
УДК 620.92**ХУ ТИНТИН**

специалист языкового центра «Диалог», г. Пекин,

Китайская Народная Республика,

Научный руководитель ЖИРОНКИН С.А., д.э.н., профессор,

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,

г. Кемерово

НИЗКОУГЛЕРОДНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И КИТАЙСКИЙ ПУТЬ

Введение. Глобальное изменение климата меняет направление развития энергетической отрасли. Согласно последним данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), в 2023 году средняя глобальная температура повысилась на 1,4°C по сравнению с доиндустриальным уровнем, приближаясь к критическому порогу в 1,5°C, установленному Парижским соглашением. В этом контексте энергетическая отрасль, как крупнейший источник выбросов углерода (73% от глобальных выбросов), стала центральной темой политики и промышленной модернизации для всех стран. Китай, как крупнейший в мире потребитель энергии (28% мирового потребления), под руководством целей «двойного углеродного нейтралитета» (пик выбросов к 2030 году и углеродная нейтральность к 2060 году), демонстрирует лидерство в области возобновляемых источников энергии (40% глобальных мощностей) [1], но также сталкивается с проблемами, такими как зависимость от угля (56%) и недостаточная гибкость энергосистем (6,2% потерь энергии ветра и солнца в северо-западных регионах). В этой статье рассматриваются пути низкоуглеродной трансформации энергетики с глобальной и китайской перспективы, и анализируются три ключевых фактора: политика, технологии и инвестиции.

1. Движущие механизмы глобальной низкоуглеродной трансформации энергетики

1.1 Международная синергия политических ограничений

Международная климатическая политика переходит от мягких ограничений к жестким механизмам. Евросоюз через программу «Fit for 55» требует сокращения выбросов на 55% к 2030 году и вводит механизм корректировки углеродного налога (СВАМ), облагая импортные товары, такие как сталь и электроэнергия. По расчетам Брюссельского института Bruegel (2023), это может увеличить стоимость китайского экспорта стали в ЕС на 20% [2]. США, в свою очередь, через Закон о снижении инфляции инвестируют 369 миллиардов долларов в возобновляемую энергетику, стремясь увеличить долю ветра и солнца до 40% к 2030 году [3]. Эти меры не только меняют структуру потребления

энергии, но и способствуют формированию глобальной системы ценообразования на углерод. В Германии цена на углерод достигла 65 евро за тонну в 2023 году, что сократило долю угля в энергобалансе с 50% в 1990 году до 15%.

1.2 Снижение затрат и повышение эффективности благодаря инновациям

Конкурентоспособность возобновляемых источников энергии значительно выросла. Данные Международного агентства по возобновляемой энергии (IRENA) показывают, что себестоимость солнечной энергии (LCOE) снизилась с 0,13 доллара за кВт·ч в 2015 году до 0,03 доллара в 2023 году (падение на 77%) [4]. Компания Vestas из Дании с помощью умных технологий ветрогенераторов снизила стоимость ветровой энергии до 0,03 доллара за кВт·ч, что позволило стране достичь доли ветра в энергобалансе более 50%. Одновременно ускоряется коммерциализация «зеленого» водорода: проект NEOM в Саудовской Аравии с инвестициями в 50 миллиардов долларов станет крупнейшим в мире заводом по производству «зеленого» водорода (1,2 млн тонн в год), открывая новые пути декарбонизации промышленности [5].

1.3 Зеленый поворот в потоках капитала

В 2022 году глобальные инвестиции в возобновляемую энергетику впервые превысили инвестиции в ископаемое топливо (1,1 трлн долларов против 0,9 трлн), что знаменует структурный сдвиг на рынке капитала. Китай выделяется в этом тренде: в 2023 году объем выпуска «зеленых» облигаций достиг 800 миллиардов юаней, заняв второе место в мире [6]. Перераспределение капитала ускорило реализацию крупных проектов, таких как ветровые и солнечные базы (общий объем инвестиций — 3 трлн юаней), а также расширение углеродного рынка. Национальный рынок углеродных квот Китая уже охватывает 4,5 млрд тонн выбросов, став крупнейшей в мире системой торговли квотами.

2. Вызовы и прорывы в энергетической трансформации Китая

2.1 Зависимость от угля и негибкость энергосистемы

Хотя энергоемкость ВВП Китая снизилась на 26% с 2012 года, уголь по-прежнему занимает 56% в энергобалансе. Противоречие между зависимостью от угля и нестабильностью возобновляемых источников энергии проявляется в северо-западных регионах, где потери энергии ветра и солнца достигают 6,2%. Для решения этой проблемы Национальное энергетическое управление Китая предложило схему интеграции «источник-сеть-нагрузка-накопитель», а в провинции Цинхай был установлен мировой рекорд — 30 дней непрерывного энергоснабжения только за счет чистых источников энергии [7]. Солнечная тепловая электростанция Delingha мощностью 50 МВт демонстрирует технологические решения для стабилизации колебаний ветровой и солнечной генерации.

2.2 Синергия политических инноваций и технологических прорывов

Цели «двойного углеродного нейтралитета» сопровождаются самой масштабной в мире программой расширения возобновляемой энергетики. По состоянию на 2023 год мощности ветровой и солнечной энергетики в Китае достигли 420 ГВт и 490 ГВт соответственно, заняв первое место в мире. В области углеродного рынка национальная система торговли квотами уже охватывает электроэнергетику и планирует расширяться на сталелитейную, строительную и другие энергоемкие отрасли. Технологические инновации, такие как проект Sinopres по улавливанию углерода (CCUS) мощностью в миллионы тонн и нулевые заводы CATL (100% «зеленой» энергии) [8], демонстрируют возможности глубокой декарбонизации промышленности.

3. Будущий путь: три оси синергии и глобальное сотрудничество

3.1 Системная интеграция технологий, институтов и общества

Энергетическая трансформация требует совместного продвижения технологических прорывов, институциональных гарантий и социальной адаптации. На технологическом уровне «три кита» — это «умные» сети, «зеленый» водород и CCUS. Проект в Ордоце по производству зеленого водорода (10 000 тонн в год, сокращение 200 000 тонн CO₂) стал ключевым пилотом для декарбонизации металлургии [9]. На институциональном уровне необходимо усилить связь между углеродным ценообразованием и «зелеными» финансами. На социальном уровне программы переподготовки шахтеров в Шаньси и других угольных регионах служат примером справедливого перехода.

3.2 Поэтапные действия и обмен глобальным опытом

В краткосрочной перспективе (до 2025 года) необходимо достичь пика угольных мощностей и соединить региональные углеродные рынки. Среднесрочная цель (2030 год) — увеличить долю неископаемых источников энергии до 35% и заменить 10% угля в металлургии «зеленым» водородом. В долгосрочной перспективе (2060 год) углеродная нейтральность потребует технологий отрицательных выбросов, таких как BECCS (биоэнергия с улавливанием углерода). Китайский опыт показывает, что энергетическая безопасность и низкоуглеродные цели не являются взаимоисключающими. Благодаря международному сотрудничеству (например, интеграции китайского и европейского углеродных рынков) и политической синергии глобальный процесс углеродной нейтральности может ускориться.

Список литературы:

1. IPCC. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
2. Bruegel. (2023). The impact of CBAM on China-EU trade: A sectoral analysis (Policy Brief No. 2023/05). Bruegel Institute.
3. U.S. Congress. (2022). Inflation Reduction Act of 2022, Public Law 117-169.

4. IRENA. (2023). Renewable Power Generation Costs in 2023. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications>
5. Vestas. (2023). *Annual Technology Review 2023*.
6. China Ministry of Ecology and Environment. (2023). China Carbon Market Annual Report 2023.
7. National Energy Administration (NEA). (2023). Annual Report on Renewable Energy Development in China.
8. CATL. (2023). Zero-Carbon Factory White Paper.
9. Inner Mongolia Development and Reform Commission. (2023). Hydrogen Energy Pilot Projects.