МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт экономики и управления	Кафедра «Социология, экономическая теория и международные процессы»
Направление подготовки	38.03.01 «Экономика»
Профиль	Экономика и организация внешнеэкономической деятельности

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

Развитие мирового рынка возобновляемых источников энергии

Студент	_____ подпись, дата	Нагорнова Дарья Александровна
Руководитель	_____ подпись, дата	Кафтулина Ю. А.
Нормоконтролер	_____ подпись, дата	Влазнева С. А.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ №_____)

Заведующий кафедрой	_____ подпись, дата	Рожкова Л. В.

Работа защищена с отметкой _____ (протокол ГЭК от _____ №____)

Секретарь ГЭК	_____ подпись, дата	Рассказова Н. В.

Пенза 2026

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
Институт экономики и управления
Кафедра «Социология, экономическая теория и международные процессы»
Направление подготовки 38.03.01 «Экономика», профиль «Экономика и организация внешнеэкономической деятельности»

«УТВЕРЖДАЮ»:
Зав. кафедрой
д.с.н., профессор Рожкова Л. В.
_____
«_____»_____20___г.

ЗАДАНИЕ

НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ

студенту Нагорновой Д. А., группа 22ЭЭв1, обучение очное

1 Тема бакалаврской работы: Развитие мирового рынка возобновляемых источников энергии

утверждена приказом по университету

от «__»_____20__г . №_____

2 Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы: 3.06.2026.

3 Исходные данные к бакалаврской работе: нормативно-правовая база, научная и справочная литература, данные сети Интернет.

4 Перечень подлежащих разработке вопросов: понятие, классификация и структура мирового рынка возобновляемых источников энергии, экономические особенности возобновляемых источников энергии и глобальные цепочки создания стоимости, *ESG*-трансформация мирового рынка возобновляемых источников энергии: теория и практические механизмы, основные тенденции развития международной торговли возобновляемыми источниками энергии и оборудованием для их производства и эксплуатации, современное состояние и структура сектора возобновляемых источников энергии в России, направления развития возобновляемой энергетики в России с учетом глобальных *ESG*-вызовов.

5 Перечень графического материала: таблицы, рисунки.

6 Дата выдачи задания: 25.10.2025.

График подготовки бакалаврской работы

№ п/п	Содержание работы	Срок выполнения	Дата выполнения, подпись руководителя
1	Составление плана ВКР	25.10.2025 – 10.11.2025	
2	Изучение исходных данных к бакалаврской работе	11.11.2025 – 25.12.2025	
3	Написание Главы 1	26.12.2025 – 30.01.2026	
4	Написание Главы 2	31.01.2026 – 15.03.2026	
5	Написание Главы 3	16.03.2026 – 29.04.2026	
6	Написание введения и заключения	30.04.2026 – 11.05.2026	
7	Оформление ВКР	12.05.2026 – 19.05.2026	
8	Сдача ВКР на нормоконтроль, проверка в системе «антиплагиат.вуз»	20.05.2026 – 1.06.2026	
9	Ознакомление с отзывом руководителя	2.06.2026	
10	Представление законченной бакалаврской работы	3.06.2026	

Руководитель _____/ Ю. А. Кафтулина /
(подпись) (инициалы, фамилия)

Задание принял к исполнению студент _____/ Д. А. Нагорнова /
(подпись) (инициалы, фамилия)

Реферат

Бакалаврская работа 67 с., 3 ч., 8 рис., 20 табл., 88 источников. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, ESG-ТРАНСФОРМАЦИЯ, ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ, ТОРГОВЛЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ВИЭ, ЭКСПОРТ, ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Объект исследования − мировой рынок возобновляемых источников энергии.

Цель работы состоит в выявлении основных тенденций и перспектив развития международной торговли возобновляемыми источниками энергии и оборудованием для их производства и эксплуатации на основе комплексного анализа мирового и национального рынков возобновляемой энергетики.

В процессе написания работы использовались методы исследования: сравнительный анализ, статистический анализ, институциональный анализ, а также абстрактно-логический метод.

Результаты работы: раскрыто понятие, классификация и структура мирового рынка возобновляемых источников энергии; определены экономические особенности возобновляемых источников энергии и глобальные цепочки создания стоимости; изучены теоретические основы *ESG*-трансформации мирового рынка возобновляемых источников энергии и её практические механизмы; определены основные тенденции развития международной торговли возобновляемыми источниками энергии и оборудованием для их производства и эксплуатации; рассмотрено современное состояние и структура сектора возобновляемых источников энергии в России, направления развития возобновляемой энергетики в России с учетом глобальных *ESG*-вызовов.

Теоретическая значимость работы заключается в систематизации и обобщении научно-методических подходов к анализу глобального рынка возобновляемых источников энергии в условиях *ESG*-трансформации мировой экономики изменения архитектуры международных экономических отношений.

Практическая значимость исследования состоит в возможности применения полученных результатов при разработке стратегий развития российского сектора

возобновляемой энергетики, а также при оценке влияния механизмов углеродного регулирования и *ESG*-требований на деятельность отечественных экспортеров и их позиции на внешних рынках.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования. В перспективе ожидается дальнейшее увеличение роли возобновляемых источников энергии в структуре мирового энергетического баланса за счёт технологического совершенствования, снижения стоимости оборудования и усиления требований по декарбонизации экономики. Будет продолжаться формирование новых международных цепочек создания стоимости в сфере производства оборудования для солнечной и ветровой энергетики. Усиление экологического регулирования и внедрение механизмов углеродного контроля будут оказывать возрастающее влияние на условия международной торговли, повышая значимость углеродной эффективности экспортной продукции. Для российских производителей перспективным направлением является развитие экспортно-ориентированного производства оборудования роли возобновляемых источников энергии**,** включая локализацию технологий, повышение уровня промышленной кооперации и расширение присутствия на рынках стран Азии, Ближнего Востока и СНГ.

Оглавление

Введение……..…..... 3

Глава 1 Теоретические основы исследования мирового рынка возобновляемых источников энергии ……..……..... 6

1.1 Понятие, классификация и структура мирового рынка возобновляемых источников энергии……..... 6

1.2 Экономические особенности возобновляемых источников энергии и глобальные цепочки создания стоимости……..… 17

Глава 2 Мировой рынок возобновляемых источников энергии в условиях ESG-трансформации……...……... 24

2.1 ESG-трансформация мирового рынка возобновляемых источников энергии: теория и практические механизмы…...…… ……. 24

2.2 Основные тенденции развития международной торговли возобновляемыми источниками энергии и оборудованием для их производства и эксплуатации…...…….……...……..... 33

Глава 3 Перспективы интеграции российского рынка возобновляемых источников энергии в мировую экономику……..……... 41

3.1 Современное состояние и структура сектора возобновляемых источников энергии в России……...…...….. 41

3.2 Направления развития возобновляемой энергетики в России с учетом глобальных ESG-вызовов……..…...…….. 47

Заключение…….……..... 55

Список использованных источников……...… 58

Введение

Развитие человеческой цивилизации тесно связано с увеличением масштабов производства энергии и ее потребления. Энергетический сектор играет ключевую роль в обеспечении жизнедеятельности населения, экономического роста и устойчивости государств.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) представляют собой первичные источники энергии, основанные на природных процессах и способные к естественному воспроизводству, обеспечивая получение возобновляемых энергетических ресурсов.

Развитие возобновляемой энергетики и ее интеграция в систему международных экономических отношений являются объектом повышенного внимания со стороны исследователей.

Теоретические основы функционирования мирового рынка ВИЭ, включая классификацию источников и анализ глобальных цепочек создания стоимости, рассматриваются в трудах В. И. Бушукина [4], И. О. Волкова [7] и Б. В. Лукутин [24]. Вопросы *ESG*-трансформации и ее влияния на инвестиционные потоки в секторе чистой энергетики исследуются в работах М. В. Михейкина [25], Б. А. Шахназаров [45] и зарубежных авторов, в частности, *Y. Sun*, *C. Liao* и *Y. Chen* [84], проанализировавших связь между *ESG*-результативностью компаний и инновационной активностью. Анализу международной торговли оборудованием для ВИЭ и перспектив российского экспорта посвящены публикации А. А. Голяшев [10], М. Ю. Мокшин [26] и экспертов Ассоциации развития возобновляемой энергетики [2].

При этом комплексных исследований, объединяющих анализ мирового рынка ВИЭ, *ESG*-трансформации и внешнеэкономических перспектив России в данном секторе, пока недостаточно, что и обусловливает актуальность настоящей работы.

Актуальность темы исследования определяется несколькими факторами. Четвертый энергопереход, характеризующийся структурным замещением ископаемого топлива возобновляемыми источниками, трансформирует

международные экономические отношения, формируя новые рынки, цепочки добавленной стоимости и факторы конкурентоспособности. *ESG*-повестка, перешедшая от добровольных инициатив к жесткому регулированию, кардинально меняет условия внешнеэкономической деятельности. Для России, как страны со значительным нереализованным потенциалом возобновляемых источников энергии, переход к возобновляемой энергетике приобретает важное значение для диверсификации экономики и сохранения позиций на ключевых внешних рынках.

Целью работы является выявление основных тенденций и перспектив развития международной торговли возобновляемыми источниками энергии и оборудованием для их производства и эксплуатации на основе комплексного анализа мирового и национального рынков возобновляемой энергетики.

Данная цель реализуется через следующие задачи:

– раскрыть понятие, классификацию и структуру мирового рынка возобновляемых источников энергии;

– выделить экономические особенности возобновляемых источников энергии и глобальные цепочки создания стоимости;

– изучить теоретические основы *ESG*-трансформации мирового рынка возобновляемых источников энергии и ее практические механизмы;

– выявить основные тенденции развития международной торговли возобновляемыми источниками энергии и оборудованием для их производства и эксплуатации;

– исследовать современное состояние и структуру сектора возобновляемых источников энергии в России;

– определить направления развития возобновляемой энергетики в России с учетом глобальных *ESG*-вызовов.

Объектом исследования выступает мировой рынок возобновляемых источников энергии.

Предметом исследования является развитие мирового рынка возобновляемых источников энергии под воздействием *ESG*-трансформации и перспективы интеграции в него российского сектора.

При написании выпускной квалификационной работы использовались следующие методы научного исследования:

– абстрактно-логический метод – при определении цели и задач, а также теоретических основ функционирования мирового рынка возобновляемых источников энергии;

– системный подход – при анализе мирового рынка возобновляемой энергетики и взаимосвязей его элементов, включая торговлю и инвестиционные потоки;

– сравнительный анализ – при сопоставлении уровня развития возобновляемой энергетики и в различных странах и регионах мира, а также выявлении особенностей международной торговли оборудованием для возобновляемых источников энергии;

– статистический анализ – при исследовании динамики установленной мощности возобновляемых источников энергии, структуры мирового энергобаланса и показателей международной торговли энергетическим оборудованием;

– метод анализа и синтеза – при выявлении ключевых тенденций развития мирового рынка возобновляемых источников энергии, определении влияния *ESG*-факторов и формировании выводов о перспективах развития отрасли, а также направления развития возобновляемой энергетики в России с учетом глобальных *ESG*-вызовов;

– институциональный анализ – при изучении роли *ESG*-регулирования, международных инициатив и нормативных механизмов (*EU ETS, CBAM, RE*100) в трансформации мирового энергетического рынка.

Теоретическая значимость работы заключается в систематизации и обобщении научно-методических подходов к анализу глобального рынка возобновляемых источников энергии в условиях *ESG*-трансформации мировой экономики изменения архитектуры международных экономических отношений.

Практическая значимость исследования состоит в возможности применения полученных результатов при разработке стратегий развития российского сектора возобновляемой энергетики, а также при оценке влияния механизмов углеродного регулирования и *ESG*-требований на деятельность отечественных экспортеров и их позиции на внешних рынках.

Глава 1 Теоретические основы исследования мирового рынка возобновляемых источников энергии

1.1 Понятие, классификация и структура мирового рынка возобновляемых источников энергии

Под возобновляемыми источниками энергии понимаются энергоресурсы постоянно существующих природных процессов на планете, а также энергоресурсы продуктов жизнедеятельности биоценозов растительного и животного происхождения. Характерной особенностью ВИЭ является их неистощаемость, либо способность восстанавливать свой потенциал за короткое время – в пределах срока жизни одного поколения людей [24, с. 5].

В отличие от ископаемых видов топлива, которые контролируются ограниченным числом стран, ресурсы ВИЭ равномерно распределены и доступны в том или ином виде и количестве практически в любой географической точке.

Переход мировой энергетической системы от доминирования ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии является одной из центральных тенденций развития глобальной экономики XXI в.

Данный процесс можно назвать четвертым энергопереходом. Под этим термином понимается структурное изменение в мировой энергетической системе, характеризующееся последовательным замещением угля, нефти и природного газа возобновляемыми источниками энергии. Ключевыми целями данного перехода выступают снижение негативного воздействия на окружающую среду, сокращение выбросов парниковых газов и уменьшение зависимости стран от ископаемого топлива [44, с. 187].

В отличие от трех предшествующих энергопереходов, которые были обусловлены техническим прогрессом и экономической эффективностью, четвертый энергопереход в основном инициируется осознанным выбором в пользу экологически устойчивой модели развития.

Переход к возобновляемым источникам энергии обусловлен множеством факторов, среди которых одно из ключевых значений имеет климатическая политика, опирающаяся на современные исследования, подтверждающие, что увеличение выбросов парниковых газов и ухудшение экологической обстановки стали экономическими вызовами, влияющими на стабильность финансовых рынков и макроэкономическую динамику.

Усиление глобального потепления приводит к учащению экстремальных погодных явлений, деградации сельскохозяйственных земель и сокращению биоразнообразия.

Согласно исследованиям Сети по экологизации финансовой системы (*NGFS*), при некоторых сценариях воздействие климатических изменений на Валовой внутренний продукт (ВВП) может возрасти в четыре раза к 2050 г. В прогнозе Организации Объединённых Наций (ООН), предполагающем рост температуры на 3,1 °C к 2030 г. по сравнению с доиндустриальным уровнем, потери ВВП могут составить до 30 % [50].

Понимание масштаба возможных потерь стимулирует правительства вводить более строгие ограничения на выбросы, а инвесторов – корректировать свои портфели в пользу низкоуглеродных активов.

В этих условиях возобновляемая энергетика становится наиболее доступным и технологически проработанным инструментом снижения углеродного следа, что делает ее приоритетным направлением энергетического прогресса.

На рисунке 1 приведены данные о выбросах парниковых газов на единицу вырабатываемой электрической энергии в течение жизненного цикла по разным технологиям генерации.

Удельные выбросы парниковых газов от традиционных топливных технологий электроэнергетики выше, чем у ВИЭ. Для ВИЭ утилизация отслужившего оборудования отработана и возможна быстро, в отличие от АЭС.

Помимо долгосрочных климатических факторов, важным стимулом для перехода на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) является экономическая уязвимость систем, основанных на ископаемых видах топлива.

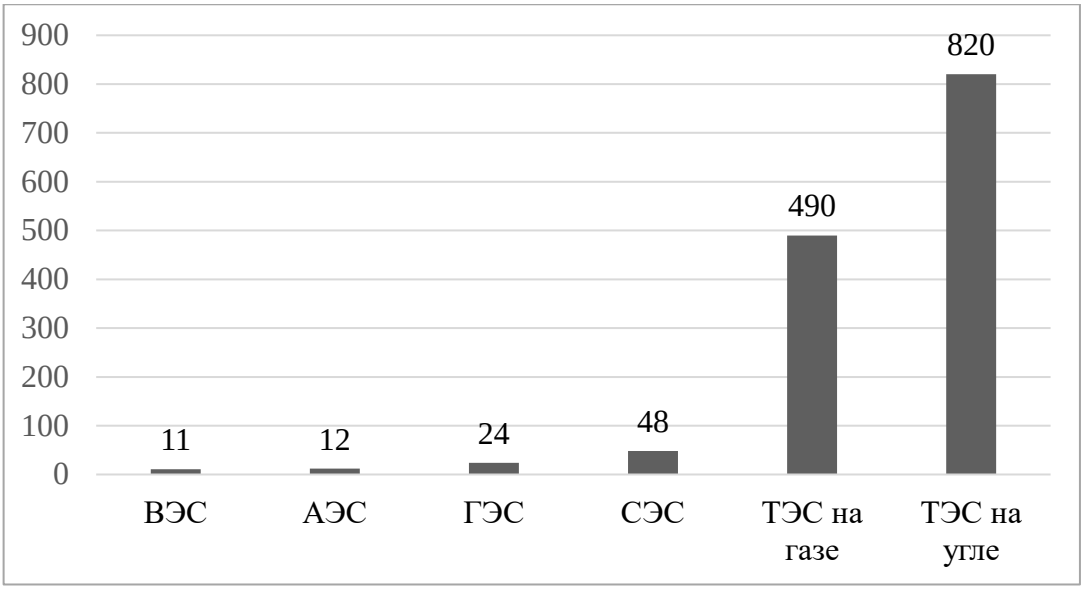

Рисунок 1 – Удельные выбросы парниковых газов углекислого газа (CO_2) экв./кВт·ч в течение жизненного цикла объектов генерации электроэнергетики [35]

Рынки нефти, природного газа и угля могут быть подвержены резким колебаниям цен, вызванным происходящими геополитическими конфликтами, различными сбоями в цепочках поставок и решениями крупных стран-экспортеров. Это создает риски для государственных бюджетов, зависящих от нефтегазовых доходов, а также для промышленных предприятий, которые вынуждены учитывать в себестоимости продукции непредсказуемые топливные расходы.

Генеральный директор Международного агентства по возобновляемой энергии (*IRENA*) Франческо Ла Камера, комментируя итоги 2025 г., подчеркивает, что кризис на Ближнем Востоке подтвердил энергетическую уязвимость систем, зависимых от ископаемого топлива. Напротив, страны с высокой долей ВИЭ в энергобалансе продемонстрировали существенно большую устойчивость к внешним ценовым шокам [46].

Следует отметить, что понятие «мировой рынок ВИЭ» не ограничивается лишь областью генерации электроэнергии. Оно включает в себя многоуровневую систему, охватывающую добычу сырья, производство оборудования, инженерные исследования, финансовые услуги и торговлю сертификатами, подтверждающими экологическую чистоту.

На рисунке 2 представлена динамика установленной мощности ВИЭ в мире за период 2016–2025 гг.

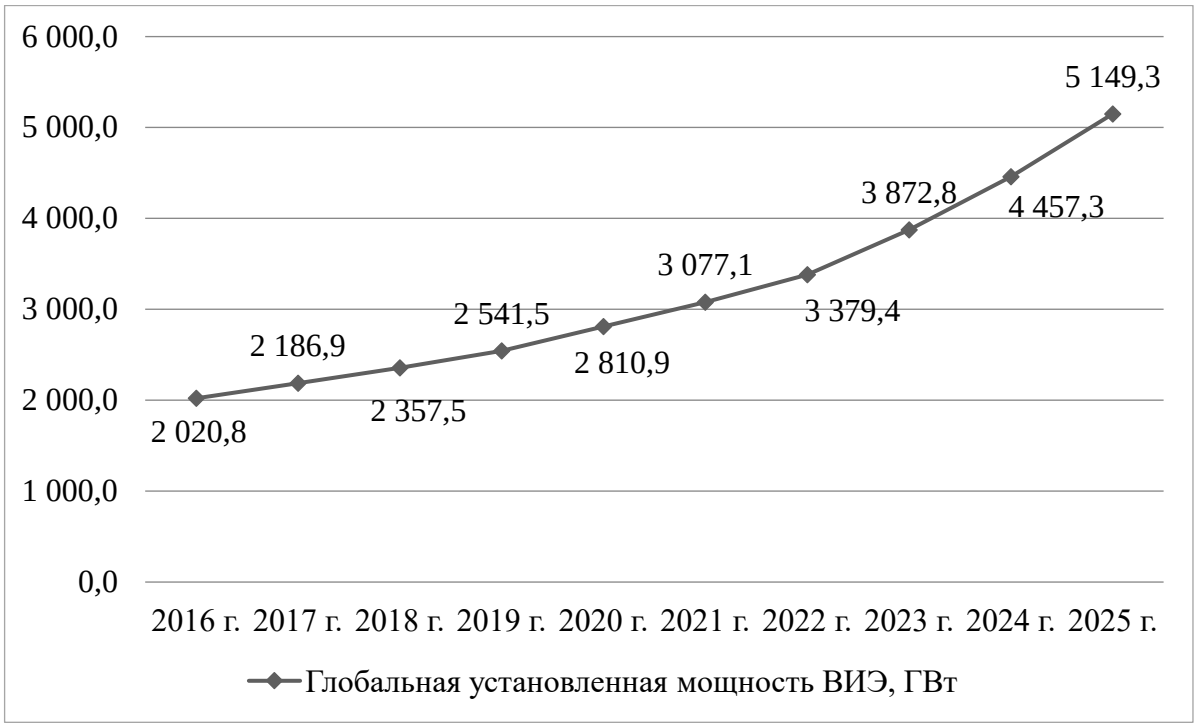

Рисунок 2 – Динамика глобальной установленной мощности ВИЭ за 2016–2025 гг., ГВт [79]

Как видно из рисунка 2, глобальная установленная мощность ВИЭ демонстрирует устойчивый восходящий тренд. Если по итогам 2016 г. данный показатель составлял 2020,8 ГВт, то к концу 2025 г. он достиг 5149,3 ГВт, увеличившись за десятилетие в 2,5 раза.

При этом же рекордный годовой прирост в 692 ГВт был зафиксирован в 2025 г., что соответствует темпу прироста в 15,5 %.

Ключевым признаком, лежащим в основе классификации ВИЭ, служит вид природного ресурса или физического явления, преобразуемого в полезную энергию.

В соответствии с подходом, принятым *IRENA* и Международным энергетическим агентством (МЭА), выделяются следующие основные виды ВИЭ: солнечная, ветровая, гидроэнергетика, биоэнергетика и геотермальная энергетика. Каждый из них отличается специфическими экономическими характеристиками.

В таблице 1 и 2 приведены значения установленной мощности типов мировой возобновляемой энергетики за 2016–2025 гг., ГВт.

Таблица 1 – Установленная мощность типов мировой возобновляемой энергетики за 2016–2019 гг., ГВт [составлено по: 79]

Тип возобновляемой энергетики	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Солнечная энергетика	298,1	391,8	487,3	589,8
Гидроэнергетика	1 255,8	1 277,1	1 296,6	1 312,4
Ветроэнергетика	467,3	515	563,5	623,1
Биоэнергетика	103,9	109,7	116,8	122,5
Всего	2 020,8	2 186,9	2 357,5	2 541,5

Таблица 2 – Установленная мощность типов мировой возобновляемой энергетики за 2020–2025 гг., ГВт [составлено по: 79]

Тип возобновляемой энергетики	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Солнечная энергетика	721,1	866	1 058	1 422	1 880,4	2 391,6
Гидроэнергетика	1 334,4	1 362,6	1 396,5	1 411,8	1 426,9	1 455,6
Ветроэнергетика	733,3	824,2	903,1	1 018,2	1 132,7	1 291,4
Биоэнергетика	129,8	136,4	143	147	151	154,4
Всего	2 810,9	3 077,1	3 379,4	3 872,8	4 457,3	5 149,3

По данным таблиц 1 и 2 видно, что за период с 2016 по 2025 гг. суммарная установленная мощность мировой возобновляемой энергетики выросла более чем в 2,5 раза. Гидроэнергетика оставалась крупнейшим источником до 2024 г., но в 2025 г. ее опередила солнечная энергетика, которая увеличилась почти в 8 раз. Ветроэнергетика также значительно нарастила мощность, а биоэнергетика росла медленно.

Солнечная энергетика на сегодняшний день выступает одним из наиболее динамично развивающихся направлений возобновляемой энергетики, что объясняется сочетанием экономических и экологических преимуществ.

Солнечная энергетика – это использование солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде [9, с. 193].

Она обладает неоспоримым преимуществом в виде бесплатного и неисчерпаемого источника энергии, доступного практически повсеместно [30, с. 190].

Благодаря быстрому технологическому прогрессу за последние годы значительно снизилась стоимость фотоэлектрических панелей, а их коэффициент полезного действия вырос. В эксплуатационной фазе такие установки характеризуются низкими операционными затратами и минимальным негативным воздействием на окружающую среду, так как не производят вредных выбросов в атмосферу. Также отрасль стимулирует снижение зависимости экономики от ископаемых источников энергии. Благодаря самой низкой приведенной стоимости электроэнергии (*LCOE*) среди всех видов генерации, она лидирует в 2025 г.

Однако использование солнечной энергии сталкивается с рядом проблем, которые мешают ее повсеместному внедрению.

Во-первых, производство фотоэлектрических модулей требует применения токсичных материалов, таких как соединения кадмия, свинца и селена, что создает риски загрязнения воздуха и водных объектов на этапе изготовления [9, с. 195].

Во-вторых, по завершении срока службы, который равняется примерно 25 лет, возникает необходимость утилизации панелей. На сегодняшний день не существует эффективных и безопасных технологий переработки отходов, содержащих вредные вещества.

В-третьих, существенным недостатком является непостоянство выработки энергии, вызванное суточными и погодными колебаниями. Из-за этого реальный коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) находится в диапазоне между 14 % и 26 %. Для сглаживания этой неравномерности необходимы дополнительные вложения в системы хранения энергии, что увеличивает общие капитальные расходы [43, с. 75].

Ветроэнергетика использует кинетическую энергию движущихся воздушных масс, которая возникает из-за неравномерного нагрева атмосферы солнцем и вращения Земли. Ключевым преимуществом выступает неисчерпаемость первичного ресурса и практическая повсеместность его распространения, особенно в прибрежных и степных зонах [26, с. 340].

Ветровые электростанции не требуют ископаемого топлива и не выделяют парниковых газов напрямую, что делает их экологически выгодными. С экономической точки зрения, их строительство занимает мало времени в промышленных масштабах, а окупаемость наступает в течение 7–12 лет [47].

Кроме того, стоимость вырабатываемой ветровыми станциями электроэнергии во многих регионах уже опустилась ниже традиционной генерации: например, в России на 2023 г. она составляла 3,5 руб./кВт·ч. [26, с. 344].

Благодаря этим факторам, а также постоянному совершенствованию турбин, ветроэнергетика занимает второе место в мире в 2025 г. У современных ветрогенераторов КИУМ составляет, который для наземных станций находится в диапазоне 30–45 % на суше и 45–55 % в море [47].

Вместе с тем отрасль сталкивается с рядом серьезных ограничений. Основной недостаток – высокая зависимость выработки от метеорологических условий и времени года, поскольку кинетическая энергия прямо пропорциональна кубу скорости ветра [11, с. 39].

Неравномерность генерации требует инвестиций в системы накопления энергии, что повышает затраты. Ветроустановки создают шум, включая низкочастотные вибрации, вредящие вестибулярному аппарату и угрожающие птицам. Их размещение ограничено районами с среднегодовой скоростью ветра не менее 2–5 м/с и низкой частотой штилей и ураганов.

Гидроэнергетика основана на использовании возобновляемой энергии движущейся воды, что исключает топливную составляющую и обеспечивает одну из самых низких себестоимостей электроэнергии [7, с. 35].

Преимуществом являются высокая маневренность гидроагрегатов, которая позволяет ГЭС эффективно покрывать пиковые нагрузки, выполнять функции оперативного и аварийного резерва, а также гидроаккумулирующие станции (ГАЭС), заполняющие ночные провалы графика потребления, тем самым повышая надежность и экономичность работы всей энергосистемы. К этому добавляются внеэнергетические эффекты. Так, например, регулирование речного стока позволяет предотвращать паводковые ущербы, ежегодно оценивается в десятки миллиардов

рублей по всей стране. Водохранилища создают условия для развития водного транспорта, орошаемого земледелия, рыболовства. Также с экологической точки зрения, ГЭС не выделяют углекислый газ в процессе выработки электроэнергии. Более того, исследования российских ученых показывают, что водохранилища способны поглощать больше парниковых газов, чем выделять, что делает их углеродно-отрицательными объектами [5, с. 18].

Однако масштабные преимущества сопряжены с серьезными недостатками, сдерживающими темпы гидроэнергетического строительства. Главным барьером служат очень высокие стартовые капитальные затраты и длительные инвестиционные циклы: от начала проектирования до ввода ГЭС в эксплуатацию проходит 10–12 лет Это требует привлечения крупных объемов финансирования [5, с. 27].

Вторым существенным недостатком является затопление земель, переселение населения и трансформации экосистем из-за создания водохранилищ. Крупные ГЭС способны вызывать локальные климатические изменения, влияя на ветер и температуру.

Кроме того, коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) гидростанций зависит от водностью года и сезонных колебаний стока, составляя 30–60 %. В России, несмотря на второе место в мире по запасам гидроресурсов, степень освоения экономического гидропотенциала немногим превышает 20 %, что отражает недостаточную государственную поддержку и сложность реализации крупных проектов в суровых климатических условиях Сибири и Дальнего Востока [1, с. 34].

Биоэнергетика представляет собой специфический сегмент возобновляемой энергетики, основанный на использовании биомассы – твердого, жидкого или газообразного топлива, получаемого из органических отходов и специально выращиваемых культур. Ее ключевым преимуществом является способность решать одновременно энергетические и экологические задачи: в качестве сырья используются отходы лесной, сельскохозяйственной и пищевой промышленности, что сокращает выбросы метана [32, с. 1].

В отличие от солнца и ветра, биоэнергетические установки обеспечивают стабильную и прогнозируемую генерацию, благодаря чему КИУМ достигает около 60 %. Биоэнергетика позволяет преобразовывать первичный ресурс в электричество, тепло и моторное топливо с помощью прямое сжигания, газификации и анаэробного сбраживания, что делает ее особенно ценной для сельских и удаленных регионов, где доступно сырье и существует дефицит централизованного энергоснабжения [4, с. 102].

Экономика биоэнергетических проектов осложняется высокой зависимостью от стоимости топлива и цепочек поставок. Капитальные затраты на строительство био-ТЭС превышают затраты на газовые станции более чем в три раза, а производственные и эксплуатационные расходы на кВт·ч – примерно в пять раз. Это увеличивает себестоимость электроэнергии и снижает конкурентоспособность без государственных субсидий. К недостаткам также относят более низкую по сравнению с ископаемым топливом теплотворную способность биомассы и логистические сложности при транспортировке и хранении твердых видов топлива [29, с. 876].

Геотермальная энергетика использует внутреннее тепло Земли, извлекаемое в виде пара или горячей воды через буровые скважины, и преобразует его в электроэнергию или тепло с помощью паровых и бинарных турбин. Этот вид ВИЭ занимает особую нишу, обеспечивая стабильную базовую генерацию КИУМ на уровне 80–95 % – максимальным среди всех возобновляемых источников [16].

Ключевое преимущество геотермальных электростанций – предсказуемость и непрерывность выработки, не зависящая от погодных условий и времени суток, что превращает их в надежный источник базовой нагрузки. После завершения инвестиционной фазы эксплуатационные расходы минимальны, поскольку отсутствуют затраты на топливо, а срок службы месторождений может достигать десятилетий. С экологической точки зрения замкнутые бинарные циклы сводят к нулю прямые выбросы парниковых газов, а обязательная обратная закачка отработанного теплоносителя в пласт снижает нагрузку на поверхностные экосистемы [39, с. 121].

Вместе с тем широкое распространение геотермальной энергетики сдерживают очень высокие капитальные затраты на геологоразведку и бурение, достигающие нескольких миллионов долларов на одну глубокую скважину. Экономически оправданная генерация электроэнергии требует температур теплоносителя не ниже 150 °C, что доступно лишь на значительных глубинах, часто превышающих 2 км, или в районах с аномально высоким геотермическим градиентом, приуроченных к зонам современного вулканизма [39, с. 121].

Эксплуатационные недостатки включают высокую минерализацию, токсичность – содержание соединений цинка, свинца, мышьяка, что требует дорогостоящей системы обратной закачки и вызывает коррозию оборудования, а неконтролируемый отбор теплоносителя способен привести к падению давления и истощению источника [20, с. 742].

Обобщенная характеристика основных видов ВИЭ, их ключевые экономические особенности и текущая роль на рынке кратко сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Обобщенная характеристика основных видов ВИЭ [составлено по: 7; 20; 26; 29; 32; 70; 79]

Вид ВИЭ	Первичный ресурс	Характерные технологии	Диапазон КИУМ	Текущая роль на рынке
Солнечная	Солнечное излучение	Фотоэлектрические панели, CSP	14–26 %	Лидер по темпам прироста
Ветровая	Кинетическая энергия ветра	Турбины	30–45 % на суше и 45–55 % в море	Второй по значимости прирост
Гидроэнергетика	Энергия движущейся воды	Плотинные ГЭС, малые ГЭС, ГАЭС	60 %	Крупнейшая по накопленной мощности
Биоэнергетика	Биомасса (твердая, жидкая, газ)	Сжигание, газификация, анаэробное сбраживание	40–80 %	Важна для сельских регионов
Геотермальная	Тепло недр Земли	Паровые, а также бинарные турбины	80–95 %	Локальная базовая генерация

На рисунке 3 представлена структура мировой установленной мощности ВИЭ за 2025 г. Данная диаграмма позволяет оценить вес каждого из рассмотренных видов в глобальном энергобалансе.

Согласно рисунку 3, солнечная энергетика является крупнейшим сегментом и составляет 46,4 % от общего объема. На втором месте – гидроэнергетика (включая ГАЭС), занимающая 28,3 %. Затем ветроэнергетика, на которую приходится 25,1 %.

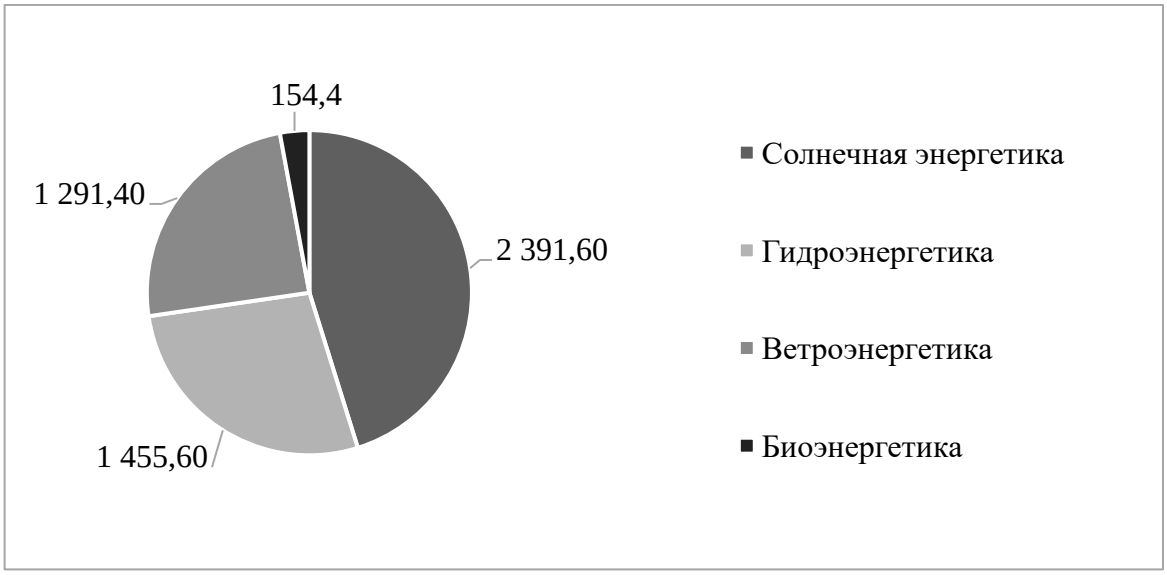

Рисунок 3 – Структура мировой установленной мощности ВИЭ по технологиям в 2025 г., ГВт [79]

В совокупности на три указанных вида приходится 99,8 % всей мощности ВИЭ в мире, что подтверждает их практически полное технологическое доминирование. Доли биоэнергетики и геотермальной энергетики остаются статистически небольшими, однако их значение в отдельных регионах и для решения специальных задач, например, как, круглосуточное энергоснабжение или утилизация отходов, весьма велико.

Таком образом, мировой рынок ВИЭ представляет собой динамично развивающуюся многоуровневую систему, переход к которой обусловлен не только экологическими факторами и климатическими рисками, но и экономической уязвимостью традиционной углеводородной энергетики.

Глобальная установленная мощность ВИЭ за 2016–2025 гг. выросла в 2,5 раза, при этом технологическое доминирование принадлежит солнечной, гидроэнергетике и ветроэнергетике, совокупная доля которых достигла 99,8 %.

Каждый из рассмотренных видов ВИЭ обладает специфическими экономическими и техническими характеристиками, преимуществами и недостатками, что определяет их различную роль в энергобалансе и перспективы дальнейшего развития.

1.2 Экономические особенности возобновляемых источников энергии и глобальные цепочки создания стоимости

Одной из основных экономических характеристик большинства технологий ВИЭ является структура затрат. Она характеризуется высокой долей первоначальных капитальных вложений (*CAPEX*) при низких, а в некоторых случаях почти нулевых, переменных и операционных расходах (*OPEX*) [31].

В отличие от тепловых электростанций, которые работают на угле или газе, где основную долю расходов составляет топливо, солнечная или ветровая электростанция после завершения строительства использует бесплатный энергоресурс Поэтому стоимость электроэнергии на всем сроке службы объекта практически полностью первоначальными капитальными вложениями. Следствием этого может стать возможность долгосрочного планирования и фиксации издержек, что делает финансовую модель ВИЭ очень устойчивой к волатильности мировых цен на углеводороды.

Для сопоставления экономической эффективности различных технологий генерации, имеющих разную структуру *CAPEX*, *OPEX* и срок службы, в международной практике используется показатель нормированной стоимости электроэнергии – *Levelized Cost of Energy* (*LCOE*).

LCOE представляет собой показатель, отражающий среднюю стоимость производства электроэнергии за весь жизненный цикл энергетического актива. Он дает возможность проанализировать экономическую устойчивость и конкурентоспособность проектов в сфере производства электроэнергии, а также провести сравнение различных методов генерации энергии [71].

В таблице 4 представлено сравнение диапазонов *LCOE* для различных главных технологий генерации по данным международной финансовой компании *Lazard* за 2025 г.

Данные таблицы 4 показывают, что нижняя граница диапазона *LCOE* для солнечной и ветровой энергии уже находится ниже соответствующих значений для газовых и угольных станций.

Таблица 4 – Сравнительная стоимость электроэнергии (*LCOE*) по технологиям в 2025 г. [составлено по: 75]

Технология	Диапазон *LCOE*, долл. США/МВт·ч	Диапазон *LCOE*, руб./МВт·ч
Солнечная энергия	38–78	3 060–6 290
Ветроэнергетика	37–86	2 980–6 930
Газ	48–109	3 870–8 790
Уголь	71–173	5 720–13 940

Это означает, что новые ВИЭ-мощности стали экономически более выгодными, чем эксплуатация существующих тепловых электростанций. Причиной этого является экономическая конкурентоспособность технологии, что имеет положительные последствия для международной торговли и движения капитала. С точки зрения внешнеэкономической деятельности данное обстоятельство меняет карту сравнительных преимуществ: страны, располагающие хорошими солнечными и ветровыми ресурсами, получают долгосрочный выигрыш за счет более дешевого энергообеспечения промышленности.

Рынок ВИЭ представляет собой сложную, многоуровневую систему экономических отношений, охватывающую все стадии производственно-сбытовой цепочки. В его составе можно выделить три макросегмента [2].

Первый макросегмент – это рынок генерации, где происходит производство электрической и тепловой энергии на возобновляемых источниках. Его стоимостной метрикой выступает *LCOE*. Экономика этого сегмента характеризуется высокими *CAPEX* и низкими, и предсказуемыми *OPEX*, что отличает ее от волатильной экономики ископаемой генерации, зависящей от динамики мировых цен на сырье.

Второй макросегмент – рынок технологий и оборудования. Он включает в себя добычу и переработку сырья, например, поликремний, редкоземельные металлы, медь, производство ключевых компонентов, таких как солнечные ячейки и модули, лопасти и гондолы для ветрогенераторов, инверторы, системы накопления энергии, а также сопутствующей инфраструктуры. Данный сегмент отличается высокой капиталоемкостью и наукоемкостью, значительным эффектом масштаба производства и, как следствие, высокой географической концентрацией, что порождает риски для глобальных цепочек поставок.

Третий макросегмент – рынок услуг, объединяющий девелопмент и управление проектами, инжиниринг, строительство, юридическое и финансовое консультирование, техническое обслуживание и эксплуатацию, а также торговлю производными «зелеными» инструментами, например, такими как сертификаты происхождения электроэнергии, углеродные кредиты. Его экономическая роль – обеспечивать снижение транзакционных издержек и эффективную интеграцию генерирующих объектов в энергосистемы. По мере насыщения рынка оборудованием роль услуг возрастает, смещая основную добавленную стоимость с производства компонентов на обслуживание.

Также существуют регуляторные органы – национальные правительства, разрабатывающие инструменты поддержки, включая «зеленые» тарифы, аукционы, налоговые льготы, и наднациональные институты, формирующие международные климатические правила. Понимание создания системы ВИЭ важно для внешнеэкономической деятельности, так как распределение производственных мощностей влияет на международные товарные потоки и зависимости между странами. Наиболее показательной в этом плане является цепочка создания стоимости в солнечной энергетике, потому что сегодня она является ведущей роста мирового рынка ВИЭ. Процесс начинается с добычи кварца и производства металлургического, а затем поликристаллического кремния высокой чистоты – исключительно капиталоемкого этапа, на котором порядка 70 % мировых мощностей сосредоточено в Китае. Следующие стадии включают литье слитков, нарезку пластин, изготовление фотоэлектрических ячеек и, наконец, сборку готовых модулей.

Завершают цепочку производство инверторов, трекерных систем и прочего баланса системы, а также проектирование, строительство и эксплуатация станций [56, с. 102].

Данная многоступенчатая конфигурация в упрощенном виде представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Основные этапы цепочки создания стоимости в солнечной энергетике [составлено по: 56]

Стадия цепочки создания стоимости	Содержание производственно-технологических процессов	Основные страны-участницы	Характеристика конкурентной среды
Сырье, поликремний	Добыча кварца, синтез поликремния	Китай, Германия, Соединенные Штаты Америки (США)	Высокая капиталоемкость, концентрация
Слитки, пластины	Литье слитков, резка пластин	Китай	Критическая зависимость от Китая
Ячейки, модули	Производство фотоэлементов, сборка панелей	Китай,Вьетнам, Индия	Экономия на масштабе, тонкая маржа
Инверторы, компоненты	Силовая электроника, системы крепления	Китай, Германия, США	Диверсифицирована, сегмент с высокой добавленной стоимостью
Проектирование, *EPC*	Инжиниринг, строительство	Европа, США, Китай, Индия	Локальная, фрагментированная

Как видно из данных таблицы 5, производство базовых элементов солнечной энергетики характеризуется высокой степенью географической концентрации. Это порождает системные риски для мирового рынка, которые становятся внешнеэкономическими проблемами.

Так, например, зависимость от одного крупного поставщика делает цепочки поставок уязвимыми для торговых конфликтов, логистических сбоев и политических решений.

Для стран-импортеров, включая Россию, такая конфигурация означает необходимость балансирования между использованием ценовых преимуществ китайского производства и задачей диверсификации источников технологий, становящуюся актуальной после санкционных ограничений.

Такая же структура, но с немного иным географическим профилем, аналогична в цепочке создания стоимости в ветроэнергетике. Здесь ключевыми компонентами являются лопасти турбин, производство которых затруднено логистическими издержками из-за больших габаритов, гондолы со сложной механикой и генератором, а также башни и системы управления. Как и в солнечной энергетике, доступ к передовым технологиям ветрогенерации и комплектующим является важным фактором, определяющим возможности стран по развитию данного сектора и связанного с ним экспорта.

Развитие мирового рынка ВИЭ определяется сложным взаимодействием нескольких групп факторов. Понимание этого необходимо для прогнозирования внешнеэкономических последствий. Основные факторы в систематизированном виде представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Ключевые факторы развития мирового рынка ВИЭ [составлено по: 56]

Группа факторов	Фактор	Механизм влияния	Влияние на ВЭД
1	2	3	4
Технологические	Снижение стоимости технологий ВИЭ	Совершенствование производственных процессов, также эффект масштаба и накопление технологического опыта обеспечивают снижение капитальных затрат и стоимости производства энергии	Повышение конкурентоспособности производителей оборудования, а также расширение международной торговли технологиями ВИЭ
	Развитие инновационных энергетических решений	Внедрение современных материалов, технологий хранения энергии, а также оптимизация процессов генерации способствует увеличению производительности объектов ВИЭ	Формирование новых направлений международного технологического обмена и экспортных возможностей
Экологические	Глобальная климатическая повестка	Усиление требований по сокращению выбросов парниковых газов стимулирует переход к низкоуглеродной энергетике	Увеличение спроса на экологически ориентированную продукцию и изменение структуры внешнеторговых потоков

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
Регуляторные	Углеродное регулирование и экологические стандарты	Введение углеродного контроля, экологических требований и ограничений формирует новые условия доступа на рынки	Возникновение нетарифных барьеров и изменение конкурентных условий для экспортеров
Экономические	Волатильность мировых цен на традиционные энергоресурсы	Изменение цен нефть, газ, а также угль повышает привлекательность альтернативных источников энергии	Увеличение спроса на различное оборудование и услуги в сфере ВИЭ на международных рынках
Геополитические	Риски энергетической зависимости	Стремление государств обеспечить энергетическую безопасность стимулирует диверсификацию источников энергии	Расширение международного сотрудничества в сфере энергетических технологий и оборудования
Институциональные	Государственная поддержка развития ВИЭ	Субсидии, налоговые льготы, инвестиционные программы и механизмы стимулирования снижают риски для участников рынка	Формирование новых рынков сбыта для производителей оборудования, технологий, инженерных услуг

Данные таблицы 6 показывают, что развитие мирового рынка ВИЭ опирается на четыре группы, каждая из которых по-своему влияет на внешнеэкономическую деятельность. Технологические факторы прежде всего связаны с эффектом масштаба и кривой обучения: удвоение накопленного объема производства солнечных модулей устойчиво снижало их цену примерно на 20–24 %. Для ВЭД это означает, что количество государств, способных выпускать конкурентоспособную энергоемкую продукцию, расширяется [38].

Экологические и регуляторные факторы – климатическая политика, например, в Парижском соглашении и механизме трансграничного углеродного регулирования – *Carbon Border Adjustment Mechanism* (*CBAM*), который с 2026 г. ввел импортную пошлину на товары с высоким углеродным следом. Поэтому углеродоемкость продукции превращается издержки экспортеров, а переход на ВИЭ становится необходимым условием для сохранения конкурентоспособности на рынке Европейского союза (ЕС) [15].

Экономические и геополитические факторы проявляются через волатильность цен на углеводороды. Кризисы подтверждают, что чрезмерная зависимость от импорта ископаемого топлива делает энергосистемы уязвимыми, а страны с высокой долей ВИЭ демонстрируют большую устойчивость к ценовым шокам.

Институциональные факторы выражаются в государственной поддержке. Такие меры обеспечивают предсказуемую доходность для инвесторов и одновременно формируют новые экспортные рынки оборудования и услуг, влияя на географию международных товарных потоков.

Таким образом, ключевой характеристикой экономических особенностей ВИЭ является высокая доля первоначальных капитальных затрат при минимальных операционных расходах, что обеспечивает долгосрочную предсказуемость издержек и устойчивость к волатильности цен на углеводороды. Согласно показателю *LCOE*, солнечная и ветровая энергия в 2025 г. стали экономически выгоднее газовой и угольной генерации, что меняет международные конкурентные преимущества. Также существует трехуровневая структура рынка ВИЭ, при этом цепочки создания стоимости характеризуются высокой географической концентрацией, особенно в солнечной энергетике, где Китай доминирует, что порождает системные риски для стран-импортеров. Развитие рынка определяется взаимодействием технологических, экологических, геополитических и институциональных факторов, среди которых ключевое значение приобретает углеродный протекционизм, делая переход на ВИЭ экономически необходимым для экспортеров.

Глава 2 Мировой рынок возобновляемых источников энергии в условиях ESG-трансформации

2.1 ESG-трансформация мирового рынка возобновляемых источников энергии: теория и практические механизмы

Ключевой фактор, который в последние годы влияет на развитие и структуру рынка ВИЭ, – *ESG*-трансформация, которая заключается во все более широком применении экологических, социальных и управленческих принципов в корпоративных стратегиях, инвестиционных подходах и государственной экономической политике

Концепция *ESG* (*Environmental, Social, Governance*) как система оценки нефинансовых факторов деятельности компаний прошла значительный эволюционный путь от добровольных инициатив до жесткой регуляции. Ее истоки можно найти в концепциях устойчивого развития и корпоративной социальной ответственности, которые активно обсуждались еще в конце XX в. Однако массовое признание и институциональное закрепление *ESG*-принципы получили только в последние два десятилетия. Переломным моментом стал 2006 г., когда ООН были сформулированы Принципы ответственного инвестирования (*PRI*), объединившие институциональных инвесторов в стремлении учитывать экологические и социальные риски при формировании портфелей [12].

Сущность *ESG*-подхода заключается в том, что устойчивый рост и долгосрочная стоимость компании связываются с ее способностью управлять экологическим воздействием, включая углеродный след, использование ресурсов, социальными отношениями, такими как условия труда, взаимодействие с сообществами, и качеством корпоративного управления, например, прозрачность, соблюдение прав акционеров [54].

К середине 2020-х гг. *ESG*-повестка стала строгой регулируемой системой обязательных требований. Ведущую роль в этом процессе сыграл Европейский союз, принявший Таксономию ЕС для устойчиво развивающейся деятельности, Регламент

о раскрытии информации об устойчивом финансировании (*SFDR*) и Директиву о корпоративной отчетности в области устойчивого развития (*CSRD*), поэтапно вступающую в силу с 2025 г. Аналогичные меры стали вводить и другие страны [63].

Этот переход к обязательным требованиям важен для мировой экономики, ведь соответствие принципам *ESG* превращается из маркетингового преимущества в условие доступа к ключевым рынкам капитала и сбыта [45, с. 6].

Климатическая составляющая *ESG*, играет важную роль в формировании решений в области энергетики. Взаимосвязь между *ESG*-повесткой и быстрым развитием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) осуществляется через несколько взаимодополняющих механизмов. Эти механизмы можно представить в таблице 7.

Таблица 7 – Основные механизмы влияния *ESG*-повестки на развитие мирового рынка ВИЭ [составлено по: 14; 25; 35; 45; 78]

Механизм	Что обозначает	Влияние на рынок ВИЭ
Корпоративные инициативы (*RE*100)	Добровольные обязательства крупных компаний по переходу на 100 % возобновляемое энергоснабжение	Формирование высокого устойчивого корпоративного спроса, развитие рынка двусторонних договоров *PPA*, стимулирование ввода новых мощностей
Зеленое финансирование	Приоритетное кредитование и облигационные займы для проектов, соответствующих *ESG*-критериям	Снижение стоимости капитала для ВИЭ-проектов, а также привлечение массового институционального инвестора
Углеродное регулирование	Создание системы платности выбросов парниковых газов и пограничных корректировок	Прямое повышение издержек ископаемой генерации, улучшение сравнительной конкурентоспособности новой ВИЭ-электроэнергии и энергоемкой продукции с низким углеродным следом
Регуляторные требования к раскрытию (*SFDR, CSRD*)	Обязанность всех финансовых участников и корпораций отчитываться по *ESG*-показателям	Усиление контроля за реальным соблюдением климатических целей, подавление практики «зеленого камуфляжа», рост достоверных данных для инвесторов

Из данных таблицы 7 видно, что *ESG*-трансформация задействует рыночные, финансовые и регуляторные инструменты, которые действуют системно. В 2014 г. была инициирована глобальная программа *RE*100, ставшая значимым шагом в

мобилизации корпоративного спроса, направленная на стимулирование интереса компаний к экологически чистым источникам энергии [78].

Ее участники – транснациональные корпорации публично обязались довести долю ВИЭ в собственном энергопотреблении до 100 % к определенному году. Ключевой экономический механизм, используемый для этого, – заключение долгосрочных контрактов на покупку электроэнергии (*Power Purchase Agreements, PPA*) напрямую с производителями возобновляемой энергии. Корпоративные *PPA* стали ключевым фактором, способствующим развитию возобновляемых источников энергии. Они обеспечили рынку большую предсказуемость и вывели приобретение «зеленой» электроэнергии за рамки следования модным тенденциям.

Параллельно развитию корпоративного спроса происходила глубокая перестройка мирового финансового рынка. Концепция зеленого финансирования, основанная на целевом привлечении средств на проекты, приносящие экологический эффект, сформировалась в отдельный сегмент рынка. К 2025 г. объем рынка зеленых облигаций достиг 687,3 млрд долл. США [72].

Для сектора ВИЭ это означало доступ к более дешевому и долгосрочному капиталу. Банки и институциональные инвесторы, руководствуясь критериями *PRI* и требованиями регуляторов к учету климатических рисков, начали активно сокращать финансирование углеродоемких отраслей, обеспечив тем самым масштабный переток средств в возобновляемую энергетику.

Третьим механизмом выступает углеродное регулирование. В настоящее время ключевым элементом на глобальном уровне выступают Система торговли квотами на выбросы Европейского союза (*EU ETS*) и *CBAM*, вступивший в силу 01.01.2026. *EU ETS* устанавливает цену на выбросы парниковых газов для европейских производителей в 2026 г. более 90 евро за т диоксида углерода [59].

CBAM применяет ту же систему к импортным товарам, требуя от импортеров стали, алюминия, удобрений, цемента, электроэнергии и водорода покупать углеродные сертификаты. С экономической точки зрения влияние *CBAM* на рынок возобновляемой энергии неоднозначно с экономической точки зрения. С одной стороны, он резко повышает привлекательность «зеленой» электроэнергии для

экспортно-ориентированных промышленных компаний, поскольку использование ВИЭ сокращает углеродный след продукции и, следовательно, сумму *CBAM*-платежа. С другой – он создает мощный стимул для стран-экспортеров, включая Россию, ускоренно развивать собственную возобновляемую энергетику.

ESG-показатели компаний и стран становятся фактором внешнеэкономической конкурентоспособности. На протяжении большого количества времени доминировали такие параметры, как цена и качество, теперь к ним добавляется «зеленая» репутация, выраженная в конкретных метриках. Покупатели в развитых странах все чаще включают в условия контрактов требования по углеродному следу и доле ВИЭ в энергоснабжении производства. Несоответствие этим стандартам ведет к репутационным потерям и прямым финансовым издержкам в виде повышенных *CBAM*-платежей или исключения из цепочек поставок.

Тем не менее, нельзя ограничиваться лишь тем, что *ESG*-трансформация способствует адаптации к внешним требованиям. Современные эконометрические исследования, демонстрируют, что высокий уровень *ESG*-активности сам по себе стимулирует технологические инновации и обеспечивает долгосрочные конкурентные преимущества.

Примером этого служит работа *Sun et al*., проанализировавших панельные данные по 5 860 компаниям за 2013–2022 гг. Ключевая задача исследования состояла в выявлении влияния *ESG*-результативности на инновационную активность в сфере чистых технологий, измеряемую количеством полученных «зеленых» патентов [84, с. 2310].

Специфика данных заключалась в том, что более половины наблюдений представляли собой нулевые значения – компании в конкретном году не получали ни одного патента. Также дисперсия зависимой переменной превышает ее среднее значение. В таких случаях стандартные модели неприменимы, а отрицательная биномиальная регрессия (*Negative Binomial*) не учитывает избыточное количество нулей. Поэтому авторы применили модель *ZINB – Zero-Inflated Negative Binomial* – модель отрицательного биномиального распределения с избыточным количеством нулей, которая на первом этапе оценивает вероятность того, что компания

принципиально не занимается инновационной деятельностью, а затем моделирует ожидаемое число патентов для оставшихся случаев.

Для выбора между *ZINB* и более простой *zero-inflated Poisson* (*ZIP*) моделью был проведен тест Вуонга. Полученное значение равно 3,39, что значительно превышает критическое значение 1,96, что подтверждает статистическую обоснованность выбора данной модели [84, с. 2311].

Включено три фактора, которые, согласно теоретическим предположениям, могут влиять на возможность осуществления инноваций:

– размер предприятия;

– уровень цифровой трансформации (частота упоминаний цифровых технологий в годовых отчетах);

– степень внимания правительства к экологическим проблемам (частота слов об экологии в отчетах региональных правительств).

Было доказано, что компании с большими активами, высоким уровнем цифровизации и работающая в регионе с активной экологической политикой с большей вероятностью будет иметь ненулевое число зеленых патентов.

Для оценки влияния *ESG* на инновации используется рейтинг *CSI ESG Score*. Чем выше балл в этом рейтинге, тем лучше показатели компании в области устойчивого развития.

Результаты моделирования, коэффициенты сведены на рисунках 4, 5, 6 и обладают высокой статистической значимостью.

	(1)	(2)
	ZIP	ZINB
Переменные	**Зеленые патенты**	**Зеленые патенты**
ESG	0.0684***	0.136***
	(0.00569)	(0.0275)

Рисунок 4 – Влияние *ESG*-рейтинга на количество «зеленых» патентов в различных условиях [84, с. 2312]

Результаты моделирования, представленные на рисунке 4 показывают, что коэффициент при *ESG* в счетной части *ZINB* составляет 0,136, $p < 0,01$.

Следовательно, рост *ESG*-рейтинга на один балл ассоциирован с увеличением числа патентов в области чистых технологий в среднем на 14,6 %, так как exp(0,136) равняется 1,146. Данный результат подтверждает существование причинно-следственной связи: более активная *ESG*-политика компаний стимулирует реальные «зеленые» инновации, а не ограничивается формальным соблюдением требований.

Второй этап исследования – это анализ пороговых эффектов по методу Хансена. Для трех потенциальных модераторов – размер предприятия, цифровая трансформация, внимание правительства, было проверено, меняется ли сила влияния *ESG* на инновации при переходе через определенные пороговые значения.

	Размер предприятия	Цифровая трансформация	Внимание правительства к экологии
0b._cat#c.ESG	0.103***	0.0585***	0.0631***
	(0.0205)	(0.0180)	(0.0176)
1._cat#c.ESG	0.0478***	0.0851***	0.113***
	(0.0176)	(0.0179)	(0.0211)
2._cat#c.ESG	0.105***		
	(0.0204)		

Рисунок 5 – Усиление эффекта *ESG* [84, с. 2315]

Из рисунка 5 видно, что при малом размере предприятия коэффициент *ESG* = 0,103, при среднем падает до 0,0478, при большом – вырастает до 0,105. Значит крупные компании эффективнее преобразовывают *ESG*-активность в патенты, благодаря большим финансовым ресурсам.

При низком уровне цифровизации коэффициент *ESG* = 0,058, при высоком – 0,085. Следовательно цифровые технологии позволяют точнее измерять и управлять экологическими параметрами, оптимизировать энергопотребление и автоматизировать процессы, усиливая связь *ESG* с инновациями.

В регионах с низким вниманием правительства к экологической повестке коэффициент *ESG* составил 0,063, с высоким *ESG* равен 0,113. Это подтверждает, что государственная экологическая политика создает благоприятную институциональную среду, снижая неопределенности для бизнеса и стимулируя инновации.

Гетерогенный анализ между чистыми и высокозагрязняющими отраслями представлен на рисунке 6.

	Сильно загрязняющие отрасли	Не сильно загрязняющие отрасли
Переменные	Зеленые патенты	Зеленые патенты
ESG	0.166***	0.0899***
	(0.0393)	(0.0344)

Рисунок 6 – Коэффициент *ESG* в чистых отраслях и высокозагрязняющих отраслях [84, с. 2316]

Коэффициент для высокозагрязняющих отраслей составил 0,166, а в чистых отраслях – 0,089. Это означает, что предприятия с изначально крупным углеродным следом имеют наибольший потенциал и стимулы для «зеленого» технологического перехода. Экспортеры из высокоуглеродных отраслей могут использовать *ESG*-трансформацию как стимул технологической модернизации, снижая углеродоемкость продукции и смягчая последствия углеродного регулирования.

Результаты исследования подтверждают, что *ESG*-факторы не только повышают инвестиционную привлекательность компаний, но и стимулируют реальные технологические изменения, создавая предпосылки для ускоренного развития рынка ВИЭ.

Практическим отражением стала рекордная динамика мирового рынка ВИЭ последних лет. Каждый второй новый ватт вводимой в мире мощности является возобновляемым. Стимулом этого ускорения выступает не только технологический

прогресс, но и *ESG*-ориентированный инвестиционный спрос, подкрепленный зеленым финансированием и корпоративными *PPA*.

Механизм *CBAM*, как практическое воплощение *ESG*-регулирования, оказывает прямое воздействие на конкурентоспособность экспортеров. В таблице 8 представлена оценка влияния этого инструмента на стоимость российского экспорта в ЕС по ключевым отраслям.

Таблица 8 – Основные параметры механизма *CBAM* Европейского союза [составлено по: 42; 56]

Показатель	Характеристика
Начало переходного периода	2023 г.
Начало финансовых обязательств	2026 г.
Полная отмена бесплатных квот *ETS*	2034 г.
Сфера первоначального применения механизма	Цементная промышленность, производство черных металлов, алюминия, минеральных удобрений, электроэнергетика, производство водорода
Объект оценки углеродного содержания	Объем прямых и косвенных выбросов углекислого газа (CO_2), связанных с производством импортируемой продукции
Ценовой ориентир углеродных платежей	Стоимость углеродных квот в рамках европейской системы торговли выбросами *EU ETS*
Экономическая цель механизма	Снижение риска углеродной утечки, стимулирование декарбонизации производства и обеспечение сопоставимых конкурентных условий для европейских и зарубежных производителей
Влияние на международную торговлю	Формирование дополнительных требований к экспортерам, связанных с раскрытием углеродного следа продукции и соблюдением экологических стандартов

Данные таблицы 8 показывают, что механизм *CBAM* представляет собой комплексный инструмент климатического регулирования, распространяющийся на наиболее углеродоемкие отрасли промышленности. По мере поэтапной отмены бесплатных квот в рамках *EU ETS* нагрузка на импортируемую продукцию будет возрастать, что усиливает значение декарбонизации производственных процессов для участников международной торговли.

Механизм *CBAM* предусматривает постепенное снижение доли бесплатных квот для европейских производителей с 97,5 % в 2026 г. до 0 % к 2034 г., что будет означать рост платежей для импортеров [42].

Единственным способом сократить нагрузку для экспортера является снижение углеродного следа продукции, прежде всего за счет перехода на ВИЭ-энергоснабжение. В целом, *CBAM* напрямую связывает экологическую результативность с ценовой конкурентоспособностью.

Крупнейшие технологические и промышленные компании конкурируют за доступ к долгосрочным контрактам на поставку «зеленой» электроэнергии, что создает устойчивый финансовый поток для строительства новых солнечных и ветровых парков. Растущий интерес к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) со стороны потребителей, ориентированных на принципы устойчивого развития, приводит к снижению стоимости капитала для застройщиков и ускорению строительства новых энергетических объектов. Активное участие бизнеса в реализации целей устойчивого развития также оказывает положительное влияние на инвестиционную привлекательность отрасли, способствует созданию новых рабочих мест и укрепляет долгосрочную энергетическую безопасность регионов.

Таким образом, *ESG*-трансформация мирового рынка ВИЭ представляет собой процесс, в котором представления о связи устойчивости и конкурентоспособности находят практическое подтверждение. *ESG*-инициатива эволюционировала от добровольных рекомендаций до строгой системы контроля, что значительно влияет на рыночные условия, спрос и инвестиционные потоки в данной области. Через механизмы прямого корпоративного спроса, перестройки финансовых рынков и углеродного регулирования *ESG*-повестка становится мощным катализатором для ускоренного роста возобновляемой энергетики.

Приведенный эконометрический анализ доказывает, что связь между *ESG* и развитием рынка ВИЭ носит причинно-следственный характер: высокие *ESG*-стандарты стимулируют «зеленые» технологические инновации, причем этот эффект максимален именно в тех отраслях и условиях, где он наиболее необходим для трансформации экономики.

2.2 Основные тенденции развития международной торговли возобновляемыми источниками энергии и оборудованием для их производства и эксплуатации

Внешнеторговые потоки оборудования, технологий и энергоносителей, произведенных на основе ВИЭ, составляют материальную основу глобального энергоперехода. Их анализ позволяет выявить ключевые закономерности современной международной торговли.

Структура международной торговли в секторе ВИЭ отличается высокой степенью концентрации для товаров и географии. Основу товарных потоков формирует оборудование для солнечной и ветровой энергетики – двух технологических направлений, которые обеспечивают большую долю глобального прироста мощностей.

Особенностью мирового рынка ВИЭ является тесная взаимосвязь между размещением генерирующих мощностей и международной торговлей оборудованием. Страны, обладающие крупнейшими объемами установленной мощности, как правило, одновременно выступают крупнейшими производителями и потребителями оборудования для возобновляемой энергетики. В результате формируются региональные центры роста, определяющие направление инвестиционных потоков, развитие производственных цепочек и структуру международного спроса на технологии ВИЭ. Анализ распределения установленных мощностей позволяет оценить не только уровень развития возобновляемой энергетики в отдельных регионах, но и их роль в глобальной системе производства и торговли.

Существует неравномерность распределения производственных и ресурсных преимуществ между странами. Одни государства специализируются на производстве оборудования и технологий, другие обладают наиболее благоприятными природными условиями для генерации электроэнергии из возобновляемых источников. Такая специализация способствует формированию устойчивых международных цепочек поставок, в рамках которых оборудование производится в

ограниченном числе стран, а его конечное использование осуществляется по всему миру. Вследствие этого анализ географического распределения мощностей ВИЭ позволяет выявить основные центры формирования спроса и предложения на мировом рынке.

Региональная структура установленной мощности ВИЭ за 2024 и 2025 гг. представлена на рисунках 7, 8.

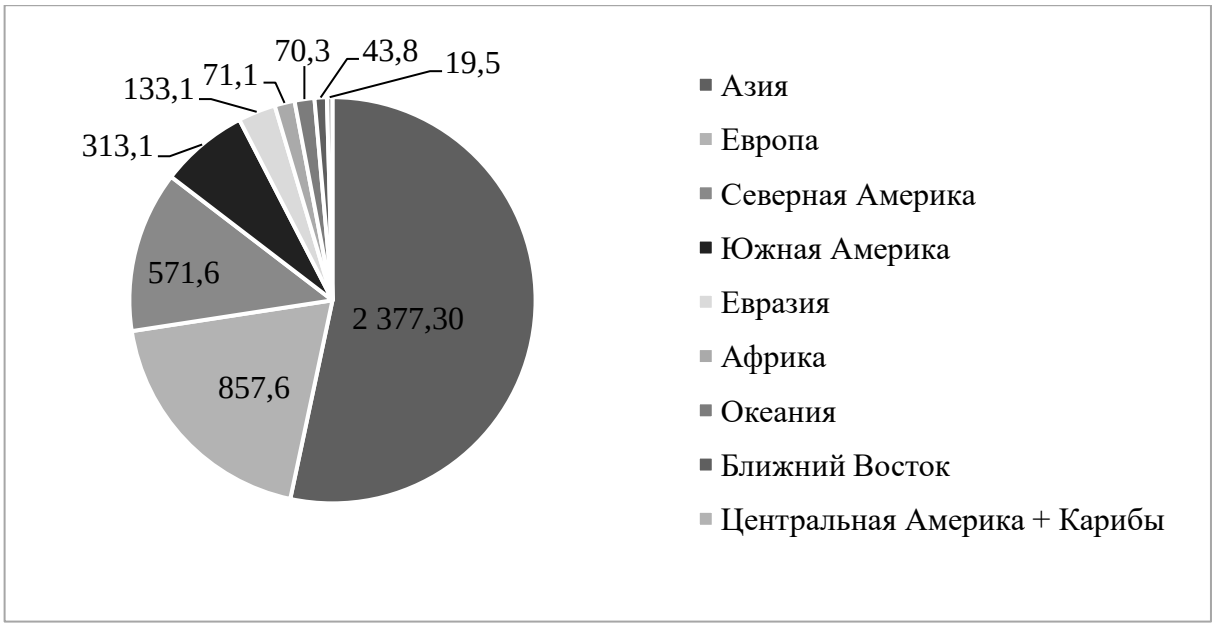

Рисунок 7 – Общий объем возобновляемой энергии в 2024 г., ГВт [79]

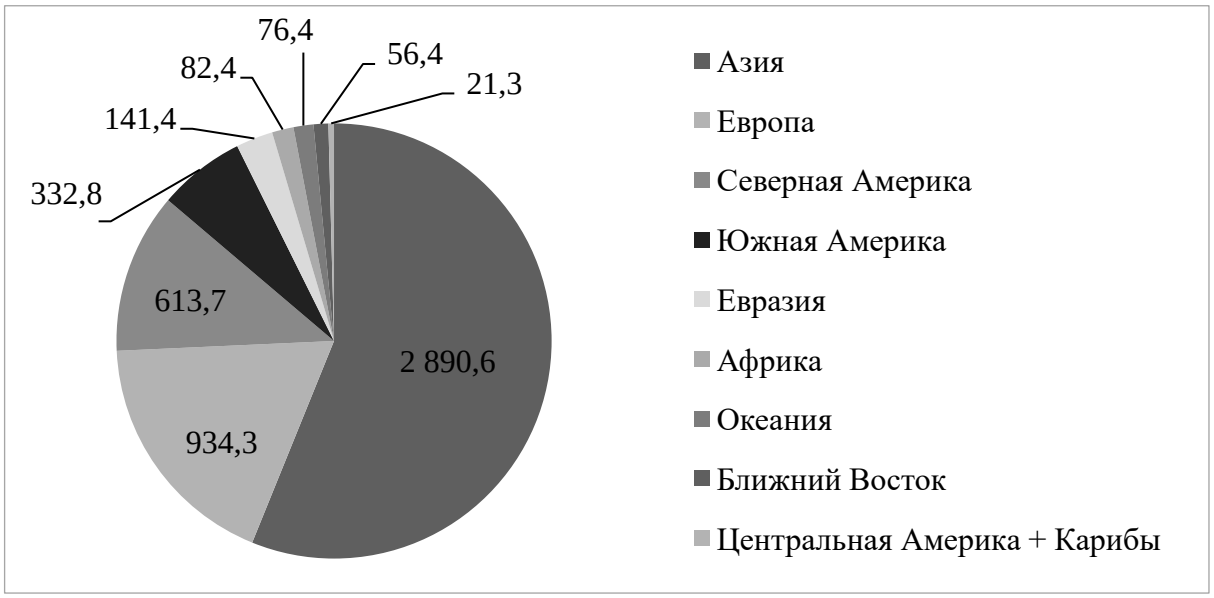

Рисунок 8 – Общий объем возобновляемой энергии в 2025 г., ГВт [79]

Из рисунков 7 и 8 следует доминирование азиатского региона. В 2025 г. на ее долю приходилось 2 890,6 ГВт из общих 5 149,3 ГВт мирового рынка, что составляет 56 % от общемировой мощности. Основной причиной выступает технологическое и производственное доминирование Китая, который контролирует ключевые звенья цепочек создания стоимости, от поликремния до готовых панелей, а также агрессивная инвестиционная политика в солнечную и ветроэнергетику. Доля Северной Америки и Европы вместе уступает Азии почти в два раза. Остальные регионы обладают значительным природным потенциалом, но пока находятся на начальном этапе энергоперехода, что делает их потенциальными рынками для импорта оборудования.

В таблице 9 представлена установленная мощность ВИЭ в странах Азии по итогам 2025 г.

Таблица 9 – Установленная мощность ВИЭ в странах Азии в 2025 г. [составлено по: 79]

Страна	Мощность, ГВт
Китай	2 258
Индия	250,5
Япония	134,5
Вьетнам	50,7
Республика Корея	37,7
Тайвань	22,5
Пакистан	17,5
Таиланд	16,0
Индонезия	15,2
Лаос	12,7

Как видно из таблицы 9, лидером в азиатском регионе является Китай, установленная мощность ВИЭ которого в 2025 г. достигла 2 258 ГВт – это в 9 раз больше, чем у Индии, занимающей второе место, и составляет почти 78 % от суммарной мощности всего региона. Такое доминирование объясняется масштабными государственными инвестициями, полным контролем над цепочками создания стоимости и эффектом масштаба китайской солнечной и ветроэнергетики. Для международной торговли это означает, что Китай выступает одновременно

крупнейшим производителем оборудования, крупнейшим внутренним рынком и – через экспорт комплектующих – ключевым поставщиком для других азиатских стран.

Международная торговля в секторе ВИЭ охватывает широкий спектр продукции – от сырья и промежуточных компонентов до готового энергетического оборудования. При этом степень концентрации производства существенно различается по отдельным товарным группам, что оказывает влияние на распределение экспортных потоков и уровень зависимости стран от внешних поставщиков. В таблице 10 представлена оценка мирового экспорта ключевых видов оборудования для ВИЭ по основным товарным группам в 2025 г.

Таблица 10 – Торговля оборудованием для ВИЭ по товарным группам в 2025 г. [составлено по: 57; 60; 69; 77; 80; 81; 82; 85]

Товарная группа	Стоимостной объем экспорта, млрд долл. США	Основной экспортер	Доля экспортера, %	Основные импортеры
Солнечные фотоэлектрические модули	62	Китай	80,1	ЕС, США, Индия
Солнечные ячейки	15,3	Китай	91,3	Вьетнам, Малайзия, Индия (промежуточная сборка)
Кремниевые пластины	12,8	Китай	93,5	Тайвань, Малайзия, Германия
Поликристаллический кремний	8,5	Китай	96	Германия, США, Япония
Ветрогенераторы и компоненты	24,7	Китай; Германия; Дания	45; 18; 12	США, ЕС, Бразилия, Австралия
Инверторы и силовая электроника	18,2	Китай; Германия	55; 15	ЕС, США, Япония
Литий-ионные накопители энергии	22,5	Китай; Южная Корея	60; 20	ЕС, США, Австралия Япония

Как видно из таблицы 10, мировая торговля оборудованием для ВИЭ характеризуется доминированием Китая по всем ключевым товарным позициям. Особенно высока концентрация в сегменте производства исходных материалов и промежуточной продукции для солнечной энергетики: на долю Китая приходится 93,5 % мирового экспорта поликремния и 80,1 % – солнечных фотоэлектрических

модулей. Для стран-импортеров такая концентрация может создать риски нарушения поставок и ценовой волатильности, что стимулирует протекционистские меры.

Китай обеспечивает более 50 % мирового экспорта оборудования для ВИЭ, а с учетом внутриазиатских поставок эта доля приближается к 65 % [40]. Европейский союз занимает около 18 % рынка [18]. На США приходится порядка 8 %. Оставшаяся доля распределяется между Индией, странами Юго-Восточной Азии [18].

Высокая географическая концентрация производства и экспорта порождает структурную напряженность в международной торговле, которая проявляется в форме многочисленных торговых конфликтов и протекционистских мер. Данная проблема приобрела особую остроту в 2020-е гг. на фоне ускорения энергоперехода и стремления ведущих экономик обеспечить собственную технологическую базу. В таблице 11 систематизированы основные действующие и обсуждаемые защитные меры в секторе оборудования для ВИЭ.

Таблица 11 – Протекционистские меры в секторе оборудования для ВИЭ в 2012–2025 гг. [составлено по: 17; 41; 58; 62; 64; 83; 86]

Год введения	Инициатор	Целевая страна	Продукт	Тип меры	Ставка или содержание
2012	США	Китай	Солнечные модули	Антидемпинговые и компенсационные пошлины	24–36 %
2013	ЕС	Китай	Солнечные панели	Антидемпинговые пошлины	47,6 %
2018	США	Китай	Солнечные модули	Защитные меры	30 %
2022	США	Китай	Весь спектр	Закон о снижении инфляции (*IRA*)	Субсидии при локализации производства в США
2024	ЕС	Китай	Ветрогенераторы	Расследование	–
2025	США	Китай	Фотоэлектрические ячейки	Пошлины	50 %
2025	Италия	Китай	Модули, ячейки, инверторы	Исключение из тендеров	Фактический запрет
2026	ЕС	Третьи страны	Весь спектр	*Industrial Accelerator Act* – законопроект Европейского союза	Ужесточение требований происхождения

Данные таблицы 11 показывают, что Китай является основной целевой стороной защитных расследований и пошлин. Сформировались системные механизмы, такие как Закон о снижении инфляции (*IRA*) в США и Закон об ускорении промышленности (*IAA*) в ЕС. Их общая цель – стимулировать локализацию производства оборудования для энергоперехода на собственной территории, что является формой «зеленого» протекционизма. В январе 2026 г. третейская группа ВТО признала отдельные положения *IRA* несовместимыми с нормами организации, что создало юридическую неопределенность для всего сектора и может привести к новым торговым спорам.

Разделение глобального рынка на части приводит к увеличению транзакционных издержек для разработчиков проектов в сфере возобновляемой энергетики. Им приходится учитывать тарифные и нетарифные ограничения при выборе поставщиков. Также возникает эффект дублирования производственных мощностей, когда производители вынуждены создавать заводы в нескольких юрисдикциях для обхода ограничений. Для стран-импортеров, включая Россию, протекционизм ведущих экономик означает усложнение доступа к наиболее передовым технологиям, но и открывает новые перспективы для развития внутреннего производства и освоения освобождающихся позиций в глобальных цепочках поставок.

Всемирная торговая организация (ВТО) сохраняет институциональную основу для разрешения споров и снижения тарифных барьеров. В последние годы отмечается усиление фрагментации и соревнования между различными экономическими регионами. Прогнозируется, что к 2035 г. сформируются несколько региональных центров производства – Китай и Юго-Восточная Азия, Северная Америка, Европа и Индия. Эти центры будут активно взаимодействовать, однако торговые барьеры между ними возрастут по сравнению с уровнем 2010-х гг.

Помимо торговли оборудованием, постепенно формируются новые формы международного обмена, связанные непосредственно с использованием энергии, произведенной на основе ВИЭ. К ним относятся трансграничная торговля возобновляемой электроэнергией, рынки сертификатов происхождения энергии, а

также торговля продуктами ее преобразования. Наиболее значимым из них является рынок зеленого водорода. Согласно данным *IRENA*, совокупный мировой спрос на водород к 2050 г. может достигнуть 500–800 млн т в год, причем до 20 % этого объема будет поступать в международную торговлю [54].

В таблице 12 представлен прогноз развития международной торговли зеленым водородом и его производными к 2050 г.

Таблица 12 – Прогноз международной торговли зеленым водородом и производными в 2030–2050 гг., млн т H_2-экв./г. [составлено по: 54]

Год	Объем международной торговли, млн т H_2-экв./г.
2030	3–8
2035	15–25
2040	40–60
2045	80–110
2050	130–160

Как следует таблицы 12, прогнозируется экспоненциальный рост объемов международной торговли зеленым водородом после 2035 г., когда ожидается достижение ценового паритета с серым водородом из природного газа.

Основными экспортерами станут регионы с избыточным солнечным и ветровым потенциалом. Это Ближний Восток, Северная Африка, Австралия, Латинская Америка, а также обладающие огромными ресурсами возобновляемой энергии Россия, США и Канада. Главными импортерами выступят страны Европейского союза, Япония и Южная Корея [79].

Параллельно с межгосударственной торговлей водородом развивается и трансграничная торговля возобновляемой электроэнергией. Строительство магистральных линий электропередачи, соединяющих регионы с избытком ВИЭ с центрами потребления, становится важным элементом международной энергетической инфраструктуры.

Крупнейшие проекты включают транссредиземноморские кабельные системы из Северной Африки в Южную Европу, планы соединения солнечных парков

Австралии с Юго-Восточной Азией, например, проект *SunCable*, а также инициативы в рамках концепции «Азиатского энергетического кольца» [88].

В солнечной энергетике по итогам 2025 г. шесть ведущих компаний – *JinkoSolar, LONGi Green Energy, Trina Solar, JA Solar, Canadian Solar* и *Chint*. Они контролируют около двух третей глобальных поставок фотоэлектрических модулей [22].

В ветроэнергетике китайские корпорации впервые заняли первые шесть строчек мирового рейтинга: лидирует *Goldwind*, за ней следуют *Envision, Mingyang, Windey, Sany и Dongfang Electric*. Среди западных производителей наиболее прочные позиции сохраняют датская *Vestas* и немецкая *Nordex Group*, лидирующие по объемам поставок на международные рынки [19].

В смежных сегментах также доминируют китайские компании. На рынке солнечных инверторов свыше 55 % приходится на *Huawei* и *Sungrow* [73].

В секторе систем накопления энергии крупнейшими поставщиками выступают *CATL, BYD* и *EVE Energy* [68].

Таким образом, можно сделать вывод, что международная торговля в секторе ВИЭ представляет собой динамично растущий, но структурно несбалансированный сегмент мирового рынка. Ее характеризует высокая степень концентрации производства и экспорта оборудования в Китае, усиление протекционизма и формирование региональных технологических блоков, постепенное формирование новых товарных рынков – «зеленого» водорода и трансграничной электроэнергии – с иной географией торговли, менее зависимой от китайского производства, а также возрастание роли углеродного регулирования.

Глава 3 Перспективы интеграции российского рынка возобновляемых источников энергии в мировую экономику

3.1 Современное состояние и структура сектора возобновляемых источников энергии в России

Россия, будучи одним из крупнейших производителей и экспортеров ископаемого топлива, длительное время не относилась к числу мировых лидеров по внедрению возобновляемой энергетики. Изменения климата, углеродное регулирование, инициированное зарубежными странами, включая механизм *CBAM* Европейского союза, и стремление к диверсификации экспорта и снижения зависимости от углеводородных доходов экономики стимулировали усиление государственной политики в этой области.

До 2013 г. сектор возобновляемой энергетики в России был на начальном этапе развития. Ситуация изменилась с запуском первой государственной программы поддержки в рамках Договоров о предоставлении мощности 1.0 (ДПМ ВИЭ 1.0), которая создала базовые экономические стимулы для инвестиций.

В таблице 13 представлена динамика ввода и накопленной установленной мощности объектов ВИЭ-генерации в России за период 2015–2025 гг.

Таблица 13 – Мощность ВИЭ в России по видам генерации в 2015–2025 гг.
[составлено по: 2; 79]

Мощность ВИЭ	2015 г.	2017 г.	2019 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
СЭС, МВт	60,2	538	1 425	1 988	2 148	1 899	2 262	2 433
ВЭС, МВт	10,9	141	197	2 050	2 280	2 532	2 567	2 880
Малые ГЭС, МВт	70,4	170	640	960	1 230	1 300	1 350	1 400
Всего, МВт	141,5	849	2 262	4 998	5 658	5 731	6 179	6 713
Годовой ввод, МВт	–	707,5	1 413	2 736	660	73	448	534
Темп прироста, %	–	500	166,4	121	13,2	1,3	7,8	8,6

Из данных таблицы 13 следует, что установленная мощность крупных объектов ВИЭ-генерации в России по итогам 2025 г. достигла 6 713 МВт. Годовой прирост составил 534 МВт, что соответствует увеличению на 8,6 % по сравнению с данными за 2024 г.

В структуре накопленной мощности лидером является ветроэнергетика, которая опередила солнечную энергетику благодаря вводу крупных ветропарков на юге страны в 2021–2023 гг. Малые гидроэлектростанции постепенно растут, являясь традиционным, но ограниченно наращиваемым сегментом.

Совокупная установленная мощность объектов ВИЭ, включая прочие установки и малые объекты, составила 7 210 МВт.

Выработка электроэнергии всеми объектами ВИЭ-генерации по итогам 2025 г. превысила 16 млрд кВт·ч, что составило около 1,2 % от общего объема генерации [2].

Таким образом, несмотря на прогресс, доля ВИЭ в российском энергобалансе остается на порядок ниже среднемирового уровня.

Для оценки положения России в глобальном энергетическом переходе необходимо сопоставить ее показатели с трендами мирового рынка. Сравнение приведено в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнение показателей развития ВИЭ: Россия и мир в 2025 г. [составлено по: 13; 76]

Показатель	Россия	Мир
Суммарная установленная мощность ВИЭ, ГВт	7,21	5 149
Годовой прирост мощности, ГВт	0,68	692
Доля ВИЭ в общей установленной мощности, %	1,17	49,4
Годовой темп прироста мощности, %	10,6	15,5

В сравнении, приведенное в таблице 14, видно, что при мировом показателе доли ВИЭ в установленной мощности 49,4 %, в России он составляет лишь около 1,17 %. Этот разрыв является показателем текущего отставания и индикатором огромного нереализованного потенциала, особенно учитывая природные ресурсы южных и дальневосточных регионов и арктических зон.

Ключевым внешнеэкономическим аспектом российского сектора ВИЭ является высокая зависимость от импорта технологий и компонентов. До 2022 г. основными поставщиками ветровых турбин выступали европейские компании *Vestas* из Дании и *Siemens Gamesa* из Германии и Испании, а солнечные модули собирались из китайских фотоэлектрических ячеек. После введения санкций западные производители ушли с российского рынка, что привело к разрыву сложившихся цепочек поставок [37].

В таблице 15 представлена оценка структуры импорта ключевых компонентов для ВИЭ в Россию в 2023–2025 гг.

Таблица 15 – Импортозависимость российского сектора ВИЭ по ключевым компонентам в 2025 г. [составлено по: 19; 22; 48]

Компонент	Основные страны-поставщики
Лопасти ветрогенераторов	Китай, Турция
Гондолы и генераторы для ВЭС	Китай,
Солнечные ячейки	Китай
Инверторы и системы управления	Китай, Турция
Литий-ионные накопители энергии	Китай
Системы трекинга для СЭС	Китай, Турция

Как следует из таблицы 15, Россия сохраняет зависимость от импорта оборудования ВИЭ. Уход западных поставщиков стимулировал переориентацию на китайские и турецкие компании. Тем не менее, полное импортозамещение в среднесрочной перспективе маловероятно, что создает внешнеэкономические риски.

Рост сектора невозможен без системной государственной поддержки. Основной является программа ДПМ ВИЭ. Первая программа – ДПМ ВИЭ 1.0 была запущенна в 2013 г. и нацелена на создание индустрии с нуля через гарантированный возврат инвестиций за счет повышенных платежей оптового рынка за мощность.

В 2025 г. стартовала вторая программа – ДПМ ВИЭ 2.0, рассчитанная на период до 2035 г. В отличие от первого этапа, ориентированного преимущественно на замещение импорта и насыщение внутреннего рынка, ДПМ ВИЭ 2.0 делает ставку на интеграцию российского сектора возобновляемой энергетики в глобальные цепочки

создания стоимости. Программа сохранила механизм возврата инвестиций через повышенные платежи за мощность, но дополнила требованиями к уровню локализации и ввела обязательные целевые показатели экспорта для генерирующих объектов [28].

Сравнительная характеристика программ ДПМ ВИЭ 1.0 и 2.0 представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Сравнительная характеристика программ ДПМ ВИЭ 1.0 и 2.0 [составлено по: 28]

Параметр	ДПМ ВИЭ 1.0 в 2013–2024 гг.	ДПМ ВИЭ 2.0 в 2025–2035 гг.
Целевой ориентир	Создание базовой индустрии ВИЭ	Повышение эффективности и развитие экспорта
Требование по локализации	25–65 %	75–80 % для ключевых компонентов
Базовый механизм отбора	Конкурсный отбор проектов	Конкурсный отбор, дополнительные отборы
Отношение к экспорту	Не регламентировалось	Введение обязательных показателей экспорта 10–40 % выручки и штрафов за невыполнение
Технологические цели	Освоение сборки	Углубление компетенций, НИОКР, рост экспорта услуг и оборудования

Как видно из таблицы 16, программа ДПМ ВИЭ 2.0 отражает изменение в государственной политике: переход от увеличения мощности к углублению технологической локализации и трансформации ВИЭ в сектор, который обеспечивает электроэнергией внутренний рынок и приносит экспортные доходы.

Важнейшим нововведением ДПМ ВИЭ 2.0 стали целевые показатели экспорта для генерирующих объектов, отобранных по конкурсам. Для ветровых электростанций установлен экспортный норматив в 10 % с 2025 г., для солнечных – 20 % в 2025–2027 гг. с повышением до 40 % к 2028 г. [28].

Это означает, что развитие ВИЭ в России напрямую связано с внешнеэкономической деятельностью. Производители электроэнергии и производители оборудования должны поставлять продукцию или услуги на внешние рынки.

На сегодняшний день экспорт российского оборудования для ВИЭ остается незначительным, однако имеются успешные примеры. В апреле 2020 г. завод «Вестас Мэньюфэкчуринг Рус» в Ульяновске осуществил первую в истории отечественного энергомашиностроения экспортную поставку композитных лопастей для ветроустановок заказчику в Дании [36].

Компания «Хевел» (группа «Ренова») прорабатывает возможности экспорта солнечных модулей на рынки СНГ и Ближнего Востока [34].

В 2025 г. «Росатом» через дочернюю компанию «НоваВинд» заявил о планах поставок ветротехнических решений в страны Азии и Африки. Тем не менее, масштаб экспорта оборудования пока не сопоставим с объемами импорта, что отражает начальный этап формирования экспортной специализации России в сфере ВИЭ [6].

Рассматривая роль России в глобальной в сфере возобновляемой энергетики, можно отметить значительный экспортный потенциал. Страна располагает богатыми запасами металлов, таких как медь, алюминий и никель, которые находят применение в производстве оборудования для ВИЭ. Однако переработка этих материалов и выпуск конечной продукции, например, поликремния, пока находятся на низком уровне.

Некоторые компоненты уже производятся на территории России. «Росатом» выпускает лопасти, «Хевел» занимается сборкой солнечных модулей, а также налажено производство отдельных элементов инверторов.

Российские компании, такие как «НоваВинд», «Хевел» и «Форвард Энерго», способны выполнять полный цикл проектирования и строительства ветряных и солнечных электростанций, что создает основу для экспорта инжиниринговых услуг.

В стране также активно развивается рынок сервисных услуг, хотя выход на международные контракты пока ограничен.

На сегодняшний день основные мощности ВИЭ сосредоточены на юге России – Ставропольский край, Ростовская область, Астраханская область, Республика Калмыкия, Республика Крым. Абсолютным лидером по установленной мощности ВИЭ выступает Ставропольский край. Географическая концентрация ВИЭ находится на юге России и объясняется несколькими экономическими причинами.

Например, наилучшими показателями инсоляции и ветрового потенциала, близостью к основным узлам потребления электроэнергии, а также относительной развитостью сетевой инфраструктуры.

В то же время обширные территории Сибири и Дальнего Востока, обладающие ветровым и гидроэнергетическим потенциалом, пока не вовлечены в масштабные проекты. Это создает дисбаланс в логистике. Ведь перспективные рынки сбыта «зеленой» электроэнергии и водорода находятся в Азиатско-Тихоокеанском регионе, поэтому развитие ВИЭ на Дальнем Востоке и в Арктике могло бы способствовать экспортной ориентации сектора.

Существует группа компаний, определяющих структуру российского рынка ВИЭ. В таблице 17 представлена информация о крупнейших субъектах рынка.

Таблица 17 – Ключевые игроки сектора ВИЭ-генерации в России в 2025 г. [составлено по: 3; 6; 8; 34]

Компания (группа)	Сфера деятельности	Основные регионы	Производственная локализация
НоваВинд (Росатом)	Ветроэнергетика	Ставропольский край, Ростовская область, Республика Адыгея	Завод лопастей, гондол
Хевел (ГК «Ренова»)	Солнечная энергетика	Республика Крым, Ставропольский край, Астраханская область, Калининградская область, Дальневосточный федеральный округ	Завод солнечных модулей в Республике Чувашия (мощность 340 МВт/г.)
Форвард Энерго (бывш. Фортум)	Ветроэнергетика	Ульяновская область, Ростовская область	Совместные предприятия до 2022 г.)
Солар Системс	Солнечная энергетика	Самарская область, Волгоградская область, Республика Башкортостан, Астраханская область	Сборка модулей из китайских компонентов

В секторе солнечной энергетики ключевым игроком остается «Хевел», завод которого в Чувашии выпустил в 2025 г. пятимиллионный солнечный модуль [27].

В ветроэнергетике доминирует НоваВинд – дивизион Госкорпорации «Росатом», чьи парки обеспечили основную часть вводов последних лет [6].

К 2026 г. в России, хотя и с заметным запозданием относительно глобальных трендов, сформировался собственный сектор промышленной возобновляемой энергетики. Его основу составляют ветровая и солнечная генерация, а рост представляет собой процесс, поддерживаемый системной государственной программой.

Однако сравнение с мировыми показателями показывает, что разрыв остается большим: доля ВИЭ в энергобалансе РФ уступает среднемировому уровню. Ключевой проблемой является зависимость от импорта компонентов, несмотря на успехи программы локализации. Это создает внешнеэкономические риски, хотя уход западных поставщиков стимулировал переориентацию на азиатские рынки и активизацию локализационных усилий. Географически мощности ВИЭ сконцентрированы на юге страны, тогда как огромный потенциал Сибири, Дальнего Востока и Арктики остается практически невостребованным. Ключевыми компаниями выступают «НоваВинд» в ветроэнергетике и «Хевел» в солнечной энергетике, при этом экспорт российского оборудования и инжиниринговых услуг находится на начальном этапе, что свидетельствует о формирующейся, но еще не реализованной экспортном потенциале страны в сфере ВИЭ.

3.2 Направления развития возобновляемой энергетики в России с учетом глобальных ESG-вызовов

Анализ современного состояния сектора ВИЭ в России показал, что, несмотря на определенные успехи, страна значительно отстает от мировых темпов энергоперехода. Данное отставание в условиях *ESG*-трансформации глобальной экономики перестает быть внутренней проблемой и превращается в фактор, негативно влияющий на внешнеэкономические позиции российских экспортеров.

Глобальная *ESG*-трансформация проявляется прежде всего в виде ужесточающихся регуляторных требований к углеродоемкости продукции на рынках сбыта. Одним из наиболее значимых инструментов такого регулирования является

CBAM, который оказывает непосредственное влияние на условия доступа российских товаров на европейский рынок.

Несмотря на санкционные ограничения, Европейский союз остается крупным потребителем российского природного газа, металлов и удобрений. По данным Евростата, в 2024–2025 гг. поставки российского трубопроводного газа в ЕС хотя и сократились, но не прекратились полностью, а экспорт сжиженного природного газа (СПГ) из России в Европу даже вырос. Это означает, что европейский рынок не является полностью закрытым для российских товаров, а значит, углеродное регулирование *CBAM* продолжит оказывать непосредственное влияние на конкурентоспособность российской продукции в ЕС. Более того, в долгосрочной перспективе, если геополитическая ситуация нормализуется, европейское направление может вновь стать приоритетным для российского экспорта, поскольку Европа остается одним из мировых лидеров в области «зеленой» повестки и обладает развитыми механизмами поддержки низкоуглеродной продукции [53].

Однако российским компаниям не следует фокусироваться исключительно на европейском рынке. Перспективным направлением является также Азиатско-Тихоокеанский регион, где активно развиваются собственные системы углеродного регулирования и растет спрос на «зеленые» технологии.

Например, Китай запустил национальную систему торговли квотами на выбросы, а Корея и Япония разрабатывают механизмы, аналогичные *CBAM*.

Согласно оценкам *BCG*, суммарные выплаты российских экспортеров в рамках *CBAM* в 2026 г. составят от 1,8 до 3,4 млрд долл. США Из этой суммы порядка 55 % придется на черную металлургию, 27 % – на удобрения, 11 % – на алюминий и 7 % – на электроэнергию [52].

В таблице 18 представлена оценка потенциального влияния *CBAM* на российский экспорт в ЕС по ключевым товарным группам. Расчет основан на средних показателях углеродоемкости производства в России, прогнозных ценах на углеродные квоты в *EU ETS* и предполагаемом поэтапном сокращении бесплатных квот для европейских производителей до 0 % к 2034 г.

Для каждой отрасли определена нагрузка *CBAM* как произведение средней углеродоемкости на цену квоты, которая принята за принята 75 евро за т выбросов диоксида углерода. Потенциальное удорожание к 2034 г. рассчитано отношением этой нагрузки к прогнозной цене продукции на рынке ЕС, что отражает долю углеродной составляющей в конечной стоимости при полной отмене бесплатных квот.

Оценка позволяет сопоставить дополнительную финансовую нагрузку в 2026 г. и прогнозируемое удорожание к 2034 г., когда *CBAM* достигнет полной силы.

Таблица 18 – Оценка влияния *CBAM* на стоимость российского экспорта в ЕС по ключевым отраслям [составлено по: 61; 65; 66; 67]

Отрасль	Объем экспорта из РФ в ЕС в 2025 г., млрд долл. США	Средняя углеродоемкость, CO_2/т	Примерная нагрузка *CBAM* при цене квоты *ETS* 75 евро/т	Прогнозная цена в ЕС к 2034 г., евро/т	Потенциальное удорожание к 2034 г., %
Черная металлургия	2,46	1,8	135	900	15
Алюминий	0,85	12	900	3 500	26
Удобрения	1,96	1,6	120	600	20

Данные таблицы 18 показывают, что к 2034 г. цены российской продукции в ЕС увеличатся на 15–26 %. Наибольший процент удорожания у алюминия из-за высокой углеродоемкости, но его экспорт относительно мал. Для удобрений и черной металлургии могут быть более масштабные риски. Следовательно, чем выше выбросы на тонну, тем сильнее удорожание и потеря ценовой конкурентоспособности.

Одновременно с *CBAM* на российский сектор ВИЭ воздействуют санкционные ограничения. После 2022 г. доступ к оборудованию и компонентам из стран ЕС и США был существенно ограничен, что создало риски для реализации проектов, особенно в ветроэнергетике. Однако, как показывает практика последних лет, санкционное давление создало и стимулы для развития собственных компетенций.

Рассматривая экспортный потенциал российского оборудования для ВИЭ, необходимо отметить, что данное направление является новым для отечественной экономики, однако уже закреплено в нормативной базе. Программа ДПМ ВИЭ 2.0, стартовавшая в 2025 г., впервые ввела обязательные целевые показатели экспорта для генерирующих объектов, отобранных по результатам конкурсов на оптовом рынке.

В ноябре 2025 г. Правительство РФ актуализировало Перечень оборудования для расчета экспортного показателя в рамках ДПМ ВИЭ 2.0. В обновленный перечень вошли гидротурбины, их комплектующие и составные части мощностью до 50 МВт, что расширяет номенклатуру продукции, потенциально пригодной для экспорта [49].

Минпромторг России утвердил порядок подтверждения степени локализации и показателя экспорта оборудования для ВИЭ-генерации, что создает институциональную основу для учета и стимулирования внешнеэкономической деятельности в секторе.

Как отметил директор Департамента развития электроэнергетики Минэнерго России Андрей Максимов, в экспорте ВИЭ выделяются два больших направления: экспорт готовых технологий и рынок зеленых сертификатов. При этом устойчивый внутренний спрос на оборудование ВИЭ рассматривается как основной стимул для развития экспортного потенциала технологий, разработанных в России [1].

По мнению экспертов, увеличение внутреннего спроса создает необходимую базу для масштабирования производства и последующего выхода на зарубежные рынки. Масштаб экспорта оборудования остается незначительным, что связано с новизной отрасли и с жесткой конкуренцией на мировом рынке, где доминируют китайские производители [1].

Развитие отечественного производства оборудования для ВИЭ имеет значение как направление внешнеэкономической деятельности. Формирование собственных производств позволяет российским компаниям интегрироваться в региональные цепочки поставок и предлагать специализированные решения для рынков стран СНГ, Центральной Азии и Ближнего Востока.

Несмотря на текущую ситуацию, у России есть шансы занять место в тех сегментах мирового рынка ВИЭ-оборудования, где китайское доминирование не

является абсолютным. Например, производство биметаллических лопастей для наземных ветроустановок в условиях холодного климата, а также систем управления для ветропарков в арктической зоне – области, в которых российские инженеры имеют опыт. Кроме того, страны Центральной Азии и Кавказа активно развивают ВИЭ и заинтересованы в получении оборудования и услуг от поставщиков из дружественных стран, что создает для России экспортные возможности, не связанные с преодолением санкционных барьеров ЕС или США.

Одним из перспективных направлений интеграции России в формирующиеся низкоуглеродные энергетические рынки является развитие водородной энергетики, прежде всего производства зеленого водорода на основе электроэнергии, полученной из возобновляемых источников.

Согласно Концепции развития водородной энергетики до 2050 г., потенциальные объемы экспорта водорода из России на мировой рынок оцениваются в 2–12 млн т к 2035 г. и 15–50 млн т к 2050 г. [51].

Ориентиры, установленные Правительством РФ, предполагают достижение доли в 20 % мирового рынка водорода к 2050 г., что может приносить стране от 23,6 до 100,2 млрд долл. США ежегодной выручки [51].

Таблица 19 – Прогноз экспорта зеленого водорода из России до 2050 г., млн т [составлено по: 21]

Показатель	2030 г.	2035 г.	2050 г.
Объем экспорта (базовый сценарий)	0,5–1,0	2–5	15–30
Объем экспорта (оптимистичный сценарий)	1,0–2,3	5–12	30–50

Как видно из таблицы 19, водородное направление может стать дополнительным экспортным сегментом российской энергетики, однако его развитие будет зависеть от темпов строительства новых мощностей ВИЭ, стоимости производства водорода и формирования международной инфраструктуры его транспортировки и потребления. Ключевыми предпосылками для этого служат ветровой потенциал Арктической зоны и Дальнего Востока, солнечный потенциал

южных регионов, а также развитая газотранспортная инфраструктура, которая может быть адаптирована для транспортировки водорода.

Также Сахалинской области в 2026 г. планируется завершить натуральные испытания оборудования на площадках пилотных проектов в области водородной энергетики. На острове функционирует Восточный водородный кластер, в рамках которого производится выработка зеленого водорода путем электролиза воды с использованием солнечных панелей мощностью 300 кВт. Протестированные технологии в дальнейшем планируется масштабировать [21].

Кроме того, в Новосибирске создается центр компетенций по водородным технологиям, а в Санкт-Петербурге разрабатываются автономные водородные заправочные станции.

Помимо водородного направления, важным аспектом *ESG*-трансформации российской промышленности является повышение общей экологической эффективности предприятий. По данным исследований, инвестиции российского бизнеса в устойчивое развитие по итогам 2025 г. превысили показатели пятилетней давности и могут составить более 10 трлн руб. [53].

Крупнейшие металлургические компании реализуют программы снижения водопользования и повышения энергоэффективности. В 2025 г. семь компаний из различных отраслей – горнодобывающей, металлургической, химической, *IT*-индустрии – стали лидерами климатического рэнкинга «Лиги зеленых брендов» [33].

Следует отметить и сохраняющиеся проблемы. После 2022 г. международная организация *I-REC Standard Foundation* приостановила сотрудничество с российскими компаниями, что лишило их возможности подтверждать «зеленое» происхождение выработанной электроэнергии на международном уровне. В зоне риска оказались сертификаты примерно на 1 млрд кВт·ч. Отсутствие признаваемой на мировом уровне системы сертификации затрудняет российским экспортерам доступ к рынкам, чувствительным к углеродному следу [10, с. 3].

В качестве альтернативы российские компании могут ориентироваться на системы сертификации, развиваемые в рамках БРИКС и ЕАЭС. Например, Китай и Индия уже создали национальные системы «зеленых» сертификатов, и ведутся

переговоры об их взаимном признании. Россия могла бы выступить инициатором создания единой платформы учета углеродных единиц для стран – участниц БРИКС, что позволило бы обойти зависимость от европейских организаций и одновременно подтверждать «зеленый» характер экспорта в эти страны.

Обобщая проведенный анализ, можно сформулировать следующие стратегические направления развития сектора ВИЭ в России с учетом глобальных *ESG*-вызовов, приведенные в таблице 20.

Таблица 20 – Стратегические направления развития сектора ВИЭ в России в условиях *ESG*-трансформации [составлено по: 10; 21; 33; 49; 51]

Направление	Краткое содержание	Ожидаемый эффект
Декарбонизация экспортно-ориентированных отраслей	Приоритетное внедрение ВИЭ на металлургических предприятиях, химической промышленности и производства удобрений	Снижение *CBAM*-платежей, также сохранение ценовой конкурентоспособности на рынке ЕС
Развитие экспортного потенциала производства зеленого водорода	Создание водородных кластеров в регионах с высоким потенциалом ВИЭ; развитие адаптации газотранспортной системы	Диверсификация экспорта, выход в формирующийся глобальный рынок с высокой добавленной стоимостью
Наращивание экспорта отечественного оборудования для ВИЭ	Выполнение целевых показателей экспорта в рамках ДПМ ВИЭ 2.0; развитие собственных НИОКР	Выход на рынки СНГ и Азии, формирование компетенций мирового уровня
Обеспечение технологического суверенитета	Увеличение уровня локализации до 80 % к 2035 г.; импортозамещение критических важных компонентов	Снижение зависимости от импорта, создание базы для экспорта
Формирование национальной *ESG* инфраструктуры	Развитие рынка зеленых сертификатов, системы торговли углеродными единицами, углеродных полигонов	Привлечение инвестиций, создание признанной в мире системы верификации

Таким образом, внешние вызовы, порожденные глобальной *ESG*-трансформацией, носят для России двоякий характер. С одной стороны, *CBAM* ЕС и санкционные ограничения создают серьезные риски для традиционного экспорта и доступа к технологиям. С другой – эти же вызовы формируют мощные стимулы для модернизации экономики и открывают стратегические возможности в сфере развития отечественной возобновляемой энергетики, снижения углеродоемкости экспортной продукции, экспорта оборудования для ВИЭ, а также участия в формирующемся рынке зеленого водорода. Реализация этих возможностей требует системного

подхода, объединяющего технологическую политику, энергетическую стратегию и внешнеэкономическое позиционирование. При этом важно учитывать, что рынки ЕС и Азии не являются взаимоисключающими – российские компании могут одновременно работать на европейском направлении, используя сохраняющиеся каналы поставок газа, металлов и удобрений, и развивать экспорт в другие страны в том числе в сегментах оборудования для ВИЭ, а также в перспективных направлениях водородной энергетики. Предприятия, которые первыми интегрируют ВИЭ в свои производственные цепочки и документально подтвердят низкий углеродный след продукции, получат долгосрочное конкурентное преимущество на ключевых мировых рынках.

Заключение

В ходе проведенного исследования была достигнута поставленная цель и решены все сформулированные задачи, что позволяет сделать следующие выводы.

1 Возобновляемые энергетические ресурсы включают в себя энергию, получаемую из постоянно происходящих природных процессов на Земле, а также энергию, производимую из продуктов жизнедеятельности растительных и животных сообществ. Они неистощаемы или восстанавливаются, имеют более равномерное географическое распределение, чем ископаемое топливо. Четвертый энергопереход приводит к последовательному замещению угля, нефти и природного газа «зеленой» генерацией.

2 Ключевой экономической особенностью большинства технологий ВИЭ является высокая доля первоначальных капитальных затрат при минимальных операционных расходах, что обеспечивает долгосрочную предсказуемость издержек и устойчивость к волатильности мировых цен на углеводороды. Показатель нормированной стоимости электроэнергии подтверждает, что солнечная и ветровая энергия стали экономически выгоднее газовой и угольной генерации, что меняет международные конкурентные преимущества.

3 *ESG*-трансформация стала важным стимулом развития мирового рынка ВИЭ, перейдя от добровольных принципов к жесткому регулированию. Основные каналы влияния включают корпоративные инициативы, программу *RE*100, рынок долгосрочных контрактов *PPA*, зеленое финансирование, углеродное регулирование, систему торговли квотами *EU ETS*, трансграничный механизм *CBAM* и обязательное раскрытие нефинансовой отчетности. Исследования показывают, что *ESG*-результативность компаний способствует росту «зеленых» инноваций, особенно в высокозагрязняющих отраслях и среди цифровизированных предприятий. Приведенный в работе эконометрический анализ доказал причинно-следственный характер этой связи: повышение *ESG*-рейтинга на один балл ассоциировано с увеличением числа зеленых патентов в среднем на 14,6 %, причем наиболее сильный

эффект наблюдается в высокоуглеродных отраслях, что подтверждает роль *ESG* как драйвера технологической модернизации.

4 Международная торговля в секторе ВИЭ характеризуется высокой степенью концентрации производства и экспорта оборудования в Китае. Одновременно постепенно формируются новые товарные рынки – зеленого водорода и трансграничной электроэнергии – с иной географией торговли, менее зависимой от китайского производства. Прогнозируется экспоненциальный рост объемов международной торговли водородом после достижения ценового паритета с серым водородом.

5 Российский сектор ВИЭ к 2025–2026 гг. сформировался как самостоятельный рынок, основу которого составляют ветровая и солнечная генерация. Накопленная установленная мощность ВИЭ в России достигла значимых значений, однако доля «зеленой» энергии в общем энергобалансе страны остается на порядок ниже среднемирового уровня.

6 Проблемой остается высокая зависимость от импорта критических компонентов – фотоэлектрических ячеек, инверторов, литий-ионных накопителей, что создает внешнеэкономические риски. Уход западных поставщиков стимулировал переориентацию на китайские и турецкие компании, а также активизацию программ локализации в рамках нового этапа государственной поддержки. Важнейшим нововведением программы стали обязательные целевые показатели экспорта, что впервые напрямую увязало развитие отечественной возобновляемой энергетики с внешнеэкономической деятельностью.

7 Глобальные вызовы устойчивого развития, включая *CBAM* ЕС, влияют на Россию. Углеродное регулирование увеличивает затраты для экспортеров металлургической, алюминиевой и химической продукции, требуя сокращения углеродного следа и перехода на возобновляемые источники энергии. Однако это создает возможности для рынка зеленого водорода, экспорта оборудования для холодного климата и расширения инжиниринговых услуг. В среднесрочной перспективе России может уделяться больше внимания развитию экспорта «зеленой» электроэнергии. Это включает поставки в Китай, Казахстан и страны СНГ, а также

создание альтернативной системы зеленых сертификатов в рамках БРИКС и ЕАЭС. Кроме того, будет перспективным направлением экспорт оборудования для работы в арктическом и холодном климате. Для реализации этих перспектив необходим комплексный подход, включающий технологическую, энергетическую и внешнеэкономическую стратегии.

Таким образом, развитие мирового рынка ВИЭ в условиях *ESG*-трансформации является процессом, определяющим новые правила международной торговли и инвестиций. Для России ключевыми направлениями дальнейшего развития должны стать ускоренная декарбонизация экспортно-ориентированных отраслей, наращивание экспорта оборудования для ВИЭ в рамках выполнения целевых показателей государственной программы, формирование национальной *ESG*-инфраструктуры, а также активное участие в формирующемся глобальном рынке зеленого водорода. Предприятия, которые первыми интегрируют возобновляемую энергию в свои производственные цепочки и документально подтвердят низкий углеродный след продукции, получат долгосрочное конкурентное преимущество на ключевых мировых рынках.

Список использованных источников

1 Андрей Максимов: в экспорте ВИЭ есть два больших направления // Энергетика и промышленность России. URL: https://www.eprussia.ru/news/base/2025/5319996.htm (дата обращения: 03.04.2026).

2 Ассоциация развития возобновляемой энергетики (АРВЭ). 2026. URL: https://rreda.ru/ (дата обращения: 02.04.2026).

3 Ассоциация развития возобновляемой энергетики (АРВЭ). Статистика и аналитические материалы отрасли ВИЭ. URL: https://rreda.ru/industry/statistics/ (дата обращения: 03.04.2026)

4 Бушукина В. И. Особенности развития возобновляемой энергетики в мире и в России // Финансовый журнал. 2021. № 5. С. 93–107.

5 Веселов Ф. В., Волкова И. О., Маширова О. В. Системный взгляд на эффективность развития гидроэнергетики России // Энергетическая политика. 2024. № 1 (192). С. 14–27.

6 Ветроэнергетика // Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом». URL: https://rosatom.ru/production/vetroenergetika/ (дата обращения: 03.04.2026).

7 Волкова И. О., Долматов И., Панова М. Развитие гидроэнергетики как импульс для региональной экономики // Энергетическая политика. 2025. № 1 (204). С. 32–41.

8 Годовой отчет АО «Атомэнергопром» за 2024 год. // Росатом. URL: https://report.rosatom.ru/go/atomenergoprom/go_atomenergoprom_2024/aepk_2024.pdf (дата обращения: 03.04.2026).

9 Голуб В. В., Шешко М. А. Солнечная энергетика и ее экологические проблемы. Минск : Белорусский национальный технический университет, 2023. 5 с.

10 Голяшев А., Курдин А., Коломиец А., Некраш А., Федоренко Д., Федоров С. ТЭК России в условиях санкционных ограничений. Энергетические тренды // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 2022. Март. Вып. № 106. 20 с.

11 Горячев С. В., Смолякова А. А. Проблемы и перспективы ветроэнергетических систем в России // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 5 (119), Ч. 1. С. 38–40.

12 Гуров И. Н. Ответственное инвестирование и современные стратегии институциональных инвесторов // Учебник. URL: https://books.econ.msu.ru/Finance/sect04/chap12/12.2/ (дата обращения: 05.04.2026).

13 Доля возобновляемой энергетики в мире достигла почти 50 % в 2025 году // Hightech Plus. URL: https://hightech.plus/2026/04/01/dolya-dlya-vozobnovlyaemoi-energetiki-v-mire-dostigla-pochti-50-v-2025-godu (дата обращения: 03.04.2026).

14 Едовина Т. Зеленые дали с китайским акцентом // Коммерсантъ. URL: https://www.kommersant.ru/doc/6199881 (дата обращения: 05.04.2026).

15 ЕС начал вводить в действие систему углеродных пошлин на импорт // ТАСС. URL: https://tass.ru/ekonomika/18884311 (дата обращения: 02.04.2026).

16 Кечакмадзе Е. Геотермальная энергетика: мировой рейтинг установленных мощностей // vc.ru. URL: https://vc.ru/future/2806146-geotermalnaya-energetika-mirovoy-reyting-moshchnostey (дата обращения: 29.04.2026).

17 Китай изучает справедливость антисубсидиарных расследований ЕС в отношении китайских ветрогенераторов // Ведомости. URL: https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2024/07/11/1049261-v-kitae-izuchayut-spravedlivost-antisubsidiarnih-rassledovanii-es (дата обращения: 25.04.2026).

18 Китай нарастил мощности ветровой и солнечной энергетики до рекордных уровней // Интерфакс. URL: https://www.interfax.ru/world/1082602 (дата обращения: 25.04.2026).

19 Китайские Goldwind, Envision и MingYang впервые заняли первые три позиции в рейтинге мировых производителей ветровых турбин – WoodMac // Госзаказ.ТВ. URL: https://goszakaz.tv/news/details/35262-kitajskie-goldwind-envision-i-mingyang (дата обращения: 03.04.2026).

20 Комилов А. О., Эргашев С. С. Мировые тенденции в развитии геотермальной энергетики // Scientific progress. 2022. № 2. С. 740–745.

21 Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации // Минэнерго России. URL: https://www.iea.org/policies/28586-russia-hydrogen-strategy (дата обращения: 03.04.2026).

22 Крупнейшие поставщики солнечных панелей в мире в 2025 году // RenEn. URL: https://renen.ru/krupnejshie-postavshhiki-solnechnyh-panelej-v-mire-v-2025-godu/ (дата обращения: 03.04.2026).

23 Крупнейшие производители поликремния в мире по итогам 2024 года // RenEn. URL: https://renen.ru/krupnejshie-proizvoditeli-polikremniya-v-mire-po-itogam-2024-goda/ (дата обращения: 25.04.2026).

24 Лукутин Б. В. Возобновляемые источники электроэнергии : учебное пособие. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2008. 187 с.

25 Михейкина М. В. ESG-повестка России на современном этапе: вызовы и перспективы // Мировая экономика и международные отношения: диалог культур и цивилизаций : материалы всероссийской научной конференции. Самара : Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, 2023. С. 59–67.

26 Мокшин М. Ю., Путилов А. В., Римская О. Н. Рынок ветроэнергетики в России и за рубежом: проблемы и перспективы развития // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2024. Т. 15, № 4. С. 338–347.

27 На заводе Хевел выпущен пятимиллионный солнечный модуль // RusCable.Ru. URL: https://www.ruscable.ru/news/2025/10/28/_Na_zavode_Xevel_vypuschen_pyatimillionnyj_solnech/ (дата обращения: 03.04.2026).

28 Не провал, но и не успех // ИнфоТЭК. URL: https://itek.ru/analytics/energetikabezambicij2/?utm_medium=main&context=landing&utm_content=f4428290783a8ca3a&lang=newsletter&profile&token (дата обращения: 03.04.2026).

29 Недбайлов М. С. Биоэнергетика: основные тенденции развития рынка и перспективы для России // Креативная экономика. 2023. Т. 17, № 3. С. 869–882.

30 Оськин С. П., Арбузов В. В. Перспективы солнечной энергетики // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 6. С. 190–194.

31 Ралдугина Н., Еловков А. «Фундамент» и «топливо» бизнеса: капитальные и текущие затраты // АльфаБанк. Курс. URL: https://kurs.alfabank.ru/articles/fundament-i-toplivo-biznesa-kapitalnye-i-tekushchie-zatraty/ (дата обращения: 30.04.2026).

32 Рахманов А. А., Фахерлегаянов Р. Р. Перспективы биоэнергетики // Вестник науки и образования. 2023. № 7 (138). С. 1–2.

33 Российский бизнес демонстрирует прогресс в учете выбросов парниковых газов // Ведомости. URL: https://www.vedomosti.ru/esg/ratings/news/2025/08/06/1129631-rossiiskii-biznes-demonstriruet-progress-vuchetevibrosovparnikovihgazov (дата обращения: 04.04.2026).

34 Российский экспортный центр и Группа «Хевел» объявили о начале сотрудничества по продвижению продукции солнечной энергетики на зарубежные рынки // Министерство экономического развития и имущественных отношений Чувашской Республики. URL: https://minec.cap.ru/news/2016/06/17/rossijskijeksportnij-centr-i-gruppa-hevel-objyav (дата обращения: 03.04.2026).

35 РЭА Минэнерго России. Возобновляемая энергетика в России и мире // Российское энергетическое агенство. URL: https://rosenergo.gov.ru/upload/iblock/e04/3xtm87iv99x76b23c6wjul3as5pzz8zj.pdf (дата обращения: 29.04.2026).

36 Сафиуллина А. Россия начала экспортировать лопасти для ветроустановок // Ведомости. URL: https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/04/14/828030-rossiya-nachala-lopasti (дата обращения: 03.04.2026).

37 Своими силами: «зеленой» энергетике в России потребуются годы на восстановление // Деловой Петербург. URL: https://www.dp.ru/a/2023/04/17/Svoimi-silami (дата обращения: 03.04.2026).

38 Сидорович В. Спор о чистоте: почему «зеленой» энергетике в России нужна господдержка // РБК. URL: https://www.rbc.ru/opinions/economics/15/02/2018/5a857c829a79473ecd27caa6 (дата обращения: 02.04.2026).

39 Соловьев Б. А., Бодылев А. С., Павлов А. Д., Каекбирдина И. Д. Анализ перспектив развития геотермальной энергетики // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2023. Т. 19, № 1. С. 117–124.

40 Стремительно зеленеет. Как Китай стал мировым лидером в чистой энергетике? // СанктПетербургские ведомости. URL: https://spbvedomosti.ru/news/country_and_world/stremitelno-zeleneet-kak-kitay-stal-mirovym-liderom-vchistoyenergetike/ (дата обращения: 25.04.2026).

41 США вводят 30-процентные пошлины на импорт солнечных панелей // Коммерсантъ. URL: https://www.kommersant.ru/doc/3751532 (дата обращения: 25.04.2026).

42 Углеродный налог ЕС CBAM 2026: кто платит, как рассчитать и как снизить нагрузку // Журнал Экспорт. URL: https://jeksport.vnesenie-v-reestr.ru/news/uglerodnyy-nalog-es-cbam-2026-kto-platitkakrasschitatikaksnizitnagruzku-1773444619 (дата обращения: 04.04.2026).

43 Фрид С. Е., Лисицкая Н. В. Анализ возможности увеличения коэффициента использования установленной мощности сетевых фотоэлектрических станций // Теплоэнергетика. 2022. № 7. С. 74–84.

44 Ходаковский Е. А., Сизов А. А. Четвертый энергетический переход: текущее состояние, перспективы, стратегия России в геополитической борьбе // Социально-политические науки. 2024. № 3. С. 186–194.

45 Шахназаров Б. А. ESG-принципы и устойчивое развитие. Правовые аспекты // Мониторинг правоприменения. 2022. № 1 (42). С. 2–11.

46 Шемякинская Е. Доля возобновляемой энергетики в мире достигла почти 50 % в 2025 году // Хайтек+. URL: https://hightech.plus/2026/04/01/dolya-vozobnovlyaemoi-energetiki-v-mire-dostigla-pochti-50-v-2025-godu (дата обращения: 29.04.2026).

47 Экономика ветроэнергетики: правда против стереотипов // en-prom.ru. URL: https://en-prom.ru/vozobnovlyaemaya-energetika/vetrovaya-energetika/ekonomika-vetroenergetiki/ (дата обращения: 29.04.2026).

48 Эксперт: доля отечественного оборудования в проектах ВИЭ в РФ превысила 70 % // ТАСС. URL: https://tass.ru/ekonomika/26558529 (дата обращения: 03.04.2026).

49 Эксперты оценили влияние CBAM на экспорт России в ЕС // BigpowerNews. URL: https://www.bigpowernews.ru/markets/document122461.phtml (дата обращения: 03.04.2026).

50 Эксперты спрогнозировали усиление негативного влияния от изменений климата на ВВП // Forbes.ru. URL: https://www.forbes.ru/biznes/524563-eksperty-sprognozirovali-usilenie-negativnogo-vliania-ot-izmenenij-klimata-na-vvp-v-mire (дата обращения: 29.04.2026).

51 Экспорт водорода из России может достигнуть 50 млн тонн к 2050 году // ТАСС. URL: https://tass.ru/ekonomika/12341255?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f (дата обращения: 03.04.2026).

52 BCG понизила оценку выплат экспортеров РФ в рамках ТУР до 3,4 млрд долл. в 2026 году // Интерфакс. URL: https://www.interfax.ru/business/782815 (дата обращения: 03.04.2026).

53 CBAM в 2026 году: первые результаты и реакция бизнеса // РБК. URL: https://www.rbc.ru/industries/news/693c39c59a7947f7875a6f1ekffghgg (дата обращения: 04.04.2026).

54 ESG-трансформация: как создать долгосрочные ценности и обеспечить рост бизнеса // Сколково. URL: https://www.skolkovo.ru/expertopinions/esgtransformaciya-kak-sozdat-dolgosrochnye-cennosti-i-obespechit-rost-biznesa/hhfgd (дата обращения: 05.04.2026).

55 Analysis of the Potential for Green Hydrogen and Related Commodities Trade // International Renewable Energy Agency. URL: https://www.irena.org/Publications/2025/Jun/Analysis-of-the-potential-for-green-hydrogen-and-related-commodities-trade (дата обращения: 03.04.2026).

56 BCC Research. Global Solar Energy Markets / BCC Research. July 2022. 337 p.

57 China’s Solar PV Export Explorer // Ember. URL: https://ember-energy.org/data/china-solar-exports/ (дата обращения: 03.04.2026).

58 Commission imposes provisional anti-dumping tariffs on Chinese solar panels // Greenovate! Europe. URL: https://greenovate-europe.eu/commission-imposes-provisional-anti-dumping-tariffs-on-chinese-solar-panels/ (дата обращения: 25.04.2026).

59 Daily European Union Emission Trading System (EU-ETS) carbon pricing from 2025 to 2026 // Statista. URL: https://www.statista.com/statistics/1322214/carbon-prices-european-union-emission-trading-scheme/ (дата обращения: 05.04.2026).

60 Energy Technology Perspectives 2026: Energy Technology Manufacturing and Trade // International Energy Agency. URL: https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2026/energy-technology-manufacturing-and-trade/ghgjjkltp (дата обращения: 03.04.2026).

61 EU Emissions Trading System (EU ETS) carbon prices // Ember. URL: https://emberenergy.org/data/datatools/carbonpriceviewer/ (дата обращения: 25.04.2026).

62 EU Parliament set to back exclusion of Chinese bidders from public tenders // EURACTIV. URL: https://www.euractiv.com/news/eu-parliament-set-to-back-exclusion-of-chinese-bidders-from-public-tenders/ (дата обращения: 03.04.2026).

63 EU taxonomy for sustainable activities // European Commission. URL: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en (дата обращения: 05.04.2026).

64 European Commission unveils Industrial Accelerator Act proposal – a turning point for EU industrial policy // CMS Law. URL: https://cms.law/en/prt/legal-updates/european-commission-unveils-industrial-accelerator-act-proposal-a-turning-point-for-eu-industrial-policy (дата обращения: 03.04.2026).

65 European Union Imports of aluminum from Russia // Trading Economics. URL: https://tradingeconomics.com/european-union/imports/russia/aluminum/glilmi (дата обращения: 25.04.2026).

66 European Union Imports of fertilizers from Russia // Trading Economics. URL: https://tradingeconomics.com/european-union/imports/russia/fertilizers/statists (дата обращения: 25.04.2026).

67 European Union Imports of iron and steel from Russia // Trading Economics. URL: https://tradingeconomics.com/european-union/imports/russia/iron-steel/ statists (дата обращения: 25.04.2026).

68 Global battery shipment ranking 1H23: CATL tops 1H23 shipments while BYD’s market share rising // InfoLink Consulting. URL: https://www.infolink-group.com/energy-article/energy-storage-topic-global-battery-shipment-ranking1h23 (дата обращения: 03.04.2026)

69 Global PV Supply Chain Report 2025 // BloombergNEF. URL: https://about.bnef.com/global-pv (дата обращения: 03.04.2026).

70 Global Solar Energy Markets // BCC Research. URL: https://www.bccresearch.com/market-research/energy-and-resources (дата обращения: 03.04.2026).

71 Gomstyn A., Jonker A. What Is the Levelized Cost of Energy (LCOE)? // IBM Think. URL: https://www.ibm.com/think/topics/levelized-cost-of-energy/46641164 (дата обращения: 02.04.2026).

72 Green Bonds Market Analysis and Forecast to 2035 // Global Insight Services. URL: https://www.globalinsightservices.com/reports/green-bonds-market/75147461 (дата обращения: 05.04.2026).

73 Huawei, Sungrow retain lead in 589-GW PV inverter market in 2024 // Renewables Now. URL: https://renewablesnow.com/news/huawei-sungrow-retain-lead-in-589-gw-pv-inverter-marketin20241278335/ (дата обращения: 03.04.2026).

74 International Renewable Energy Agency // IRENA. URL: https://www.irena.org/Publications/2026/Mar/Renewable-capacity-statistics-2026/7246217 (дата обращения: 29.04.2026).

75 Lazard's 2025 Levelized Cost of Energy+ (LCOE+) // Lazard. URL: https://www.lazard.com/research-insights/levelized-cost-of-energyplus-lcoeplus/466 (дата обращения: 05.04.2026).

76 Near-700 GW Surge in 2025 Proves Renewable Energy Resilience // International Renewable Energy Agency. URL: https://www.irena.org/News/pressreleases/2026/Apr/Near-700-GW-Surge-in-2025-Proves-Renewable-Energy-Resilience-RU (дата обращения: 03.04.2026).

77 PV-grade polysilicon, wafer, cell and module trade value, 2010–2022 // International Energy Agency. URL: https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/pv-grade-polysilicon-wafer-cell-and-module-trade-value-2010-2022 (дата обращения: 03.04.2026).

78 RE100 initiative explained // IBM. URL: https://www.ibm.com/think/topics/re100 (дата обращения: 05.04.2026).

79 Renewable capacity statistics 2026 // International Renewable Energy Agency. URL: https://www.irena.org/Publications/2026/Mar/Renewable-capacity-statistics-2026 (дата обращения: 29.04.2026).

80 Renewable Energy Manufacturing: Opportunities for Wind and Solar // International Renewable Energy Agency. URL: https://www.irena.org/Publications (дата обращения: 03.04.2026).

81 Solar PV Global Supply Chains // International Energy Agency. URL: https://www.iea.org/reports/solar-pv-global-supply-chains (дата обращения: 03.04.2026).

82 Solar PV module supply chain accelerates consolidation in the top 10 suppliers // S&P Global Commodity Insights. URL: https://www.spglobal.com/energy/en/research-analytics/solar-pv-module-supply-chain-accelerates-consolidation/economy (дата обращения: 03.04.2026).

83 Summary of Inflation Reduction Act provisions related to renewable energy // U.S. Environmental Protection Agency. URL: https://www.epa.gov/green-power-markets/summary-inflation-reduction-act-provisions-related-renewable-energy/end (дата обращения: 25.04.2026).

84 Sun Y., Liao C., Chen Y., Xu X. The impacts of ESG policy on clean technology innovation: a gateway to promote renewable energy transition // Clean Technologies and Environmental Policy. 2025. Vol. 27, № 6. P. 2305–2319.

85 Tracking China's clean energy export dominance in seven charts // Reuters. URL: https://www.reuters.com/markets/commodities/tracking-chinas-clean-energy-export-dominance-seven-charts-2025-10-09/ (дата обращения: 03.04.2026).

86 U.S. sets final duties on Chinese solar panels // CNBC. URL: https://www.cnbc.com/2012/10/10/update-1us-sets-final-duties-onchinesesolarpanels.html (дата обращения: 25.04.2026).

87 Wind Turbine Suppliers Deliver New Record Volume Despite Difficult Year Full of Diverse Challenges // Global Wind Energy Council. URL: https://www.gwec.net/news/wind-turbine-suppliers-deliver-new-record-volume-despite-difficultyearfullofdiverse-challenges (дата обращения: 03.04.2026).

88 World’s largest solar project will send Australian energy to Singapore // Big Think. URL: https://bigthink.com/strange-maps/australia-asia-power-energy-link/ (дата обращения: 03.04.2026)