

**КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ И  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ  
ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**  
SAFETY CULTURE AND SOCIO-ECONOMIC ASPECTS  
DEVELOPMENT OF PLACEMENT TERRITORIES  
NUCLEAR INDUSTRY FACILITIES

УДК 338.24 : 351.862.6  
doi: 10.26583/gns-2022-02-07

**РАЗВИТИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В КОНТЕКСТЕ ЦЕЛЕЙ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

© 2022 Головки Мария Владимировна<sup>1,2</sup>, Сетраков Александр Николаевич<sup>3</sup>,  
Томилин Сергей Алексеевич<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Негосударственное аккредитованное некоммерческое частное образовательное учреждение высшего образования «Академия маркетинга и социально-информационных технологий – ИМСИТ», Краснодар,

<sup>2</sup>Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

<sup>3</sup>Волгодонский филиал ФГКОУ ВО «Ростовский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, Волгодонск, Ростовская обл., Россия

<sup>4</sup>Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

<sup>1,2</sup>golovko178@mail.ru, ORCID <http://orcid.org/ID> iD: 0000-0002-4835-9800

<sup>3</sup>aleksandr-maior@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5599-440X>

<sup>4</sup>SATomilin@mephi.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8661-8386>

*Аннотация.* В статье проанализированы современные особенности развития ветроэнергетики в России. Определено значение возобновляемых источников энергии для решения проблем ограниченности ресурсов и экологической безопасности. Приведены некоторые экономические аспекты ветроэнергетики и сделан вывод о недостаточной эффективности и инвестиционной привлекательности данного сектора энергогенерации. Рассмотрено положительное воздействие ветроэнергетики в контексте реализации целей устойчивого развития. Выявлено значение территориальных технологических кластеров для преодоления барьеров развития ветроэнергетики, среди которых доминируют финансовые и нормативно-правовые факторы. Приведен пример целей и планируемых результатов развития ветроэнергетики в г. Волгодонске Ростовской области.

*Ключевые слова:* возобновляемые источники энергии, ветроэнергетики, экономическая эффективность, цели устойчивого развития, барьеры развития.

*Для цитирования:* Головки М.В., Сетраков А.Н., Томилин С.А. Развитие ветроэнергетики в контексте целей устойчивого развития // Глобальная ядерная безопасность. – 2022. – № 2(43). – С. 68-78. – <http://dx.doi.org/10.26583/gns-2022-02-07>

Поступила в редакцию 20.02.2022

После доработки 01.04. 2022

Принята к публикации 11.04.2022

## **Введение**

Актуальность вопросов устойчивого развития обусловлена длительным глобальным развитием экономики, ориентированным исключительно на получение экономического эффекта безотносительно к последствиям, находящим свое отражение за пределами экономических результатов. Это экологические проблемы, неравенство в социальной сфере и другие, приводящие к системным кризисам, обострение которых существенным образом подрывает основы экономического развития предприятий и

стран. При этом проблема безграничности потребностей и ограниченности природных ресурсов в совокупности с бесконтрольным их использованием поднималась еще древнегреческими философами и легла в основу различных направлений современной экономической теории. Однако переход от теоретических положений к разработке практических инструментов ее преодоления наметился в 70-х гг. XX века, когда Римским клубом был опубликован доклад «Пределы роста», содержащий результаты моделирования сценариев развития, в том числе, включающих крайне пессимистичные, описывающие последствия снижения численности населения в силу избыточного роста потребления. Создание в 1972 г. Программы Организации Объединенных Наций (ООН) по защите окружающей среды стало отправной точкой для обсуждения экологических проблем на международном уровне. В 1983 г. было утверждено понятие устойчивого развития как комплекс мер, направленных на удовлетворение текущих потребностей человечества при сохранении окружающей среды и ресурсов, без ущерба для будущих поколений. В принятой ООН в 2015 г. повестке в области устойчивого развития до 2030 г. были сформулированы 17 целей, достижение которых общими усилиями правительств всех стран позволит обеспечить благополучие человечества при максимально возможном сохранении ресурсов планеты. Реализация указанных целей предполагает использование различных механизмов и инструментов защиты окружающей среды, в частности, развитие альтернативной энергетики, на чем и будет сделан акцент в данной статье. Авторская позиция основывается на том, что доступность энергоресурсов при их разнообразии лежит в основе достижения экономической и социальной эффективности жизнедеятельности населения всех стран.

### **Материалы и методы**

В рамках исследований процессов и результатов достижения целей устойчивого развития были использованы материалы, размещенные на официальных сайтах ведущих международных и российских организаций и содержащие статистические обзоры результатов и анализ основных трендов в сфере обеспечения устойчивого развития, а также научные публикации, посвященные анализу и критике современных тенденций по рассматриваемой тематике. Экономические аспекты развития ветроэнергетики, в отличие от технико-технологических особенностей, еще недостаточно отражены в российской научной периодике, т.к. это направление относительно новое и ветроэнергетика занимает незначительную долю в общем объеме энергогенерации страны. Поэтому основными информационными источниками здесь выступают статистические данные, программные документы органов власти и аналитические обзоры экспертов, размещенные в открытом доступе в сети Интернет [1-6].

Особый интерес среди исследовательского сообщества вызывают вопросы финансирования инвестиционных проектов в сфере ветроэнергетики. Так, ряд авторов рассматривают механизмы государственно-частного партнерства, различные формы привлечения инвестиций, в том числе с использованием государственных фондов, анализируют зарубежные успешные кейсы, классифицируют финансовые риски и барьеры, и делают выводы о возможности бенчмаркинга в российской практике. Ниже приведем некоторые из них.

Так, в частности, Т. Седаш рассматривает меры экономической поддержки возобновляемых источников энергии, которые получили название в западной практике как «feed-in policy» или льготная политика. Это означает обеспечение хозяйствующим субъектам свободного доступа на рынок электроэнергии, отсутствие дискриминации при льготном присоединении к электросетям, субсидирование производителей, грантовая поддержка, освобождение от уплаты экологических налогов, льготные кредиты, введение энергетических тарифов. Одной из рассматриваемых

исследователем мер поддержки является выдача «зеленых сертификатов». Это технический инструмент предоставления прав собственности на экологические, социальные и другие неэнергетические атрибуты воспроизводства энергетических ресурсов из возобновляемых источников. Фактически, он означает, что хозяйствующий субъект произвел электроэнергию из чистых, «зеленых» источников [7].

В настоящее время Министерство энергетики Российской Федерации доработало законопроект о данной форме поддержки [8], а Постановлением Правительства РФ от 21 сентября 2021 года №1587 были утверждены критерии поддержки «зеленых проектов» и инициативных решений в контексте целей устойчивого [9].

Г. Гуров рассматривает ветроэнергетику как один из элементов нового технологического уклада, делая обоснованные выводы о барьерах, формируемых неэффективными экономическими механизмами управления, не учитывающими должным образом экологическую проблему истощения невозобновляемых ресурсов [10, 11].

С. Ратнером проанализированы схемы финансирования проектов по ветроэнергетике с применением международных механизмов, предусмотренных Киотским протоколом и определены проблемы и перспективы их использования для отечественных предприятий и их кластеров [12, 13].

### **Результаты**

Устойчивое развитие трактуется в триединстве глобальных целей – достижение экономического роста, высокий уровень социальной ответственности и экологическая безопасность. В программном документе ООН «Повестка дня в области устойчивого развития», принятого в 2015 г., сформулировано 17 целей устойчивого развития (ЦУР), которые обладают разной актуальностью для разных стран, но разработка мероприятий по их достижению является основой для обеспечения национальной безопасности каждой из них, что должно позволить повысить качество жизни всего населения, включая будущие поколения.

Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является одним из эффективных инструментов реализации ЦУР, как в области экологии, так и в области социально-экономического развития. Понятие возобновляемых источников энергии впервые было приведено в резолюции Генеральной Ассамблеи ООН почти тридцать лет назад, которое включало такие формы энергии, как солнечная, геотермальная, ветровая, энергия приливов, энергия биомассы древесины и проч.

Преимуществами возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ), определяющими повышенный интерес к ним в последнее время, являются следующие:

- неисчерпаемость источников;
- широкое распространение большинства возобновляемых источников;
- отсутствие затрат топлива;
- экологичность, отсутствие вредных выбросов.

Энергия ветра относится к механическому виду возобновляемых источников, ее качество по показателю коэффициента полезного действия, определяющего долю энергии источника, которая может быть превращена в механическую работу, оценивается в пределах значения 0,3-0,4.

Оценку энергетического потенциала ветроэнергетики можно проводить по направлениям, показанным на рисунке 1. Важнейшим структурным элементом является экономический потенциал, поскольку он позволяет определить целесообразность и масштабы применения любого возобновляемого источника энергии, а также зависит от сложившейся рыночной конъюнктуры.

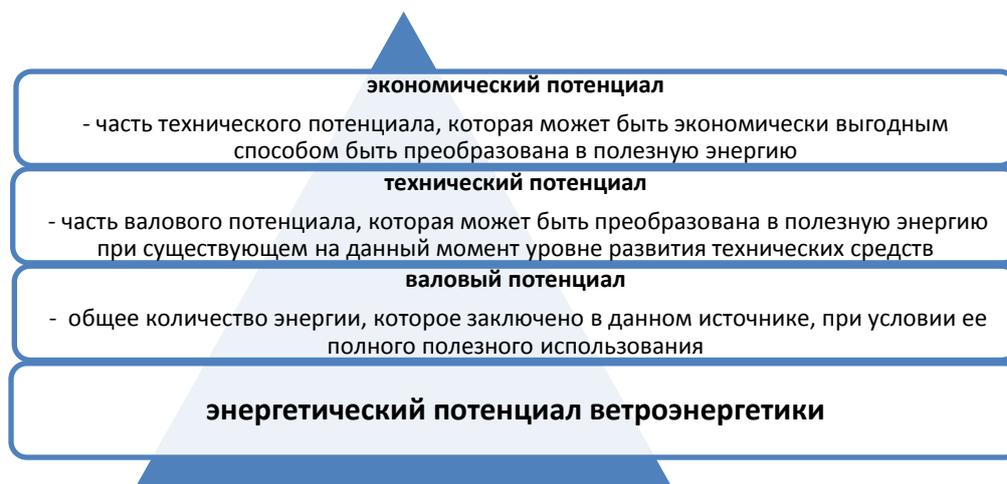


Рисунок 1 – Структура энергетического потенциала ветроэнергетики [составлено автором] [Structure of wind power energy potential] [compiled by the author]

Развитие ветроэнергетики прямо соответствует двум целям устойчивого развития (о косвенном влиянии будет сказано ниже):

- цель 7 – обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех;
- цель 13 – принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями.

По оценкам экспертов, в 2019 г. зарегистрирован рекордный уровень углекислого газа и других парниковых газов в атмосфере, приводящие к изменениям климата и оказывающие деструктивное воздействие на экономику стран и жизнедеятельность населения. Сегодня значительное количество стран идут по пути радикального сокращения выбросов CO<sub>2</sub>, в частности снижая объемы инвестирования в разработку месторождений и добычу ископаемых видов топлива, стимулируя применения технологий в сфере возобновляемых источников энергии и развития безуглеродных технологий. Многие страны Евросоюза определили на национальном уровне стратегическую цель к 2050 г. – достичь стопроцентной климатической нейтральности. Для этого планируются инвестиции в объеме 1-2% от валового внутреннего продукта в «зеленую экономику», базис которой будут составлять ВИЭ и релевантные технологии «зеленого» водорода.

Использование ВИЭ в этом случае станет одним из инструментов преодоления указанной проблемы.

Оценка экономической эффективности ветроэнергетики является достаточно проблематичной, т.к. она зависит от ряда факторов, как контролируемых (стоимость ветроустановки (ВЭУ), так и не поддающихся контролю и регуляции (скорость ветра и стоимость электроэнергии, получаемой из традиционных источников, которую замещает ВЭУ). Экономическая эффективность ВЭУ, по оценкам экспертов, может быть достигнута в случае, когда срок эксплуатации оборудования больше срока окупаемости, но на сегодняшний день эти требования не выполняются:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = nQT_{\text{сл}}(T_{\text{сл}} - T_{\text{ок}}) \times (E_{\text{ст}} - I_{\text{экс}}) \times (C_n - C_{\text{т}}),$$

где  $n$  – число ВЭУ в составе ветроэнергетической системы;

$Q$  – годовой дефицит электроэнергии в регионе, кВт ч/год;

$St$  – удельная стоимость производства электроэнергии от ТИЭ (региональный тариф), руб./кВт ч;

$E=NT$  – электроэнергия, вырабатываемая ВЭУ в год, кВт ч/год;

$I_{\text{экс}} = yK$  – издержки эксплуатации, руб.;

К – капитальные затраты (общая стоимость ВЭУ), руб.

Тсл – срок службы установки, лет;

Ток – период окупаемости, лет [14].

Анализ данных по времени окупаемости показал, что экономическая целесообразность использования ВЭУ будет достигнута в случае, когда срок службы установки будет больше либо равен периоду окупаемости проекта ( $T_{сл} \geq T_{ок}$ ).

Активный прирост мощности ВИЭ в мире обусловлен не экономическим фактором, а, скорее, экологическим. При этом во многих странах происходит выравнивание стоимости энергии, вырабатываемой возобновляемыми источниками и традиционными, т.к. ужесточаются требования к экологической безопасности эксплуатации последних, особенно, работающих на угольном топливе.

В то же время можно отметить не столько непосредственно экономическую эффективность ветроэнергетики, сколько экономический фактор, обуславливающий стратегический для России приоритет ее развития. Так, в частности, развивающийся в мире углеродный протекционизм существенным образом снизит доходы экспортоориентированных предприятий в силу углеродоемкости российского экспорта, которая превышает аналогичный показатель других стран (рис. 2). По оценкам экспертов, эта цифра может достичь 3,6 млрд. евро ежегодно. В этих условиях развитие ВИЭ, в частности, ветроэнергетики, могут стать ответом на указанный вызов.

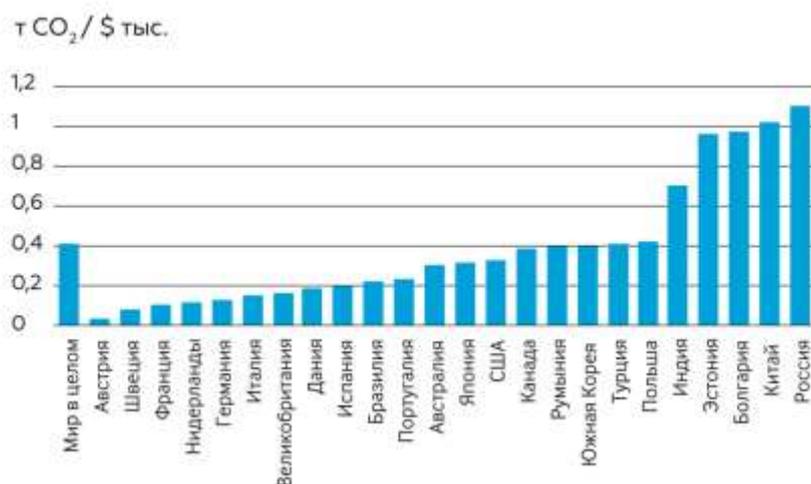


Рисунок 2 – Углеродоемкость экспорта по странам мира по оценкам Московской школы управления «СКОЛКОВО» [Carbon intensity of exports by countries, as estimated by the Moscow School of Management SKOLKOVO] [15]

Создание ветроэнергетических объектов на различных территориях способствует реализации косвенных целей. Например, цели 9 – формирование современной и инновационной инфраструктуры, эффективная индустриализация, позволяющие создавать и развивать конкурентные активы хозяйствующих субъектов, стимулируя тем самым рост занятости и доходов населения. Научно-технический прогресс и инновационные разработки как его результаты, являются приоритетным инструментом в подготовке стратегических решений не только в сфере экономики, но и экологии, направленных на повышение экономической и энергетической эффективности. Отметим, что, в случае отсутствия отечественных технологий энергомашиностроения для ветроэнергетики, будет закреплена зависимость от импорта технологий, что создаст дополнительные угрозы экономической безопасности государства. Именно поэтому крайне важным является обеспечение импортозамещения в данном сегменте промышленности.

Развитие новых технологий в сфере возобновляемых источников энергии создает дополнительные возможности для инноваций в сопредельных сферах производства и обслуживания – мультипликационный эффект результатов инновационной деятельности. Это, в свою очередь, обеспечивает конкурентоспособность государства на международном уровне и базис его экономической безопасности.

Реализация цели 9, в свою очередь, дает возможность достичь цели 11 – обеспечение открытости, безопасности, экологической устойчивости городов и населенных пунктов, сделав их центрами экономического роста при сохранении должного уровня экологической безопасности.

Решение задач в рамках целей 7, 9 и 11 сформирует предпосылки для достижения цели 8 – содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех.

В таблице 1 представлены планируемые результаты развития ветроэнергетики на локальной территории г. Волгодонска и, в целом, Ростовской области, в контексте целей устойчивого развития.

Таблица 1 – Цели и планируемые результаты развития ветроэнергетики в г. Волгодонск Ростовской области [Objectives and planned results of wind energy development in Volgodonsk, Rostov region]

ЦУР	Содержание цели	Результаты развития ветроэнергетики на территории г. Волгодонска	Результаты развития ветроэнергетики в рамках ЦУР
Цель 7	Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ В 2020 году запущена работа шести ВЭУ Фонда развития ветроэнергетики на территории Ростовской области на следующих ветроэлектростанциях:</li> <li>- Сулинская ВЭС мощностью 100 МВт;</li> <li>- Каменская ВЭС мощностью 100 МВт;</li> <li>- Гуковская ВЭС мощностью 100 МВт;</li> <li>- Казачья ВЭС, 50 МВт.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- интеграция в энергетическую систему более дешевых и экологически чистых источников энергии, рост энергетического потенциала города и области;</li> <li>- увеличение заказов производственных предприятий за счет производства нового оборудования для ВЭУ;</li> <li>- создание новых рабочих мест как на предприятиях-объектах ВЭ, так и на производственных и обслуживающих;</li> <li>- рост числа абитуриентов отраслевого вуза и рост спроса на курсы повышения квалификации и переподготовку;</li> <li>- повышение привлекательности города для молодежи за счет развития перспективных технологий и роста возможностей трудоустройства;</li> <li>- рост численности населения;</li> <li>- рост инновационного потенциала территории, выполнение НИОКР специалистами НИИ «Атомного энергетического машиностроения»</li> </ul>
Цель 8	Содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ В рамках дивизиона АО «НоваВинд» локализовано производство статора генератора, ротора и главного подшипника ветроэнергетической установки, генератора, ступицы и гондолы.</li> </ul>	
Цель 9	Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Создано 254 рабочих места, мощность производства составляет 96 ВЭУ в год.</li> <li>✓ Возможно производство ветроэнергетических установок мощностью 2,5 и 4 МВт.</li> </ul>	
Цель 11	Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ООО «Ветро СтройДеталь» в г. Волгодонске Ростовской области производит модульные стальные башни для ВЭУ АО «НоваВинд», в рамках данного проекта создано около 50 рабочих мест.</li> </ul>	
Цель 13		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Степень локализации оборудования ВЭУ, подтвержденная Министерством промышленности и торговли России, по состоянию на начало 2021 года составляет более 65%.</li> </ul>	

Следует отметить, что в качестве примера выбрана территория г. Волгодонска Ростовской области в силу того, что обладает рядом преимуществ, достаточно подробно рассмотренных в [16, 17]:

– город является уникальным с точки зрения сосредоточения на его территории филиалов предприятий четырех дивизионов ГК «Росатом» – электроэнергетический (Ростовская АЭС), машиностроительный (Атоммаш), инжиниринговый (Атомстройэкспорт), ветроэнергетический (АО НоваВинд);

– на территории города расположен филиал ФГОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», осуществляющий подготовку кадров для указанных предприятий.

Как показывает мировой опыт, эффективность развития ВИЭ зависит от наличия в государстве (и, следовательно, с необходимой регионализацией) технологического кластера, объединяющего генерацию энергии, производство, научно-исследовательский сектор и образование. Следовательно, все ключевые критерии присутствуют на рассматриваемой территории муниципального образования, что является фактором успеха, хоть и локальным (рис. 3). Это позволяет достичь целей устойчивого развития в пределах территории города, указанных в таблице 1.

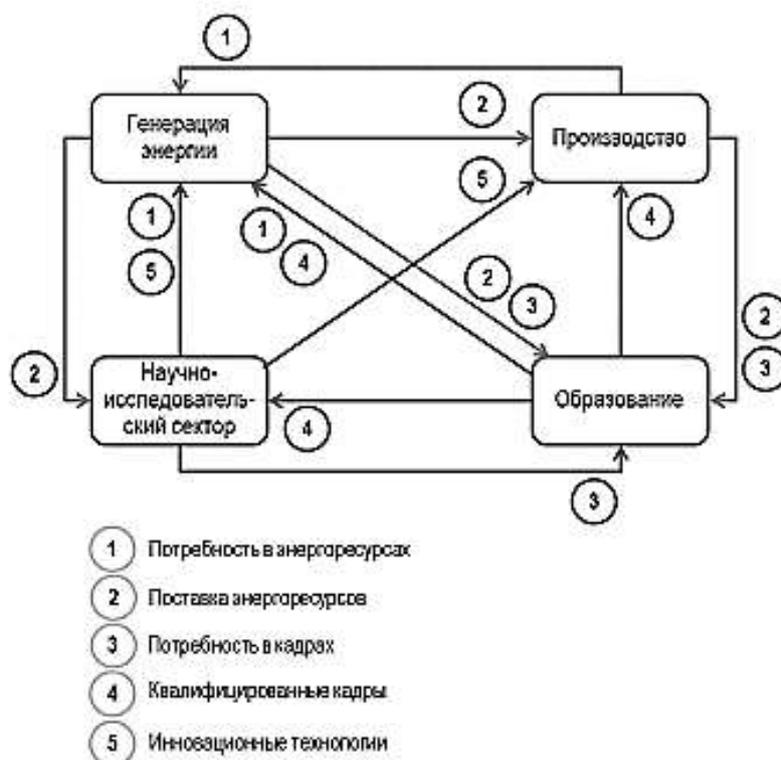


Рисунок 3 – Пример структуры технологического кластера в г. Волгодонске [составлено автором]  
 [Example of a technology cluster structure in Volgogradsk [compiled by the author]]

Общероссийские результаты реализации второго этапа программы поддержки ВИЭ прогнозируются к 2035 году на следующем уровне (рис. 4):

- прирост рабочих мест – свыше 12 000;
- налоговые поступления от ВИЭ – 310 млрд.руб.;
- ежегодный прирост ВВП от ВИЭ на 0,11%;
- каждый рубль, направленный участниками оптового рынка электроэнергии на возврат инвестиций в проекты ВИЭ, принесет 3,6 рубля прироста ВВП;
- привлечение в НИОКР более 15 млрд. руб.;
- создание условий для ежегодного роста экспортной выручки на 8 млрд. руб.

ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ	Ед. изм.	ДПМ ВИЭ 1.0 5,5 ГВт до 2040 г.	ДПМ ВИЭ 2.0 >7 ГВт до 2050 г.
Стоимость программы ДПМ ВИЭ (в номинальных ценах)	млрд руб.	1,8	1,4
Итого установленная мощность ВИЭ (СЭС/ВЭС)*	ГВт	5,5 ГВт (0,3% от мирового объема 2025 года)	>12,5 ГВт (0,4% от мирового объема 2025 года)
Доля ВИЭ в конечной цене электроэнергии в году пикового платежа	%	3,5%	2,1%
Инвестиции в производство	млрд руб.	40	до 50 млрд руб.
Инвестиции в генерацию	млрд руб.	633	540
Объем экспорта	млрд руб.	до 25 млрд руб. к 2024 г.	до 200
Совокупный прирост ВВП	млрд руб.	1010 к 2024 г.	1320 к 2035 г.
Среднегодовой прирост ВВП	%	0,09%	0,11%
Мультипликатор ВВП	X	2,21	2,94
Налоговые поступления	млрд руб.	350 до 2035 г.	312 до 2035 г.
Создание рабочих мест в отрасли (без учета косвенных рабочих мест в смежных отраслях)	чел.	11000	12000 (итого 23000 рабочих мест)
Итоговое ежегодное снижение выбросов CO <sub>2</sub>	млн т экв.	6,3 (0,2% от всех выбросов в РФ 2018 г.)	14,3 (0,45% от всех выбросов в РФ 2018 г.)

Рисунок 4 – Пример структуры технологического кластера в г. Волгодонске [Example of a technology cluster structure in Volgodonsk] [18]

Для поступательного развития ветроэнергетики необходимо проводить мониторинг сдерживающих факторов с целью выбора приоритетов воздействия. Так, в частности, по результатам проведенного электронного анкетирования и интервью, экспертами были определены ряд следующие факторов (таблица 2). Экспертам были заданы вопросы: В1 – считаете ли вы этот фактор барьером? В2 – сталкивались ли вы с данным фактором-барьером в вашей проектной деятельности? В3 – оценка значимости фактора-барьера (среднеарифметическое от 1- абсолютно не важен, до 5 – очень важен, факторы классифицируются на финансовые (Ф), нормативно-правовые (Н), инфраструктурные и сетевые (ИС).

Таблица 2 – Экспертная оценка барьеров развития ветроэнергетики [Expert assessment of barriers of wind energy development] [19]

Тип	Факторы	В1		В2		В3
		Да	Нет	Да	Нет	
Ф	Недостаток инвестиций	8	5	7	6	4,3
Ф	Макроэкономическая ситуация в стране	10	3	8	5	4,2
Ф	Механизм установки тарифов при покупке электроэнергии	7	6	4	9	3,7
Н	Отсутствие координации с другими участниками рынка (университетами, банками, компаниями-производителями)	5	8	7	6	3,4
Ф	Нестабильность курса валют	6	7	7	6	3,3
Н	Недостаток государственных стандартов в отрасли	3	10	4	9	3,3
ИС	Сложность подключения к сети	5	8	5	8	3,3
Н	Отсутствие координации между государством и проектными агентствами	6	7	6	7	3,2
Н	Сложность при получении земли под проекты или при проведении конкурсных отборов	5	8	4	9	3,2
Н	Высокая степень локализации	1	12	3	10	3
ИС	Влияние на устойчивость энергосистемы	2	11	4	9	2,8
Н	Доступность данных о ветровых ресурсах	2	11	2	11	2,5
Ф	Слабая господдержка проектов	10	3	7	6	4,5
ИС	Инфраструктура (в т.ч. транспортная доступность)	9	4	8	5	3,8
ИС	Отсутствие оборудования, адаптированного к использованию в данных регионах	6	7	7	6	3,7
ИС	Доступность квалифицированного персонала	5	8	6	7	3,6
Н	Сложности взаимодействия с органами местного самоуправления	6	7	3	10	3,4
Ф	Перекрестное субсидирование	2	11	2	11	2,9
-	Отсутствие методик оценки эффективности проектов ВИЭ	3	10	2	11	2,8
Ф	Сложная система налогообложения в регионах	3	10	1	12	2,6
-	Социальные факторы (культура, организация жизни в поселках)	3	10	3	10	2,5
-	Изобилие природных ресурсов в регионе (нефть, газ, уголь)	1	12	1	12	2,1

В данной таблице факторы проранжированы по степени их важности – от наиболее важных, к наименее важным. Таким образом, получаем перечень приоритетов

для принятия целенаправленных стратегических решений по преодолению барьеров развития ветроэнергетики. Как видно из представленной таблицы, финансовые факторы доминируют в перечне барьеров – это недостаток инвестиций, макроэкономическая нестабильность в целом, а также механизмы формирования тарифов при закупке электроэнергии. Определенные мероприятия в этом направлении уже запланированы и проводятся, как было отмечено выше, однако, на данный момент, не являются достаточными для исправления ситуации. На четвертом месте экспертами обозначен фактор недостаточной (местами полного отсутствия) координации между всеми стейкхолдерами глобального проекта по развитию ветроэнергетики. Нормативно-правовая база еще не окончательно сформирована, что, с одной стороны, можно назвать объективным фактором в краткосрочном периоде, но необходимо осознавать, что он является, наряду с финансовым, базисом для эффективной реализации любых проектов. Производственный потенциал национальной экономики также недостаточно адаптирован к новым задачам – это касается и материально – технической базы, и кадрового обеспечения предприятий сферы ветроэнергетики.

### Выводы и рекомендации

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Развитие ветроэнергетики наряду с другими возобновляемыми источниками энергии является неизбежным и необходимым трендом развития «зеленой» экономики всех стран. Существующие национальные барьеры данного стратегического российского государства проекта достаточно серьезны и требуют незамедлительного решения при участии всех заинтересованных сторон – и государства, и хозяйствующих субъектов, и научно-образовательных организаций. Также проблема развития ветроэнергетики требует проведения дальнейших исследований в рамках междисциплинарного подхода, что позволит при оценке эффективности учитывать все составляющие – и техническую, и экономическую, и социальную.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Hussain, Mustafa Zakir*. Financing renewable energy options for developing financing instruments using public funds / Mustafa Zakir Hussain // The World Bank. – 2013. – URL : <http://documents.worldbank.org/curated/en/196071468331818432/Financing-renewable-energy-options-for-developing-financing-instruments-using-public-funds> (дата обращения: 01.12.2018).
2. *Cedrick, B.Z.E.* Investment Motivation in Renewable Energy: A PPP Approach / Bindzi Zogo Emmanuel Cedrick, Pr. Wei Long // Energy Procedia. – 2017. – Vol. 115. – P. 229–238. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.05.021.
3. *Gatzert, N.* Risks and risk management of renewable energy projects: The case of onshore and offshore wind parks / N. Gatzert, Th. Kosub // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – Vol. 60. – P. 982–998. DOI: 10.1016/j.rser.2016.01.103.
4. *Ho, Andrew*. The European offshore wind industry / Andrew Ho, Ariola Mbistrova. – Wind Europe Business Intelligence, 2016.
5. *Kitzing, Lena*. Auctions for Renewable Energy Support in Denmark: Instruments and Lessons Learnt / Lena Kitzing, Paul Wendring // Report D4.1-a, December 2015.
6. *Kozlova, Mariia*. Modeling the effects of the new Russian capacity mechanism on renewable energy investments / Mariia Kozlova, Mikael Collan // Energy Policy. – 2016. – Vol. 95. – P. 320–360. DOI:10.1016/j.enpol.2016.05.014
7. *Седаш, Т.Н.* Возобновляемые источники энергии: стимулирование инвестиций в России и за рубежом / Т.Н. Седаш // Российский внешнеэкономический вестник. – 2016. – №. 4. – С. 94–97.
8. *Минэнерго доработало законопроект о «зелёных» сертификатах* [Электронный ресурс]. – URL : <https://minenergo.gov.ru/node/22256>.
9. *Правительство утвердило критерии зелёного финансирования* [Электронный ресурс]. – URL : <http://government.ru/docs/43320/>.
10. *Гуров, Г.А.* Финансирование проектов альтернативной энергетики, как приоритетного направления в векторе инноваций / Г.А. Гуров // Вестник университета: Теоретический и научно-методический журнал. – Москва : Государственный университет управления. – 2009. – Вып. 12.

11. *Гуров, В.И.* Новые возможности ветроагрегатных систем / В.И. Гуров, Т.Д. Каримбаев, А.Б. Шабаров // Энергия: экон., техн., экол. – 2010. – № 5. – С. 32-35.
12. *Ратнер, Р.* Финансирование проектов в области альтернативной энергетики и энергоэффективности: международный опыт и российские реалии / Р. Ратнер // Финансовая система. – 2013. – № 24(552). – С. 12-18.
13. *Ратнер, С.В.* Стандартизация и сертификация как инструменты стимулирования развития ветроэнергетики в Китае / С.В. Ратнер // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2013. – № 9. – С. 57-64.
14. *Шмырев, Е.М.* Некоторые аспекты энергосбережения в системах централизованного теплоснабжения / Е.М. Шмырев, Л.Д. Сатанов // Энергетик. – 1998. – № 9. – С. 65-74.
15. *ВИЭ в России: первый шаг сделан, что дальше?* [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.forbes.ru/partnerskie-materialy/410301-vie-v-rossii-pervyy-shag-sdelan-chto-dalshe>.
16. *Руденко, В.А.* Синхронизация задач отраслевых вузов со стратегией развития гк «росатом» как фактор обеспечения безопасности атомной энергетики / В.А. Руденко, М.В. Головкин, С.А. Томилин, О.Ф. Цуверкалова // Глобальная ядерная безопасность. – 2020. – № 1. – С. 98-106.
17. *Головкин, М.В.* Формирование реляционной стратегии как фактор экономической безопасности предприятий атомной отрасли (на примере машиностроительных предприятий г. Волгодонска) / М.В. Головкин, Ж.С. Рогачева, А.В. Анцибор, А.Н. Сетраков // Глобальная ядерная безопасность. – 2020. – № 3. – С. 104-110.
18. *Прогноз развития ВИЭ в России до 2050 года* [Электронный ресурс]. – URL : [https://www.iep.ru/files/Nauchnyy\\_vestnik.ru/9-2019/40-47.pdf](https://www.iep.ru/files/Nauchnyy_vestnik.ru/9-2019/40-47.pdf).
19. *Перспективы ветроэнергетического рынка в России* [Электронный ресурс]. – URL : <https://wwindea.org/wp-content/uploads/2017/06/170612-FES-Windenergie-rus-print.pdf>.

## REFERENCES

- [1] Hussain Mustafa Zakir. Financing renewable energy options for developing financing instruments using public funds / Mustafa Zakir Hussain // The World Bank. – 2013. – URL : <http://documents.worldbank.org/curated/en/196071468331818432/Financing-renewable-energy-options-for-developing-financing-instruments-using-public-funds>. – 01.12.2018 (in English).
- [2] Cedrick B.Z.E. Investment Motivation in Renewable Energy: A PPP Approach / Bindzi Zogo Emmanuel Cedrick, Pr. Wei Long // Energy Procedia. – 2017. – Vol. 115. – P. 229-238 (in English). – DOI: 10.1016/j.egypro.2017.05.021
- [3] Gatzert N. Risks and risk management of renewable energy projects: The case of onshore and offshore wind parks / N. Gatzert, Th. Kosub // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – Vol. 60. – P. 982-998 (in English). – DOI: 10.1016/j.rser.2016.01.103
- [4] Ho Andrew. The European offshore wind industry / Andrew Ho, Ariola Mbistrova. – Wind Europe Business Intelligence, 2016 (in English).
- [5] Kitzing Lena. Auctions for Renewable Energy Support in Denmark: Instruments and Lessons Learnt / Lena Kitzing, Paul Wendring // Report D4.1-a, December 2015 (in English).
- [6] Kozlova, Mariia. Modeling the effects of the new Russian capacity mechanism on renewable energy investments / Mariia Kozlova, Mikael Collan // Energy Policy. – 2016. – Vol. 95. – P. 320-360 (in English). – DOI:10.1016/j.enpol.2016.05.014
- [7] Sedash T.N. Vozobnovlyaemye istochniki energii: stimulirovanie investitsij v Rossii i za rubezhom x Renewable Energy Sources: Investment Promotion in Russia and Abroad]. Rossijskij vneshneekonomicheskij vestnik [Russian Foreign Trade Bulletin]. 2016. №. 4. P. 94-97. (in Russian).
- [8] Minenergo dorabotalo zakonproekt o «zelyonyh» sertifikatah [Ministry of Energy Finalises the Bill on Green Certificates]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/22256> (in Russian). Pravitel'stvo utverdilo kriterii zelyonogo finansirovaniya [Government Approves Green Finance Criteria]. URL : <http://government.ru/docs/43320/> (in Russian).
- [9] Gurov G.A. Finansirovanie proektov al'ternativnoj energetiki, kak prioritetnogo napravleniya v vektore innovacij [Financing Alternative Energy Projects as a Priority in the Innovation Vector]. Vestnik universiteta: Teoreticheskij i nauchno-metodicheskij zhurnal [University Bulletin: Theoretical and Scientific-Methodological Journal]. Moskva: Gosudarstvennyj universitet upravleniya [Moscow: State University of Management]. 2009. Issue 12 (in Russian).
- [10] Gurov V.I. Novye vozmozhnosti vetroagregatnyh system [New Possibilities of Wind Turbine Systems]. Energiya: ekon., tekhn., ecol. [Energy: Economy, Technology, Ecology]. 2010. № 5. P. 32-35 (in Russian).
- [11] Ratner R. Finansirovanie proektov v oblasti al'ternativnoj energetiki i energoeffektivnosti: mezhdunarodnyj opyt i rossijskie realii [Financing Alternative Energy and Energy Efficiency Projects: International Experience and Russian Realities]. Finansovaya sistema [Financial System]. 2013. № 24(552). P. 12-18 (in Russian).

- [12] Ratner S.V. Standartizatsiya i sertifikatsiya kak instrumenty stimulirovaniya razvitiya vetroenergetiki v Kitae [Standardisation and Certification as Tools to Stimulate Wind Energy Development in China]. Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost' [National Interests: Priorities and Security]. 2013. № 9. P. 57-64 (in Russian).
- [13] SHmyrev E.M. Nekotorye aspekty energosberezheniya v sistemah centralizovannogo teplosnabzheniya [Some Aspects of Energy Saving in District Heating Systems]. Energetik [Energetics]. – 1998. – № 9. – P. 65-74 (in Russian).
- [14] VIE v Rossii: pervyj shag sdelan, chto dal'she? [Wind Power in Russia: the First Step is Taken, What is Next?] – URL : <https://www.forbes.ru/partnerskie-materialy/410301-vie-v-rossii-pervyy-shag-sdelan-chto-dalshe> (in Russian).
- [15] Rudenko, V.A. Sinhronizatsiya zadach otraslevykh vuzov so strategiej razvitiya gk «rosatom» kak faktor obespecheniya bezopasnosti atomnoj energetiki [Synchronization of Industry-Specific University Tasks with Rosatom's Development Strategy as a Factor of Nuclear Power Safety]. Global'naya yadernaya bezopasnost' [Global Nuclear Safety]. 2020. №1. P.98-106. (in Russian).
- [16] Golovko M.B. Formirovanie relyatsionnoj strategii kak faktor ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatij atomnoj otrasli (na primere mashinostroitel'nykh predpriyatij g. Volgodonska) [Formation of Relational Strategy as a Factor in the Economic Security of Enterprises in the Nuclear Industry (on the example of machine-building enterprises in the city of Volgodonsk)]. Global'naya yadernaya bezopasnost' [Global Nuclear Safety]. 2020. №3. P.104-110 (in Russian).
- [17] Prognoz razvitiya VIE v Rossii do 2050 goda [Forecast of the Development of Wind Power in Russia until 2050. URL : [https://www.iep.ru/files/Nauchnyy\\_vestnik.ru/9-2019/40-47.pdf](https://www.iep.ru/files/Nauchnyy_vestnik.ru/9-2019/40-47.pdf) (in Russian).
- [18] Perspektivy vetroenergeticheskogo rynka v Rossii [Prospects of Wind Energy Market in Russia]. – URL: <https://wwindea.org/wp-content/uploads/2017/06/170612-FES-Windenergie-rus-print.pdf> (in Russian).

## Wind Energy Development in the Context of Sustainable Development Goals

© Maria V. Golovko<sup>1,2</sup>, Alexander N. Setrakov<sup>3</sup>, Sergey A. Tomilin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Non-state accredited non-profit private educational institution of higher education «Academy of Marketing and Social and Information Technologies – IMSIT», Zipovskaya St.5, Southern Federal District, Krasnodar Region, Krasnodar, Russia 350010

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Krasnodar Region, Krasnodar, Russia 350010

<sup>3</sup>Volgodonsk Branch of The Federal State State Educational Institution of Higher Education «Rostov Law Institute of Internal Affairs Ministry of Russian Federation», Stepnaya St., 40, Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360

<sup>4</sup>Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Lenin St., 73/94, Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360

<sup>1</sup>golovko178@mail.ru, <sup>1</sup>ORCID iD: 0000-0002-4835-9800, WoS Researcher ID: J-2461-2016

<sup>2</sup>aleksandr-maior@inbox.ru, ORCID iD: 0000-0001-5599-440X, WoS Researcher ID: AAP-73782020

<sup>3</sup>SATomilin@mephi.ru, ORCID iD: 0000-0001-8661-8386, WoS Researcher ID: G-3465-2017

Received by the editorial office on 20/02/2022

After completion 01/04/2022

Accepted for publication on 11/04/2022

**Abstract.** The paper analyses the current peculiarities of wind energy development in Russia. The importance of renewable energy sources for solving the problems of limited resources and environmental safety is defined. Some economic aspects of wind energy are given and the conclusion about insufficient efficiency and investment attractiveness of this energy generation sector is made. The positive impact of wind energy in the context of implementation of sustainable development goals is considered. The importance of territorial technological clusters for overcoming barriers to wind energy development, among which financial and regulatory factors dominate, is revealed. An example of objectives and planned results of wind energy development in Volgodonsk, Rostov region is given.

**Keywords:** renewable energy, wind power, economic efficiency, sustainable development goals, barriers of development.

**For citation:** Golovko M.V., Setrakov A.N., Tomilin S.A. Wind Energy Development in the context of Sustainable Development Goals // Global nuclear safety. 2022 Vol. 2(43). P. 68-78. <http://dx.doi.org/10.26583/gns-2022-02-07>