

**ЭКОНОМИКА
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ
В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ****Бубенчиков Антон Анатольевич**

кандидат технических наук,
доцент кафедры «Электроснабжение
промышленных предприятий»,
Омский государственный технический университет,
Омск, Россия
E-mail: privetomsk@mail.ru
SPIN-код: 4357-5273
AuthorID (РИНЦ): 512777
ORCID: 0000-0002-2923-1123
AuthorID (SCOPUS): 57188871772
ResearcherID: D-7850-2014

Гаилов Иван Андреевич

аспирант кафедры «Электроснабжение
промышленных предприятий»,
Омский государственный технический университет,
Омск, Россия
E-mail: vanyayes@gmail.com
ORCID: 0009-0006-4311-2450

Горюнов Владимир Николаевич

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Электроснабжение
промышленных предприятий»,
Омский государственный технический университет,
Омск, Россия
E-mail: vladimirgoryunov2016@yandex.ru
SPIN-код: 2765-2945
AuthorID (РИНЦ): 302109
AuthorID (SCOPUS): 7003455231

Дорогов Борис Борисович

аспирант кафедры «Электроснабжение
промышленных предприятий»,
Омский государственный технический университет,
Омск, Россия
E-mail: boris.dorogov.75@mail.ru
SPIN-код: 8291-5213

Киселев Глеб Юрьевич

аспирант кафедры «Электроснабжение
промышленных предприятий»,
Омский государственный технический университет,
Омск, Россия
E-mail: gleb_970519@mail.ru
SPIN-код: 1041-3934
AuthorID (РИНЦ): 1045461

Предмет исследования: способы оценки экономической эффективности возобновляемых источников энергии.

Цель исследования: описать состояние производства электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии в мире и в России, привести расчет показателей эффективности.

Объект исследования: электроэнергетические системы с возобновляемыми источниками энергии.

Результаты исследования: приведен обзор показателей электростанций на базе возобновляемых источников энергии по миру и анализ экономики перспективных проектов, базирующихся на использовании возобновляемых источников энергии в России. Произведен анализ статистических отклонений за последние восемь лет.

Цель: описать состояние производства электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии

**RENEWABLE ENERGY
ECONOMICS IN THE EUROPEAN
PART OF RUSSIA****Anton A. Bubenchikov**

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Power Supply of Industrial Enterprises,
Omsk State Technical University,
Omsk, Russia
E-mail: privetomsk@mail.ru
SPIN code: 4357-5273
AuthorID (RSCI): 512777
ORCID: 0000-0002-2923-1123
AuthorID (SCOPUS): 57188871772
ResearcherID: D-7850-2014

Ivan A. Gaibov

postgraduate student of the department
«Power supply of industrial enterprises»,
Omsk State Technical University,
Omsk, Russia
E-mail: vanyayes@gmail.com
ORCID: 0009-0006-4311-2450

Vladimir N. Goryunov

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department
«Power Supply of industrial enterprises»,
Omsk State Technical University,
Omsk, Russia
E-mail: vladimirgoryunov2016@yandex.ru
SPIN code: 2765-2945
AuthorID (RSCI): 302109
AuthorID (SCOPUS): 7003455231

Boris B. Dorogov

postgraduate student of the Department
«Power Supply of Industrial Enterprises»,
Omsk State Technical University,
Omsk, Russia
E-mail: boris.dorogov.75@mail.ru
SPIN code: 8291-5213

Gleb Yu. Kiselev

postgraduate student of the Department
of «Power supply of industrial enterprises»,
Omsk State Technical University,
Omsk, Russia
E-mail: gleb_970519@mail.ru
SPIN code: 1041-3934
AuthorID (RSCI): 1045461

Subject of research: methods for assessing the economic efficiency of renewable energy sources

Purpose of research: describe the state of electricity production based on renewable energy sources in the world and in Russia, and provide calculations of efficiency indicators.

Object of research: electrical power systems with renewable energy sources.

Main results of research: an overview of the performance of power plants based on renewable energy sources around the world and an analysis of the economics of promising projects based on the use of renewable energy sources in Russia are provided. An analysis of statistical deviations over the past eight years was carried out.

Object: to describe the state of electricity production based on renewable energy sources in the world and in Russia, to calculate the efficiency indicators of renewable energy sources.

в мире и в России, привести расчет показателей эффективности ВИЭ.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии (ВИЭ), фотоэлектрические системы, электроэнергия, статистические показатели, Европейский союз.

Keywords: renewable energy sources (RES), photovoltaic systems, electric power, statistical indicators, European Union.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы международное сообщество проявляет твердую приверженность содействию переходу к энергетике в связи с различными вызовами, возникающими на мировом энергетическом рынке. В этом контексте возобновляемые источники энергии играют все более важную роль, представляя собой жизнеспособное решение для ускорения процесса декарбонизации и диверсификации энергетического баланса.

В работе рассматривается энергетический профиль европейской части РФ, ее состояние и перспективы на будущее. Потенциал и мотивы использования ВИЭ в национальном масштабе были проанализированы (до 2030 года) с целью представления прогнозов относительно и последствий для экономики. Научная новизна работы в том, что инновации и инвестиции в исследования и разработки являются ключевыми факторами перехода к возобновляемой энергетике. Проведенный анализ позволяет сделать полезные выводы для граждан и государственных функционеров, которым следует обеспечить четкое регулирование на национальном и региональном уровнях, не препятствующих развертыванию инфраструктуры возобновляемых источников энергии.

1. РОЛЬ ВИЭ В НАЦИОНАЛЬНОМ МАСШТАБЕ

Распределение целевых показателей было основано на критерии ВВП на душу населения. В европейской части России доля энергии из возобновляемых источников, которая должна была быть достигнута, составляла не менее 17 %, распределяясь между сектором электроэнергетики (26 % от целевого показателя), сектором отопления (17 %) и транспортом (7 %). В период с 2012 по 2020 год зафиксировано увеличение производства энергии из возобновляемых источников на 22 % (14 % в 2012 году и 37 % в 2020 году). В 2020 году на долю ветра (36 %) и гидроэнергетики (33 %) в совокупности приходилось более двух третей всей электроэнергии, произведенной из возобновляемых источников. За ними последовали фотоэлектрические установки с долей 14 %, твердое биотопливо (8 %) и другие экологически чистые источники (8 %).

В настоящее время в стране большая часть энергии по-прежнему вырабатывается за счет ископаемого топлива. Для сравнения, в 2023 году в производстве первичной энергии в ЕС преобладали возобновляемые источники энергии, на долю которых приходился 41 % от общего объема производства. Например, Мальта полагалась исключительно на производство энергии из возобновляемых источников, в то время как Латвия, Португалия и Кипр использовали возобновляемые источники энергии в качестве основного источника, доля каждого из которых составляла более 95 %. С другой стороны, Франция, Бельгия и Словакия в значительной степени полагаются на ядерную энергетику, на долю которой приходится 76 %, 70 % и 60 % национального производства соответственно. В России тоже присутствует определенная зависимость от ядерной энергии.

На рисунке 1 показано распределение энергии из возобновляемых источников в разбивке по ресурсам, при этом наблюдается тенденция к увеличению использования большинства возобновляемых источников энергии. Наличие новейших запатентованных технологий позволяет быстро распространить энергию ветра, гидро-, фотоэлектрической энергии и энергии биомассы по всей европейской части РФ. В то время как геотермальная и водная энергия распространяется медленно из-за очень высоких первоначальных инвестиционных затрат и отсутствия адекватного регулирования. Однако потенциал океанской энергии мог бы значительно улучшить производство, но первоначальные инвестиции в нее сдерживают инвесторов, а чрезмерное техническое обслуживание требует очень высоких затрат.

Хотя возобновляемые источники энергии играют ключевую роль в мировом производстве, многие государства по-прежнему сильно зависят от импорта ископаемого топлива. Вторым по величине первичным источником энергии является ядерная энергетика с долей 31 %, в то время как на твердое топливо, природный газ и сырую нефть приходится 18 %, 6 % и 3 % соответственно. Несмотря на эту общую тенденцию, производство энергии в разных государствах значительно

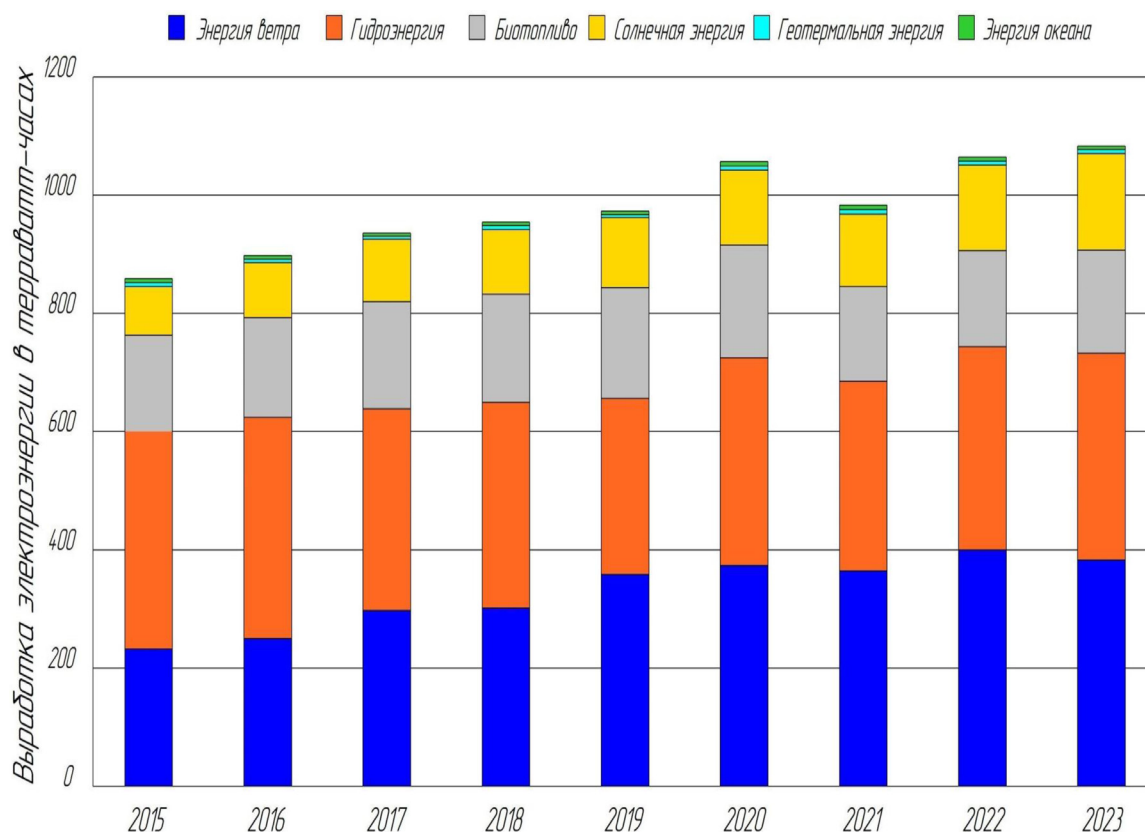


Рисунок 1. Структура производства электроэнергии из возобновляемых источников в Европейском союзе с 2015 по 2023 год в разбивке по источникам энергии (в тераватт-часах)

различается. Например, твердое топливо является основным источником энергии в Польше (72 %), Эстонии (56 %) и Чехии (45 %). Наибольшая доля природного газа приходится на Нидерланды (58 %), Италию и Ирландию (42 %), в то время как сырая нефть имеет наибольшую долю в Дании (35 %) и Италии (32 %).

Эти данные показывают, что некоторые государства по-прежнему сильно зависят от импорта ископаемого топлива. Однако наметившаяся в последнее время геополитическая динамика и растущая обеспокоенность по поводу безопасности энергоснабжения заставили государства кардинально пересмотреть свой энергетический баланс и ускорить переходный процесс не только по пути декарбонизации, но и в направлении снижения энергетической зависимости от третьих стран.

В этом контексте геополитическая обстановка последних лет оказала и будет продолжать оказывать сильное воздействие на энергетический переход и энергетический баланс стран Европейского союза. Это также подтверждается недавними исследованиями, проведенными Фондом Eni Энрико Маттеи за 2023 год. Согласно полученным данным, данная ситуация окажет несколько долгосрочных последствий на мировую энергетическую

систему в ближайшие несколько лет, включая сокращение спроса на нефть и природный газ, переход к низкоуглеродному энергетическому балансу и сокращение потребления электроэнергии. Снизится роль импорта нефти и природного газа, что приведет к более обезуглероживаемому энергетическому балансу, в котором ископаемое топливо будет все больше заменяться ядерными и возобновляемыми источниками энергии.

Экономика возобновляемой энергии в европейской части России в последние годы активно развивается. В регионах с высоким потенциалом ветро- и солнечной энергии, таких как Калининградская область, Ленинградская область, Республика Карелия и других, активно строятся ветро- и солнечные фермы. Инвестиции в такие проекты стимулируются как государственными программами поддержки, так и частными инвесторами, видящими в возобновляемой энергии перспективное направление для инвестиций. Таким образом, экономика возобновляемой энергии демонстрирует устойчивый рост, способствуя развитию региональных экономик, сокращению выбросов парниковых газов и обеспечению энергетической безопасности страны.

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИЭ

Довольно часто поднимается вопрос экономической эффективности использования ВИЭ, поскольку стоимость единицы энергии (пр., 1 кВт·ч), произведенной путем добычи полезных ископаемых, сравнивается со стоимостью той же единицы при использовании ВИЭ. При выявлении показателя эффективности используются две базовые составляющие:

1. Расходы на инвестиции во время строительства объекта составляют основную часть капиталовложений. Эти средства обычно направляются на строительство зданий, сооружений, закупку оборудования, создание инфраструктуры и приобретение земельных участков.

2. Операционные затраты, связанные с производством продукции (например, электроэнергии), включают расходы на сырье, материалы, комплектующие, оплату труда и другие ассоциированные платежи. Они делятся на постоянные затраты, происходящие даже при простое производства (такие как оплата труда и обслуживание оборудования), и переменные затраты, зависящие от объема производства (например, расходы на сырье и материалы).

На станциях, работающих на ископаемых ресурсах, основную долю операционных затрат составляет исходное топливо, такое как газ, нефть или уголь. Эти затраты могут достигать 80 % и выше от общих операционных расходов и сильно изменяться в зависимости от рыночной конъюнктуры энергоносителей.

В отличие от этого, возобновляемые источники энергии, за исключением биоресурсов, используют бесплатное или почти бесплатное исходное сырье. Это дает им преимущество в долгосрочной перспективе. Однако у них есть недостатки, такие как низкая энергетическая плотность и нестабильность их источников, таких как солнечное освещение, скорость ветра и поток реки, что может вызвать проблемы с непрерывной генерацией энергии.

На практике это означает, что для возобновляемых источников энергии требуется большая площадь для установки солнечных и ветроэлектростанций, а также значительные затраты на материалы и комплектующие на каждую единицу произведенной энергии. Необходимо также дополнительно инвестировать в аккумуляцию энергии и балансирование системы, особенно для автономных станций (рис. 2).

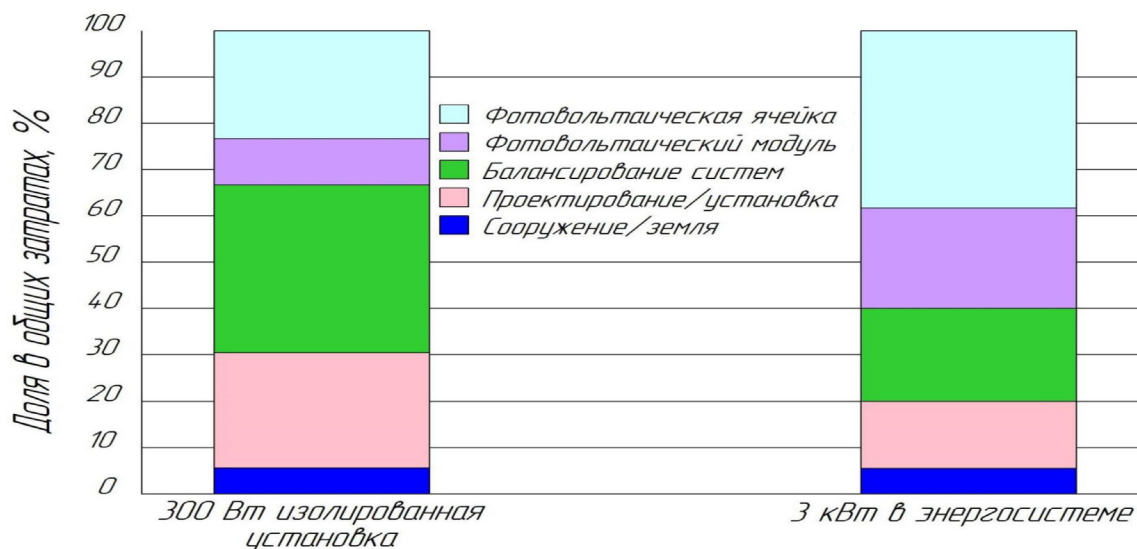


Рисунок 2. Структура инвестиционных затрат для солнечных фотовольтаических систем

Снижение инвестиционных затрат для возобновляемых источников энергии происходит благодаря научно-техническому прогрессу и развитию технологий, позволяющих более эффективное использование природных энергетических потоков. В последние десятилетия в этой сфере достигнуты значительные успехи, особенно в области солнечной

энергетики. Тем не менее на данный момент инвестиции в возобновляемые источники энергии все еще остаются выше по сравнению с традиционными электростанциями на ископаемом топливе.

Для сравнения экономической эффективности различных типов электростанций используются показатели затрат на

установленную мощность и производство единицы электроэнергии. Данные по традиционным тепловым электростанциям на газе, ветряным электростанциям на суше

и солнечным фотовольтаическим электростанциям позволяют проводить сравнительный анализ и оценку экономической эффективности (табл. 1).

Таблица 1. Структура расчетных затрат

Тип станции	Ном. мощность МВт	КУМ, %	Инвестиционные затраты, руб./кВт	Постоянные операционные годовые затраты, руб./кВт	Переменные операционные затраты без учета топлива, руб./кВт·ч	Переменные операционные затраты с учетом топлива, руб./кВт·ч
ТЭС на газе, обычная с комбинированным циклом	600	85	85 000	1 200	0,4	4
Ветряная (на суше)	100	35	200 000	3 500	0	0
Солнечная фотовольтаическая	150	25	350 000	2 000	0	0

Очевидно, что инвестиционные затраты на установленную мощность для ветряных и тепловых электростанций значительно выше. Это отражается и в общих инвестиционных затратах. При установленном требовании производства одинакового количества электроэнергии для возобновляемых и традиционных электростанций необходимо учитывать коэффициент использования установленной мощности для каждого типа станции. Например, для газовой ТЭС этот коэффициент составляет 85 %, для ветряной электростанции – 35 %, а для солнечной фотовольтаической – 25 %. Исходя из этих данных, можно рассчитать производство электроэнергии за год для каждого типа электростанции:

$$Э_{пр} = 600 \text{ МВт} \cdot 8760 \text{ ч} \cdot 85\% = 4467 \text{ ГВт} \cdot \text{ч}.$$

Для годовой выработки того же количества электроэнергии на станциях, использующих ВИЭ, с учетом КУМ потребуется:

– для ВЭС:

$$600 \text{ МВт} \cdot \frac{85\%}{35\%} = 1457 \text{ МВт};$$

– для СЭС:

$$600 \text{ МВт} \cdot \frac{85\%}{25\%} = 2040 \text{ МВт}.$$

Таким образом, общие инвестиционные затраты составят:

– для газовой ТЭС:

$$600 \text{ МВт} \cdot 85000 \text{ руб.} / 1 \text{ МВт} = 51 \text{ млн руб.};$$

– для ВЭС:

$$1457 \text{ МВт} \cdot 200000 \text{ руб.} / 1 \text{ МВт} = 291,4 \text{ млн руб.};$$

– для СЭС:

$$2040 \text{ МВт} \cdot 350000 \text{ руб.} / 1 \text{ МВт} = 714 \text{ млн руб.}$$

Общие инвестиционные затраты (по сравнению с затратами на ТЭС) для ВЭС составят на 240,4 млн руб. больше, для СЭС – на 663 млн руб. больше. Далее ВЭС или СЭС будут давать положительный экономический эффект за счет менее высоких переменных операционных затрат.

Параллельно есть возможность приблизительно рассчитать цены на газ, заложенные в показатели переменных затрат по газовой ТЭС. Собственно, затраты на топливо составляют:

$$З_{т} = 4 - 0,4 = 3,6 \text{ руб. за } 1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Исходя из того, что на выработку 1 кВт·ч уходит примерно 0,3 м³ газа, стоимость 1 м³ газа в 2024 году составит:

$$С_{ТЭС} = 6,78 / 0,3 = 22,6 \text{ руб. за } 1 \text{ м}^3 = 2600 \text{ руб. за } 1000 \text{ м}^3.$$

В случае с газовой ТЭС постоянные операционные затраты составят 1200 руб. на 1 кВт установленной мощности в год или всего:

$$ПОЗ_{ТЭС} = 1200 \text{ руб.} \cdot 600000 \text{ МВт} = 720 \text{ млн руб. в год.}$$

Суммарные переменные затраты при годовой выработке 4467 ГВт·ч составят:

$$СПЗ_{ТЭС} = 4 \text{ руб.} \cdot 4467 \text{ ГВт} \cdot \text{ч} = 17,8 \text{ млн руб. в год.}$$

Суммарные операционные затраты для газовой ТЭС составят:

$$\text{СОЗ}_{\text{ТЭС}} = 720 + 17,8 = 737,8 \text{ млн руб. в год.}$$

Сравним их с суммарными операционными затратами (включающими только постоянные) ВЭС, вырабатывающей то же количество энергии:

$$\text{СОЗ}_{\text{ВЭС}} = 3500/1 \text{ кВт} \cdot 1457 \text{ МВт} = 5 \text{ млрд руб.}$$

Таким образом, превышение инвестиционных затрат на строительство ВЭС над газовой ТЭС составляют:

$$\text{ПЗ} = 5 \text{ млрд.} - 737,8 \text{ млн} = 4,26 \text{ млрд руб.}$$

В свою очередь, ежегодная экономия на операционных затратах ВЭС по сравнению с газовой ТЭС составит:

$$\text{Э}_{\text{озВЭС}} = 291,4 - 51 = 240,4 \text{ млн руб.}$$

Отсюда можно вычислить простой срок окупаемости ВЭС относительно ТЭС:

$$\text{Ср}_0 = 4,26 \text{ млрд} / 240,4 \text{ млн} = 17,7 \text{ года.}$$

Этот пример показывает, что станции на возобновляемых источниках энергии все еще нуждаются в значительной поддержке (табл. 2). Для частного инвестора окупаемость на протяжении нескольких десятилетий обычно не является привлекательной из-за высоких инвестиционных затрат. Поэтому более эффективной будет поддержка на этапе инвестирования, включающая компенсацию затрат, а также льготы на эксплуатационном этапе.

Таблица 2. Сопоставление основных экономических параметров ТЭС и ВЭС

Показатель	Газовая ТЭС	ВЭС
КУМ, %	85	35
Номинальная мощность, МВт	600	1 457
Выработка ЭЭ в год, МВт ч	4 467 000	4 467 000
Инвестиционные затраты, руб./1 кВт	85 000	200 000
Инвестиционные затраты (млн руб.), всего	51	294,4
Постоянные операционные затраты, руб./МВт	1 200	3 500
Постоянные операционные затраты, млн руб.	720	5 000
Переменные операционные затраты, руб./МВт·ч	50	0
Переменные операционные затраты, млн руб.	17,8	0
Операционные затраты (млн руб.), всего	737,8	5 000
Превышение инвестиц. затрат относ. газовой ТЭС, млн руб.	–	4 260
Экономия на операц. затратах относ. газовой ТЭС, млн руб. в год	–	240,4
Простой срок окупаемости относ. газовой ТЭС, лет	–	17,7

Показатель затрат на длительном интервале времени дает представление об общей экономической эффективности проекта, но не учитывает динамику затрат во времени. Например, в данном случае затраты на ВЭС за 30 лет оказываются ниже, чем на ТЭС, но это не дает однозначного преимущества инвестиций в ВЭС.

Таким образом, эффективность использования возобновляемых источников

энергии зависит от конкретных условий местоположения станций, что делает выбор оптимальных ниш для их размещения ключевым моментом. Географический фактор играет более важную роль по сравнению с ископаемыми источниками энергии. Поэтому говорить об эффективности их использования без учета условий данного места не имеет смысла. Основной задачей становится выбор фундаментальных сегментов (прежде

всего, физико-географических и экономико-географических) для размещения станций и развития энергетики на возобновляемых источниках энергии.

Таким образом, именно затраты, необходимые для строительства и эксплуатации объекта для производства энергии на основе ВИЭ, выглядят внушительно и, как следствие, снижают ценовую конкурентоспособность ВИЭ. Введение в эксплуатацию электростанции, работающей на ВИЭ, всегда намного дороже, чем запуск станции для получения такого же количества энергии, но из ископаемого топлива. Однако со временем обслуживание станции на ВИЭ всегда оказывается дешевле, поскольку отсутствуют затраты на энергоносители. В итоге чем выше цены на ископаемое сырье, тем более привлекательно выглядят ВИЭ, т. к. теоретически станция на ВИЭ рано или поздно окупится, однако срок окупаемости в некоторых случаях может превышать срок службы оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последнее десятилетие страна пережила стремительное распространение возобновляемых источников энергии благодаря государственным и частным инвестициям. Однако распространение ВИЭ по-прежнему происходит очень медленно и неравномерно. Эта проблема связана с некоторыми важными элементами, которые можно разделить на два направления: политическое и экономическое. С политической точки зрения принятие недальновидных, зачастую фрагментарных и сложных мер может создать проблемы в процессе принятия решений, отпугнув инвесторов и новых акционеров. Что касается экономики, в политической повестке дня и в меньшем масштабе на уровне компаний все осознают важность возобновляемых источников энергии и необходимость упрощения существующего законодательства, а также содействия внедрению и распространению новых, более современных технологий, которые являются эффективными и экономичными.

Анализ подтверждает, что страна благодаря своему географическому положению постепенно достигает полную энергетическую самодостаточность, развивая и совершенствуя свою инфраструктуру и внедряя процессы конверсии электростанций. Анализ показывает, что инвестиции в возобновляемые источники энергии также приносят выгоды в социальном плане и в плане занятости, открывая важные возможности для развития сельских районов, которые часто

страдают от сокращения численности населения и нехватки рабочих мест. Однако одна из основных проблем связана с источниками финансирования и их труднодоступностью. На самом деле, строительство новой энергетической инфраструктуры требует чрезвычайно высоких первоначальных затрат, которые окупаются в долгосрочной перспективе. В этом направлении разработчики должны также способствовать распространению ВИЭ. Кроме того, еще один интересный аспект связан с инвестициями в НИОКР и необходимостью внедрения и обеспечения распространения более дешевых, эффективных и производительных современных технологий, которые проще в использовании, снижают затраты на техническое обслуживание и значительно повышают энергетическую мощность. Эти стратегии являются основным направлением, в которое нужно инвестировать, чтобы способствовать переходу энергетики к низкоуглеродному будущему и достижению амбициозных европейских целей.

В заключение анализ дает некоторые полезные выводы. Во-первых, он свидетельствует об экономических и социальных выгодах инвестиций в ВИЭ, которые могут быть использованы для обоснования дальнейших инвестиций в эту область. Во-вторых, в нем освещаются проблемы, связанные с финансированием, и необходимость политических вмешательств для содействия распространению ВИЭ посредством эффективных целенаправленных мер. В-третьих, подчеркивается важность инвестиций в исследования и разработки для содействия разработке и распространению более дешевых, эффективных и рационализаторских технологий.

На самом деле внедрение возобновляемых источников энергии часто происходит медленно еще и из-за технологической сложности новых патентов, которым требуются годы, прежде чем они смогут эффективно выполнять свою работу. Более того, их непрерывное развитие требует постоянного обновления, что может замедлить процесс и создать препятствия и ограничения при регистрации патентов. Данное исследование призвано дополнить предыдущие, документируя энергетическую ситуацию в РФ и то, как она может быть направлена на улучшение энергетического баланса и содействие созданию устойчивой энергетической системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Al-Qteishat, A. S. A. Renewable Energy Sources and the Government Strategy for Developing Energy Sector in Jordan / A. S. A. Al-Qteishat // RUDN Journal of Public Administration. – 2022. – Vol. 9, No. 4. – P. 456–465.
2. Borowski, P. F. Development of energy companies based on renewable energy sources / P. F. Borowski, F. Czepło // Scientific Papers of Silesian University of Technology Organization and Management Series. – 2023. – Vol. 2023, No. 189. – P. 57–68.
3. Chandra, A. Protection of AC microgrid integrated with renewable energy sources – A research review and future trends / A. Chandra, G. K. Singh, V. Pant // Electric Power Systems Research. – 2021. – Vol. 193. – P. 107036.
4. Abdali, L. M. Combined energy systems based on renewable energy sources / L. M. Abdali, M. N. Al Maliki, R. H. Hejeejo [et al.] // MM Science Journal. – 2023. – Vol. 2023, No. 5.
5. Gielen, D. The role of renewable energy in the global energy transformation Energy Strategy Rev / D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M. D. Bazilian, N. Wagner, R. Gorini. – 24 (2019). – P. 38–50.
6. Elistratov, V. Development of isolated energy systems based on renewable energy sources and hydrogen storage / V. Elistratov, R. Denisov // International Journal of Hydrogen Energy. – 2023. – Vol. 48, No. 70. – P. 27059–27067.
7. Gheorghiu, C. Integration of solar renewable energy sources in centralized thermal energy supply systems / C. Gheorghiu, G. Sava, E. Minciuc // EMERG – Energy. Environment. Efficiency. Resources. Globalization. – 2023. – Vol. 9, No. 1. – P. 63–71.
8. Azad, H. B. Long-term wind speed forecasting and general pattern recognition using neural networks / H. B. Azad, S. Mekhilef and V. G. Ganapathy // IEEE Trans. Sustain. Energy. Vol. 5, No. 2. – P. 546–553. – Apr. 2023.
9. Viktorovna, F. I. Impact of renewable energy sources consumption on economic growth in europe and asia–pacific region / F. I. Viktorovna, N. V. Yurievich, P. I. Viktorovna, O. L. Mikhailovna // International Journal of Energy Economics and Policy. – 2021. – Vol. 11, No. 6. – P. 270–278.
10. Overview of policy and market dynamics for the deployment of renewable energy sources in Italy: Current status and future prospects / Luca Esposito // Smart Energy. – Volume 9, Issue 7, July 2023 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/> (дата обращения 10.04.2024).
11. Albogamy, F. R. Real-Time Scheduling for Optimal Energy Optimization in Smart Grid Integrated With Renewable Energy Sources / F. R. Albogamy, M. Y. I. Paracha, G. Hafeez [et al.] // IEEE Access. – 2022. – Vol. 10. – P. 35498–35520.
12. Upadhyay, S. Renewable energy technologies for cooking: Transforming rural lives / S. Upadhyay, D. P. Kothari and U. Shanker // IEEE Technol. Soc. Mag., vol. 32, no. 3, pp. 65–72, 2013.
13. Streimikiene, D. Public views of the economy of the renewable energy sources: Evidence from russia / D. Streimikiene, V. Akberdina // Contemporary Economics. – 2021. – Vol. 15, No. 3. – P. 256–266.
14. Возобновляемая энергетика России: технологии энергоперехода // Журнал Бюджет. – 2024. – № 1 (253). – С. 52–53.
15. Гордашникова, Д. М. Развитие альтернативных источников энергии в регионах России / Д. М. Гордашникова // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2023. – № 3 (39). – С. 53–60.
16. Кузнецова, С. Ю. Анализ перехода на возобновляемую энергетику в России и Европейских странах / С. Ю. Кузнецова, Т. Я. Дружинина // Евразийское пространство: экономика, право, общество. – 2023. – № 7. – С. 39–43.
17. Шевцов, А. С. Перспективы возобновляемой энергетики в России / А. С. Шевцов, И. В. Проворная // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2022. – Т. 2, № 4. – С. 106–112.
18. U.S. EIA Today in energy [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.eia.gov> (дата обращения 10.04.2024).