектора российской экономики [30].

Важную роль при реализации этих процессов играют льготное банковское кредитование субъектов МСБ [31], а также государственные программы поддержки развития «зеленой» энергетики, и в частности, солнечной энергетики. Так, устойчивость роста солнечной генерации в США обусловлена особыми мерами государственного стимулирования - налоговым вычетом, покрывающим 26% расходов, связанных с ее производством [23]. В России для стимулирования ВИЭ используется метод заключения особых договоров по предоставлению мощностей (договоров ДПМ), которые представляют собой специфический тарифный механизм, позволяющий снизить инвестиционные риски компаний-производителей [32, 33].

#### Перспективные технологии развития солнечной энергетики в условиях России

В мировой практике развития солнечной энергетики применяются различные технологии, на базе которых осуществляется использование данного вида ВИЭ, и в том числе - строительство СЭС [5] (однако не все они применимы для российских условий [20, 34]). К числу основных технологий развития солнечной энергетики относятся:

1) Технология плавучих солнечных батарей, устанавливаемых на поверхности различных акваторий; неприемлема для широкого применения в российских условиях ввиду сезонного замерзания большинства водоемов.

2) Технология применения мощных концентраторов энергии и строительства СЭС непосредственно на земной поверхности, обычно в местах сильной инсоляции (например, проект TuNur в Тунисе в пустыне Сахара, проект Solar на Филиппинах др.). Возможности применения этой технологии в России ограничены как по соображениям природного, так и экономического характера. Во-первых, - из-за наличия снежного покрова на большей части территории страны и относительно небольшого числа локаций, где эта технология могла бы быть использована. Во-вторых, эта технология предполагает отчуждение территорий как под установку солнечных батарей, так и под инфраструктуру для последующего их обслуживания и создания сетей для передачи энергии потребителю, который обычно удален от места ее производства (так, для реализации проекта TuNur потребуется отчуждение 180 кв. км, причем затраты на передачу энергии будут значительными). Для условий России подобные проекты использования ВИЭ зачастую уступают традиционным

ционными проектам создания линий электропередачи (ЛЭП).

3) Технология установки солнечных батарей в районах урбанистической и сельской локаций населения, предполагающей микрогенерацию энергии на основе данного вида ВИЭ. Особенность этой технологии состоит в приближенности (а часто и в совпадении) места генерации и потребления энергии, например, в рамках одного домохозяйства. Это практически исключает потери на передачу энергии и соответствующие затраты на сетевую инфраструктуру. При этом существует два варианта установки солнечных батарей: на крышах и на стенах домов. Вариант установки солнечных батарей на крышах для условий России неперспективен ввиду наличия снежного покрова и необходимости постоянной их очистки от снега. Второй вариант существенно лучше, т.к. предполагает не только самоочистку этих устройств во время осадков, но и позволяет использовать эффект альбедо (эффект отражательной способности поверхности в данном случае - снежного покрова), усиливающий инсоляцию. Таким образом, природно-климатические условия России из фактора, препятствующего распространению солнечной энергетики (каким является снежный покров), трансформируются в фактор более эффективного использования солнечной инсоляции.

Данный вывод был подтвержден на основе анализа статистической информации, содержащейся в информационной базе агентства Photovoltaic Geographical Information System [35]. Имеющиеся данные характеризуют возможности генерации электроэнергии для различных технологий применения солнечных панелей в разных регионах России. Проведенный анализ свидетельствует о более высоких перспективах развития солнечной энергетики в северо-восточных регионах страны (по сравнению с южными), что обусловлено наличием более длительного снежного покрова, дающего эффект альбедо. Таким образом, полученные выводы разрушают устоявшийся стереотип, что СЭС обеспечивают летний пик производства электроэнергии [36].

### Заключение

Солнечная энергетика - одно из перспективных направлений развития российского сектора «зеленой» энергетики. В соответствии с поставленной целью исследования в статье определены основные принципы формирования стратегии развития данного направления «зеленой» энергетики в условиях России с участием субъектов МСБ. Для России (с учетом сложившегося международного положения, имеющихся национальных приоритетов и природно-климатических условий) наиболее целесообразным является рациональное сочетание различных крупных объектов ВИЭ с объектами малой и микрогенерации с привлечением капитала МСБ. Это обеспечит: во-первых, повышение структурной устойчивости трансформируемого энергетического комплекса; во-вторых, снижение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду; в-третьих, наряду с другими традиционными источниками малой и микрогенерации обусловит синергические эффекты между развитиями секторов МСБ и «зеленой» энергетики.

Важным, но недоиспользованным ресурсом развития солнечной энергетики является микрогенерация с использованием вертикальных поверхностей зданий и сооружений для установки солнечных панелей. Особенно это актуально для значительной части террито-

рий России с длительным периодом сохранения снежного покрова, позволяющего максимально использовать эффект альбедо.

Для развития солнечной энергетики в России необходимы разработка и обоснование целевой программы, предусматривающей координацию мер поддержки МСБ и индивидуального предпринимательства, а также мероприятий, содействующих развитию объектов «зеленой» энергетики. При этом должны быть задействованы механизмы, заинтересовывающие экономических агентов в применении технологий использования солнечной энергии и обеспечивающие массовое вовлечение как субъектов МСБ, так и населения.

### Библиография

- [1] Данилов-Данильян В.И., Рейф И.Е. Биосфера и цивилизация. М.: Энциклопедия, 2016. 432 с.
- [2] Марченко О.В., Подковальников С.В., Савельев В.А., Соломин С.В., Чудинова Л.Ю. Россия в Евразийской энергетической интеграции // Мировая экономика и международные отношения. 2018. Том 62. С. 18-29. DOI: 10.20542/0131-2227-2018-62-6-18-29
- [3] Порфирьев Б.Н., Рогинко С.А. Альтернативная энергетика и социально-ориентированная экономика // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2016. № 3. С. 4-19. DOI: 10.21638/11701/spbu05.2016.301
- [4] Aklın M., Urpeläinen J. Renewables: The Politics of Global Energy Transition. The MIT Press Cambridge, 2018. 344 p. (На англ.).
- [5] Ashor S. Encyclopedia Britannica (2021). (На англ.). URL: <https://www.britannica.com/science/solar-energy/> (дата обращения 25.10.2022).
- [6] Героева А. Трудный переход. Что ждет возобновляемую энергетику в России? (2022). ЭкоСфера. URL: <https://ecosphere.press/2022/10/26/trudnyj-perehod-cto-zhdet-vozobnovlyaemuyu-energetiku-v-rossii/?ysclid=lb1vw0yisf470398452> (дата обращения 28.10.2022).
- [7] Зеленцова Ж. Общемировые перспективы развития солнечной энергетики (2012). Геологический клуб. URL: <http://pronedra.ru/alternative/2012/09/04/solnechnaya-energetika/> (дата обращения 25.10.2022).
- [8] Велькин В.И. Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах. Екатеринбург: УрФУ, 2015. 226 с.
- [9] Мировая энергетическая статистика (2022). Enerdata. URL: <https://enerdata.energystats.enerdata.net<ru\> (дата обращения 25.10.2022).
- [10] Концепция устойчивого развития (1992). ООН. URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/decl1990.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/decl1990.shtml) (дата обращения 25.10.2022).
- [11] Матиевский Д. Как заработать на зеленой энергетике (2020). Тинькофф журнал. URL: <https://journal.tinkoff.ru/green-energy/?ysclid=lb1wncw01q497624222> (дата обращения 28.10.2022).
- [12] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 октября 2020 г. № 2749-р. (2020). Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010270024?ysclid=lb1wron1wq292262647> (дата обращения 22.10.2022).
- [13] В 2021 году доля ВИЭ в ЕЭС России по мощности выросла до 1,6%, в выработке составила 0,5% (2022). Переток.ру. URL: <https://peretok.ru/news/generation/24427/> (дата обращения 22.10.2022).
- [14] Некрасов С.А. Снижение издержек на интеграцию возобновляемых источников электроэнергии в энергосистему - путь повышения доступности возобновляемой энергетики // Теплоэнергетика. 2021. № 8. С. 5-16. DOI: 10.1134/S0040363621070031
- [15] Энергетика и промышленность России (2020). URL: <https://www.eprussia.ru> (дата обращения 25.10.2022).
- [16] Renewables 2021. Global Status Report. Paris, 2022. 371

- р. (На англ.).
- [17] Зайченко В.М., Чернявский А.А. Автономные системы электроснабжения. М.: Недра, 2015. 285 с.
- [18] Червонченко С.С., Фролов В.Я. Исследование работы автономного электротехнического комплекса с комбинированным составом резервных источников питания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2022. Том 24. № 4. С. 90-104. DOI: 10.30724/1998-9903-2022-24-4-90-104
- [19] Березкин М.Ю., Дегтярёв К.С., Синюгин О.А. Параметры рынка накопителей электроэнергии в контексте развития возобновляемой энергетики // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2018. № 4(196). С. 78-80.
- [20] Шумаев В.А. Развитие солнечной энергетики // В центре экономики. 2022. Том 3. № 2. С. 46-54.
- [21] Горбачева Н.В. Управление возобновляемой энергетикой: мировой опыт и Сибирь // Вопросы государственного и муниципального управления. 2020. № 2. С. 85-113.
- [22] Газман В.Д. Преодоление стереотипов, связанных с возобновляемой энергетикой // Вопросы экономики. 2019. № 4. С. 124-136. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-4-124-136
- [23] Вассенхов Л.В., Атасу А., Дюран С. Солнечная энергетика быстро развивается даже в пандемию (2021). Ведомости. URL: <https://www.vedomosti.ru/management/articles/2021/06/30/876213-solnechnaya-energetika> (дата обращения 24.10.2022).
- [24] Солнечная энергетика. Плюсы и минусы (2020). ИБП-УРАЛ. URL: <https://m.ibp-ural.ru/solnechnaya-energetika-plyusy-i-minusy> (дата обращения 25.10.2022).
- [25] Смирнов А. Солнечная энергетика - сегодня и завтра (2018). Solarb.Ru. URL: <https://solarb.ru/solnechnaya-energetika-segodnya-i-zavtra> (дата обращения 22.10.2022).
- [26] IEA - International Energy Agency (2022). (На англ.). URL: <https://www.iea.org/> (дата обращения 22.10.2022).
- [27] Басарева В.Г. Малый бизнес в системе мер восстановления траектории экономического роста // Проблемы прогнозирования. 2017. № 5(164). С. 79-87.
- [28] Егорова Н.Е., Королева Е.А., Торжковский К.А. Анализ качественной структуры малого бизнеса: основные категории малых предприятий, их функции, особенности стратегий развития // Экономика и предпринимательство. 2020. № 9(122). С. 720-726. DOI: 10.34925/EIP.2020.122.9.140
- [29] Егорова Н.Е. Особенности российской модели малого бизнеса и последствия пандемии COVID-19 // Вестник РГГУ. Серия: Экономика. Управление. Право. 2021. № 1. С. 71-85. DOI: 10.28995/2073-6304-2021-1-71-85
- [30] Егорова Н.Е. Модели и методы анализа устойчивого развития малых предприятий // Экономика и математические методы. 2020. Том 56. № 3. С. 79-90. DOI: 10.31857/S042473880010548-1
- [31] Егорова Н.Е., Королева Е.А. Кредитование субъектов российского малого бизнеса: трансформация традиционной банковской модели в партнерскую // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2020. Том 24. № 2. С. 191-214. DOI: 10.17323/1813-8691-2020-24-2-191-214
- [32] Neftgaz.RU (2022). URL: <https://neftgaz.ru> (дата обращения 22.10.2022).
- [33] Постановление Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке энергии и мощности» (2013). КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_146916/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/?ysclid=lb28q658ng997828121](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146916/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/?ysclid=lb28q658ng997828121) (дата обращения 22.10.2022).
- [34] Дегтярев К.С. Состояние и территориальная организация фотовольтаической солнечной энергетики в России // Окружающая среда и энергоснабжение. 2019. № 1(1). С. 23-38. DOI: 10.5281/zenodo.2559222
- [35] Photovoltaic Geographical Information System (2022). (На англ.). URL: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/) (дата обращения 25.10.2022).
- [36] Иванова И.Ю., Санеев Б.Г., Тугузова Т.П., Халгаева Р.А. Возобновляемая энергетика - одно из направлений снижения антропогенной нагрузки в центральной экологической зоне Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. 2016. № 3. С. 86-90. DOI: 10.21782/GIPRO206-1619-2016-3(86-90)

## References

- [1] Danilov-Danilyan V.I., Reif I.E. Biosfera i tsivilizatsiya [Biosphere and Civilization]. М.: Encyclopedia, 2016. 432 p. (In Russ.).
- [2] Marchenko O.V., Podkovaalnikov S.V., Savelyev V.A., Solomin S.V., Chudinova L.U. Russia in Eurasian Electric Power Integration // World Economy and International Relations. 2018. Vol. 62(6). Pp. 18-29. (In Russ.). DOI: 10.20542/0131-2227-2018-62-6-18-29
- [3] Porfiriev B.N., Roginko S.A. Alternative Energy and the Socially Oriented Economy // St. Petersburg University Journal of Economic Studies. 2016. Vol. 3. Pp. 4-19. (In Russ.). DOI: 10.21638/11701/spbu05.2016.301
- [4] Aklin M., Urpelainen J. Renewables: The Politics of Global Energy Transition. The MIT Press Cambridge, 2018. 344 p.
- [5] Ashor S. Encyclopedia Britannica (2021). URL: <https://www.britannica.com/science/solar-energy/> (accessed on 25.10.2022).
- [6] Geroeva A. Trudnyy perekhod. Chto zhdet vozobnovlyayemyu energetiku v Rossii? [Difficult transition. What awaits renewable energy in Russia?] (2022). Ekosfera. (In Russ.). URL: <https://ecosphere.press/2022/10/26/trudnyj-perekhod-cto-zhdet-vozobnovlyayemyu-energetiku-v-rossii/?ysclid=lb1vw0yisf470398452> (accessed on 28.10.2022).
- [7] Zelentsova Zh. Obshchemirovyye perspektivy razvitiya solnechnoy energetiki [Global prospects for the development of solar energy] (2012). Geological club. (In Russ.). URL: <http://pronedra.ru/alternative/2012/09/04/solnechnaya-energetika/> (accessed on 25.10.2022).
- [8] Velkin V.I. Metodologiya rascheta kompleksnykh sistem VIE dlya ispol'zovaniya na avtonomnykh ob'yektakh [Methodology for calculating integrated RES systems for use at autonomous objects]. Yekaterinburg: UrFU, 2015. 226 p. (In Russ.).
- [9] World Energy Statistics (2022). Enerdata. (In Russ.). URL: <https://enerdata.energystats.enerdata.net<ru> (accessed on 25.10.2022).
- [10] The Concept of Sustainable Development (1992). UN. (In Russ.). URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/decl1990.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/decl1990.shtml) (accessed on 25.10.2022).
- [11] Matievsky D. Kak zarabotat' na zelenoy energetike [How to make money on green energy] (2020). Tinkoff Magazine. (In Russ.). URL: <https://journal.tinkoff.ru/green-energy/?ysclid=lb1wncw01q497624222> (accessed on 28.10.2022).
- [12] Decree of the Government of the Russian Federation dated October 24, 2020 No. 2749-r. (2020). Official Internet portal of legal information. (In Russ.). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010270024?ysclid=lb1wron1wq292262647> (accessed on 22.10.2022).
- [13] V 2021 godu dolya VIE v YEES Rossii po moshchnosti vyroslo do 1,6%, v vyrobotke sostavila 0,5% [In 2021, the share of RES in the UES of Russia in terms of capacity increased to 1.6%, in generation it was 0.5%] (2022). Peretok.ru. (In Russ.). URL: <https://peretok.ru/news/generation/24427/> (accessed on 22.10.2022).
- [14] Nekrasov S.A. Reducing costs for integration of renewable energy sources: a way to making renewable energy more accessible // Thermal Engineering. 2021. Vol. 68(8). Pp. 593-603. DOI: 10.1134/S0040601521070077
- [15] Energy and Industry of Russia (2020). (In Russ.). URL: <https://www.eprussia.ru/> (accessed on 25.10.2022).
- [16] Renewables 2021. Global Status Report. Paris, 2022. 371 p.
- [17] Zaichenko V.M., Chernyavsky A.A. Avtonomnyye sistemy



- elektrosnabzheniya [Autonomous power supply systems]. M.: Nedra, 2015. 285 p. (In Russ.).
- [18] Chervonchenko S.S., Frolov V.Ya. Research of the operation of an autonomous electrical complex with a combined composition of backup power sources // *Power Engineering: Research, Equipment, Technology*. 2022. Vol. 24(4). Pp. 90-104. (In Russ.). DOI: 10.30724/1998-9903-2022-24-4-90-104
- [19] Berezkin M.Yu., Degtyaryov K.S., Sinyugin O.A. Parameters of the electricity storage market in the context of renewable energy development // *Plumbing, Heating, Air-Conditioning*. 2018. Vol. 4(196). Pp. 78-80. (In Russ.).
- [20] Shumaev V.A. Development of solar energy // *In the Center of Economy*. 2022. Vol. 3(2). Pp. 46-54. (In Russ.).
- [21] Gorbacheva N.V. Renewable energy governance: global experience and Siberia // *Issues of state and municipal management // Public Administration Issues*. 2020. Vol. 2. Pp. 85-113. (In Russ.).
- [22] Gazman V.D. Overcoming stereotypes of renewable energy // *Voprosy Ekonomiki*. 2019. Vol. 4. Pp. 124-136. (In Russ.). DOI: 10.32609/0042-8736-2019-4-124-136
- [23] Vassenkhov L.V., Atasu A., Duran S. Solnechnaya energetika bystro razvivayetsya dazhe v pandemiyu [Solar power is booming, even in a pandemic] (2021). *Vedomosti*. (In Russ.). URL: <https://www.vedomosti.ru/management/articles/2021/06/30/876213-solnechnaya-energetika> (accessed on 24.10.2022).
- [24] Solnechnaya energetika. Plyusy i minusy [Solar energy. Pros and Cons] (2020). IBP-URAL. (In Russ.). URL: <https://m.ibp-ural.ru/solnechnaya-energetika-plyusy-i-minusy> (accessed on 25.10.2022).
- [25] Smirnov A. Solnechnaya energetika - segodnya i zavtra [Solar energy - today and tomorrow] (2018). *Solarb.Ru*. (In Russ.). URL: <https://solarb.ru/solnechnaya-energetika-segodnya-i-zavtra> (accessed on 22.10.2022).
- [26] IEA - International Energy Agency (2022). URL: <https://www.iea.org/> (accessed on 22.10.2022).
- [27] Basareva V.G. Small businesses in a system of measures aimed at recovering the trajectory of economic growth // *Studies on Russian Economic Development*. 2017. Vol. 28(5). Pp. 521-527. DOI: 10.1134/S1075700717050033
- [28] Egorova N.E., Koroleva E.A., Torzhevskiy K.A. Analysis of the qualitative structure of small business: the main categories of small enterprises, their functions and features of development strategies // *Journal of Economy and Entrepreneurship*. 2020. Vol. 9(122). Pp. 720-726. (In Russ.). DOI: 10.34925/EIP.2020.122.9.140
- [29] Egorova N.E. Features of the Russian small business model and the consequences of the COVID-19 pandemic // *GGGU Bulletin. Series: Economics. Management. Law*. 2021. Vol. 1. Pp. 71-85. (In Russ.). DOI: 10.28995/2073-6304-2021-1-71-85
- [30] Egorova N.E. Models and methods of analysis of small enterprises' sustainable development // *Economics and Mathematical Methods*. 2020. Vol. 56(3). Pp. 79-90. (In Russ.). DOI: 10.31857/S042473880010548-1
- [31] Egorova N.E., Koroleva E.A. Lending to Russian small businesses: from a traditional to a partnership-based banking model // *Higher School of Economics Economic Journal*. 2020. Vol. 24(2). Pp. 191-214. (In Russ.). DOI: 10.17323/1813-8691-2020-24-2-191-214
- [32] Neftegaz.RU (2022). (In Russ.). URL: <https://neftegaz.ru> (accessed on 22.10.2022).
- [33] Decree of the Government of the Russian Federation of May 28, 2013 No. 449 "O mekhanizme stimulirovaniya ispol'zovaniya vozobnovlyayemykh istochnikov energii na optovom rynke energii i moshchnosti" ["On the mechanism for stimulating the use of renewable energy sources in the wholesale energy and capacity market"] (2013). Consultant Plus. (In Russ.). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_146916/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/?ysclid=lb28q658ng997828121](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146916/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/?ysclid=lb28q658ng997828121) (accessed on 22.10.2022).
- [34] Degtyaryov K.S. Development and location of solar photovoltaic power industry in Russia // *Journal of Environmental Earth and Energy Study*. 2019. Vol. 1(1). Pp. 23-38. (In Russ.). DOI: 10.5281/zenodo.2559222
- [35] Photovoltaic Geographical Information System (2022). URL: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/) (accessed on 22.10.2022).
- [36] Ivanova I.Yu., Saneev B.G., Tuguzova T.R., Khalgaeva R.A. Renewable energy as one of the directions of reducing the anthropogenic load in the central ecological zone of the Baikal natural area // *Geografia i Prirodnye Resursy*. 2016. Vol. 3. Pp. 86-90. (In Russ.). DOI: 10.21782/GiPR0206-1619-2016-3(86-90)

#### Информация об авторе / About the Author

**Наталья Евгеньевна Егорова** - д-р экон. наук, профессор; главный научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия / **Nataliya Ye. Egorova** - Dr. Sci. (Economics), Professor; Chief Researcher, Central Economics and Mathematics Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
E-mail: [nyegorova@mail.ru](mailto:nyegorova@mail.ru)  
SPIN РИНЦ 8431-0359  
ORCID 0000-0002-9055-743X  
Scopus Author 57205100978  
Researcher ID AAG-3559-2019

Дата поступления статьи: 01 ноября 2022  
Принято решение о публикации: 20 ноября 2022

Received: November 1, 2022  
Accepted: November 20, 2022