

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT

E. Nazarenko

Summary. The article discusses the state and prospects of renewable energy development in Russia and in the world. The advantages and disadvantages of renewable energy sources are listed. The economic feasibility and efficiency of using renewable energy sources in the energy balance of Russia at the present time and in the long term are revealed.

Keywords: renewable energy, ecology, greenhouse effect, renewable energy sources, operating costs, fixed costs, variable costs, investments, economic efficiency.

Назаренко Елена Борисовна

К.э.н., доцент, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (г. Мытищи)
lena1409@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются состояние и перспективы развития возобновляемой энергетики в России и в мире. Перечислены преимущества и недостатки возобновляемых источников энергии. Раскрыта экономическая целесообразность и эффективность использования возобновляемых источников энергии в энергобалансе России в настоящее время и в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, экология, парниковый эффект, возобновляемые источники энергии, операционные затраты, постоянные затраты, переменные затраты, инвестиции, экономическая эффективность.

Основой развития базовых отраслей экономики любой страны мира является энергетика. Все энергетические ресурсы принято делить на два вида: возобновляемые и невозобновляемые. Экстенсивное использование невозобновляемых источников энергии, таких как, уголь, нефть и природный газ приводит к большой экологической нагрузке и значительным климатическим изменениям [1]. Восстановление экономики после пандемии Covid-19 способствовало высокому спросу на сырье и росту энергопотребления, что соответственно повлияло на увеличение выбросов CO₂, которые увеличились в 2022 году по сравнению с 2021 годом на 5%. Крупнейшими загрязнителями в мире считаются такие страны, как США, Индия, Россия, Индонезия, Бразилия, Германия, Великобритания, Канада, Япония [2].

Применение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) — солнечного света, ветра, воды, геотермальных потоков тепла, биологических процессов в последние годы становится все более актуальным и перспективным.

Возобновляемые ресурсы имеют множество преимуществ для сохранения благоприятной окружающей среды и развития экономики:

- ◆ не оказывают негативного влияния на воздух, воду и землю, полностью безопасны;
- ◆ практически неисчерпаемы в отличие от ископаемого топлива, которое может закончиться;
- ◆ экономически-эффективны, так как не требуют расходов на добычу, переработку, утилизацию отходов производства.

Примеры использования природных ресурсов для механизации производства появились еще в средние века — это ветряные и водяные мельницы, а использование сил природы для получения энергии стало возможно гораздо позже. Так, первая электростанция, использующая силу ветра, появилась в Великобритании, а первая солнечная батарея была изобретена в 1954 году итальянским химиком, профессором Болонского университета Джакомо Луиджи Чамичано.

В последние десятилетия возобновляемые источники энергии становятся все более популярными и доступными, являясь главной составляющей экологически-чистой промышленности во всем мире. Они позволяют снизить вредные выбросы в атмосферу, в том числе углекислого газа, который составляет более 80% всех выбросов, значительно улучшить экологию и снизить парниковый эффект. Согласно Парижскому согла-

Таблица 1. Динамика изменения доли возобновляемой энергетики в производстве электроэнергии по странам мира, %

Страны	2000 год	2005 год	2010 год	2015 год	2021 год	Отклонения 2021 г. от 2015 г., %	Отклонения 2021 г. от 2000 г., %
Норвегия	99,7	99,5	95,7	97,7	99,0	+1,3	-0,7
Новая Зеландия	71,5	64,4	73,2	80,1	80,9	+0,8	+9,4
Бразилия	89,5	87,1	84,7	74,1	78,4	+4,3	-11,1
Колумбия	75,5	80,2	70,7	63,6	74,5	+10,9	-1,0
Канада	60,6	59,8	61,3	64,0	68,0	+4,0	+7,4
Швеция	57,3	51,3	55,3	63,3	67,0	+3,7	+9,7
Португалия	30,3	18,6	53,2	48,7	65,5	+16,8	+35,2
Чили	48,5	53,9	40,2	43,6	47,2	+3,6	-1,3
Испания	16,9	15,9	33,5	35,7	47,1	+11,4	+30,2
Румыния	28,7	3,4	33,9	40,1	44,4	+4,3	+15,7
Германия	6,9	11,3	17,6	30,1	41,5	+11,4	+34,6
Италия	20,8	18,2	26,6	39,0	41,4	+2,4	+20,6
Великобритания	3,4	5,0	7,7	25,6	40,7	+15,1	+37,3



Рис. 1. Структура возобновляемой энергетики в мире

шению 2015 года необходимо ограничить повышение средней температуры планеты до 1,5 °C во избежание изменения климата на планете [3].

Этого можно достичь путем сокращения глобальных выбросов углерода в атмосферу к 2030 году на 45%. Таким образом, возобновляемая энергия становится необходимым элементом мирового энергобаланса для преодоления глобальной угрозы ближайшего десятилетия — климатического кризиса

Суммарная мощность возобновляемой энергии в мире в 2021 году составила — 3146 ГВт, в том числе: гидроэнергетика — 1195 ГВт; солнечная энергетика — 942 ГВт; ветроэнергетика — 845 ГВт; биоэнергетика —

143 ГВт; геотермальная энергетика — 14,5 ГВт. Если рассматривать структура возобновляемой энергетики, то преобладает гидроэнергетика (рис.1).

Доля экологически чистых ВИЭ в мировом энергетическом балансе в 2021 году составила 28,1%, что выше уровня 2019 года на 1,8%. В таблице 1. представлены страны, где доля производства электроэнергии за счет ВИЭ в 2021 году составляет более 40% [4].

Более 2/3 производимой электроэнергии из ВИЭ в энергетическом балансе приходится на страны, обладающие крупными гидроресурсами: Норвегия, Бразилия, Канада, Швеция. Возросший интерес к возобновляемой энергетике продиктован стимулирующей



Рис. 2. Динамика изменения доли России в мировом производстве электроэнергии из ВИЭ

политикой государств и стабильным падением цен на солнечные и ветровые источники энергии.

Перечисленные факторы привели к росту производства электроэнергии из возобновляемых источников и в таких странах, как Португалия, Испания, Германия, Великобритания, Италия. Многие страны Евросоюза вынуждены переходить на возобновляемые источники энергии в связи с высоким уровнем геополитической нестабильности и сокращением экспорта нефти и газа из России.

В докладе Международного энергетического агентства (МЭА) от 22 декабря 2022 года отмечено, что возобновляемые источники энергии уже в начале 2025 года займут достойное место в производстве электроэнергии, в то время как доля угля, природного газа и атомных электростанций будет постепенно снижаться. Глобальный энергетический кризис дал толчок резкому ускорению ввода в эксплуатацию новых мощностей по выработке электричества из ВИЭ преимущественно за счет США, Китая, Латинской Америки и стран Европы. К 2027 году на возобновляемые источники энергии будет приходиться почти 40% всего производимого в мире электричества [5].

Что касается России, то наша страна, занимая четвертое место в мировой пятерке крупнейших производителей электроэнергии после Китая, США, Индии, и, обладая значительными солнечными и ветровыми ресурсами, отстает от этих стран по использованию возобновляемых источников энергии. На сегодняшний день, доля России в мировом производстве электроэнергии из возобновляемых источников составляет 19,3% (рис.2).

Каковы же перспективы развития возобновляемой энергетики в России? В последнее время в нашей стране отмечается рост интереса к альтернативным источникам электроэнергии, которые успешно используются более чем на 200 крупных объектах. Доля установленной мощности ВИЭ-генерации в энергосистеме РФ составляет 2,3%.

На начало 2023 года выработка электроэнергии с использованием возобновляемых источников энергии, за исключением ГЭС мощностью более 50 МВт, составила 5,78 ГВт, в том числе: на ветровых электростанциях — 2,28 ГВт; солнечных — 2,15 ГВт; малых гидроэлектростанциях — 1,24 ГВт; геотермальных — 0,08 ГВт; биогазовых — 0,03 ГВт. Прирост мощности ВИЭ в 2022 году по сравнению с 2021 годом был небольшой — 420 МВт [6].

Среди наиболее крупных станция, используемых возобновляемые источники энергии, введенных в эксплуатацию в 2022 году можно назвать: Дергачевская СЭС (Саратовская область), Аршанская СЭС (Республика Калмыкия), Агидельская СЭС (Республика Башкортостан), Читинская СЭС и Черновская СЭС (Забайкальский край), Южно-Сухомская СЭС (Республика Дагестан).

В дальнейшем интерес к альтернативной энергетике в России будет только расти. Так в 2023 году планируется вести в эксплуатацию ВИЭ в объеме 438 МВт, в 2024 году — 482 МВт, а в 2025 году — 1,25 ГВт. Причем к 2025 году ветряные электростанции будут вырабатывать 1,4 ГВт; солнечные электростанции — 645 МВт, малые гидроэлектростанции — 128 МВт [7] До 2035 года, по словам заместителя председателя Правительства России Александра Новака, на развитие возобновляе-

мой энергетики будет вложено порядка 1 трлн. рублей инвестиций.

Развитие ветровой энергетики экономически целесообразно в Калмыкии, Ставропольском и Краснодарском краях, Ростовской, Астраханской и Волгоградской областях. Солнечная энергетика имеет большой потенциал развития в южных регионах России, в некоторых районах Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока. Камчатка, Курильские острова, Северный Кавказ Калининградской область — это регионы, где можно эффективно использовать геотермальную энергию.

В России есть множество удаленных энергодефицитных регионов, где подключение к общим электросетям достаточно трудоемко и дорого, а использование возобновляемых источников энергии позволило бы сократить бюджетные средства, выделяемые на доставку топлива. Для улучшения экологической обстановки большое значение приобретает развитие возобновляемой энергетики в курортных зонах и в городах с повышенным загрязнением окружающей среды.

Разумеется, когда мы говорим о развитии возобновляемой энергетике, в первую очередь встает вопрос ее экологичности, но не стоит забывать и об экономической эффективности использования альтернативных источников энергии. Один из показателей эффективности использования ВИЭ — это стоимость единицы произведенной энергии. На фоне традиционной энергетике, которая как правило для сохранения низкой себестоимости получает значительные субсидии от государства, энергетика на основе возобновляемых ресурсов может показаться достаточно дорогой. Но это не совсем так.

По оценкам экспертов, средняя цена на электроэнергию в России — 3–4 рубля за 1 кВт/час, стоимость ветроэнергетики была оценена в размере 2 рубля за 1 кВт/час, стоимость электроэнергии, полученной с помощью ресурсов солнца составляет 4,3–6,4 рубля за 1 кВт/час [8]. Следовательно, без государственных субсидий на ископаемые виды топлива, такие как уголь, нефть, природный газ и ядерное топливо, возобновляемая энергетика уже сейчас могла бы стать экономически доступной. Но стоимость единицы произведенной

электроэнергии является интегральным показателем, который складывается из разных составляющих, в том числе из инвестиций на строительство станций и операционных затрат на выработку электроэнергии. Операционные затраты делятся в свою очередь на постоянные затраты, не зависящие от объема производимой энергии и переменные затраты, в структуру которых входят расходы на сырье, материалы, комплектующие, оплату труда производственных рабочих, и эти затраты напрямую зависят от объема производства.

Если учесть тот факт, что стоимость ископаемого сырья на традиционных электростанциях составляет до 80%, а ресурсы ветра, солнца, текущей воды, геотермальных источников «условно бесплатные», то переменные затраты в первом случае будут значительно выше, чем во втором. Экономия на переменных затратах и будет являться главным преимуществом с точки зрения экономической эффективности возобновляемой энергетики в долгосрочной перспективе [9].

Но есть и недостатки ВИЭ. Это нестабильное солнечное освещение, которое изменяется в зависимости от времени суток и времени года, изменение скорости ветра и речного стока. Все это требует значительных площадей, большой расход материалов и комплектующих для строительства солнечных и ветровых электростанций, что является причиной высоких инвестиционных затрат и как следствие — снижение конкурентоспособности возобновляемой энергетики.

Ввод новых мощностей на основе ВИЭ чаще всего выше по стоимости, чем запуск электростанций на традиционном топливе, но в процессе обслуживания операционные затраты для станций ВИЭ всегда ниже, так как отсутствуют расходы на ископаемое топливо, и чем выше стоимость энергоносителей, тем выше привлекательность ВИЭ.

Дальнейшее совершенствование технологий позволит снизить инвестиционные затраты на строительство электростанций на основе ВИЭ и, соответственно, срок их окупаемости в ближайшем будущем. Использование возобновляемых источников энергии — это современное, актуальное и эффективное решение энергетического вопроса как в России, так и в большинстве стран мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Велькин, В.И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение: учебник / В.И. Велькин, Я.М. Щелоков, С.Е. Щеклеин; под общ. ред. проф., д-ра техн. наук В.И. Велькина; Мин-во науки и высш. образования РФ. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 312 с.
2. Глобальные энергетические тенденции — электронный ресурс — <https://russia.enerdata.net/publications/reports-presentations/world-energy-trends.html> — Режим доступа свободный.

3. Парижское соглашение 2015 года — электронный ресурс — https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_russian_.pdf — Режим доступа свободный.
4. Доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии — электронный ресурс — <https://energystats.enerdata.net/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html> — Режим доступа свободный.
5. МЭА предсказало лидерство возобновляемой энергетики как источника электричества к 2025 г. — электронный ресурс — <https://www.interfax.ru/world/875644> — Режим доступа свободный.
6. Итоги развития ВИЭ в России в 2022 году — электронный ресурс — https://www.c-o-k.ru/market_news/itogi-razvitiya-vie-v-rossii-v-2022-godu — Режим доступа свободный.
7. В 2023 году будут введены в эксплуатацию ВИЭ мощностью 438 МВт — АРВЭ году — электронный ресурс — <https://rossaprimavera.ru/news/90e8338e> — Режим доступа свободный.
8. Эксперты оценили стоимость электроэнергии в России — электронный ресурс — <https://www.rbc.ru/rbcfrenews/6071723d9a794765f9002147> — Режим доступа свободный.
9. Дегтярев К.С. Экономика возобновляемой энергетики в мире и в России — электронный ресурс — <https://www.c-o-k.ru/articles/ekonomika-vozobnovlyayemoj-energetiki-v-mire-i-v-rossii> — Режим доступа свободный.

© Назаренко Елена Борисовна (lena1409@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана