

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 339.977::116:(316.43+551.58)

© А. А. Бодров¹, А. В. Козлова², 2024

^{1,2} Самарский университет государственного управления

«Международный институт рынка»

(Университет «МИР»);

E-mail ^{1,2}: bodrov@imi-samara.ru

КОНЦЕПЦИЯ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ КАК ЗАЛОГ ДОСТИЖЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И КЛИМАТИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО БУДУЩЕГО

В статье рассмотрена сущность, особенности и ключевые принципы концепции углеродной нейтральности. Углеродная нейтральность – это новое видение устойчивого развития всех сфер жизнедеятельности общества и климатически безопасного будущего. Положения концепции затрагивают перспективные способы и методы снижения антропогенного воздействия деятельности людей на изменение климатических условий, защиту окружающей среды и создание благоприятной экологической обстановки для будущих поколений. Это весьма трудоемкий и планомерный процесс, перестраивающий понимание подходов к процессам производства и потребления, спроса и предложения при бережном отношении к окружающему миру, задающий положительную динамику для стабильного последующего развития, что актуально в настоящее время. В работе перечислены ключевые приоритеты и направления концепции, отмечен перечень проблем, возникающих на этапах ее реализации.

Ключевые слова: углеродная нейтральность, топливно-энергетические ресурсы, парниковый эффект, выбросы, возобновляемая энергетика.

Введение

К 2050 году прогнозируется увеличение численности населения на планете. Показатель достигнет более 9 млрд человек, что потребует на 80% больше генерации энергии и на 70% больше еды для поддержания требуемого уровня жизнедеятельности [5].

За прошедшие два столетия процессы, происходящие в мировой экономике, можно охарактеризовать чрезмерной эксплуатацией природных ресурсов, изменением жизнеобеспечивающих биогеохимических циклов и процессов в биосфере. Так, перед лицом все более

серьезных назревающих климатических проблем концепция углеродной нейтральности стала неким стимулом надежды на устойчивое (стабильное) развитие и минимизацию причиняемого вреда окружающей среде.

В связи с этим целью данного исследования является выявление ключевых приоритетов и направлений перехода человечества к «зеленой» энергетике.

В ходе исследовательской работы были поставлены следующие задачи:

– эскипировать альтернативы достижения прогресса в реализации концепции «чистых нулевых выбросов»;

– выделить ключевые экономические и инвестиционные особенности перехода к нейтральному, с точки зрения бережного отношения к окружающей среде, обществу;

– определить основные управленческие, социальные, технологические, экономические и политические сложности, возникающие при решении задачи достижения углеродной нейтральности.

Объект исследования — концепция достижения углеродной нейтральности.

Предмет исследования — ключевые приоритеты концепции углеродной нейтральности и проблемы, возникающие на этапах ее реализации.

Результаты исследования

Технологическое развитие, происходящее в мире, невозможно представить без применения (потребления) топливно-энергетических ресурсов. Масштабное применение топливно-энергетических ресурсов, вырубка лесов в совокупности с другими формами человеческой деятельности (в том числе и землевладение), именуемыми антропогенной деятельностью, способствуют постоянному росту концентрации парниковых газов в атмосфере, что вызывает глобальное изменение климата. В ответ на ухудшение глобального изменения климата достижение углеродной нейтральности к 2050 году является наиболее актуальной задачей на планете. Эта ключевая задача направлена на реформирование нынешних (существующих) производственных систем с целью сокращения выбросов парниковых газов и «улавливания» CO₂ из атмосферы. Поэтому суть понятия «углеродная нейтральность» (также часто применяется термин «чистые нулевые выбросы») заключается в достижении равновесия между выбросами и поглощением углекислого газа (рассматривается с точки зрения единого процесса, подобно процессам изготовления готовой продукции).

Анализируя концепцию углеродной нейтральности, можно выделить ее ключевые приоритеты, направленные на [1]:

1) климатическую устойчивость (углеродная нейтральность имеет решающее значение для «стабилизации» климата; добившись нулевых выбросов, мы можем предотвратить худшие последствия изменения климата, такие как рост температуры, экстремальные погодные условия и повышение уровня моря, что открывает путь к будущей прогнозируемости погодных условий и природных катаклизмов, а также минимизации их негативного воздействия на население);

2) стабильное развитие (углеродная нейтральность способствует устойчивому развитию всех сфер жизнедеятельности общества; такой подход способствует внедрению «чистых технологий», повышает энергоэффективность производственных процессов и облегчает переход к возобновляемым источникам энергии, что не только способствует сокращению выбросов парниковых газов, но и создает новые рабочие места и, как следствие, стимулирует рост уровня экономики и жизни граждан);

3) охрану окружающей среды (защита природных ресурсов, включая леса, водно-болотные угодья и океаны; данные экосистемы действуют как поглотители углерода, поглощая и сохраняя избыток углекислого газа; защищая и восстанавливая их, мы одновременно поддерживаем и сохраняем биоразнообразие экосистемы).

Переосмысление на глобальном уровне представления об углеродной нейтральности затронуло международные климатические и экологические стандарты, различные институты, торговлю и др. [7].

Достижение углеродной нейтральности — непростая, достаточно трудоемкая задача, которая решается в следующих направлениях [2]:

— «зеленая» энергетика — переход от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) — это использование солнечных батарей, ветрогенераторов, геотермальных источников, энергии приливов, гидроэнергетики; также хорошим дополнением к применению перечисленных ВИЭ служит повышение энергоэффективности промышленности и частного сектора, продвижение экологически чистых транспортных средств, внедрение устойчивых методов ведения сельского хозяйства;

— проекты (мероприятия) по секвестрации углерода (связывание углерода играет важную роль в достижении углеродной нейтральности; в данном направлении делается акцент на сознательность производителей (компаний) по данному вопросу, то есть, на-

пример, оплата выбросов путем инвестирования в проекты, которые минимизируют проявление парникового эффекта; проекты восстановления лесов, озеленение сельскохозяйственных угодий, внедрение возобновляемых источников энергии, улавливание метана со свалок, инвестиции в технологии улавливания (хранения) углерода);

– современные технологии (технологический прогресс не стоит на месте, новые технологии, идеи и методы играют ключевую роль в процессе достижения концепции углеродной нейтральности; здесь необходимо отметить возобновляемые технологии улавливания и хранения выбросов углерода (CCS), технологии CCUS, прямое улавливание газа (DAC) и другие перспективные технические решения, способствующие минимизации выбросов и стабилизации экономической системы);

– политика и регулирование (деятельность правительства в области энергетики играет ключевую роль в достижении углеродной нейтральности; она может включать стратегии ценообразования на выбросы углерода, постановку целей и задач в области возобновляемых источников энергии, разработку стандартов управления энергопотреблением и поддержку исследований (разработок) в области «чистых технологий»);

– внутреннее и международное сотрудничество (сотрудничество между правительствами, бизнесом, гражданским обществом и отдельными людьми имеет важное значение для обмена информацией, объединения ресурсов и совместной работы; международные соглашения, такие как Парижское соглашение, являются механизмами глобального сотрудничества в борьбе с изменением климата).

Рассмотрим подробнее одно из направлений концепции – «зеленую» энергетику, являющуюся драйвером устойчивого развития.

В настоящее время ископаемые ресурсы (например, нефть, уголь и природный газ) по-прежнему доминируют в общем процессе генерации (потребления) энергии во всем мире. В отличие от них, солнечная энергия, гидроэнергетика, энергия ветра и энергия приливов не производят выбросов углерода, но составляют лишь небольшую часть в энергетической системе (доля их генерации значительно меньше генерации традиционных электростанций). Для достижения углеродной нейтральности необходимо увеличить использование возобновляемых источников энергии. Таким образом, замена традиционного ископаемого топлива возобновляемой энергией солнечного света является в обозримом будущем весьма перспективным направлением для снижения выбросов CO₂.

Помимо фотоэлектрических и солнечных тепловых технологий, некоторые стратегии по преобразованию солнечной радиации в стабильное химическое топливо также обеспечивают возможные пути крупномасштабного использования и хранения солнечной энергии для достижения декарбонизации энергетики. Например, значительные усилия были предприняты в области производства водородного топлива (водородное топливо является экологически чистым топливом) и электролиза воды с помощью солнечной энергии.

Земля обладает богатыми ветровыми ресурсами, поэтому ветроэнергетике, так же как и солнечным панелям, при переходе к «зеленой» энергетике уделяется повышенное внимание. Однако наряду с перспективами данного возобновляемого источника энергии существует и ряд проблем для применения [3]:

- шум, создаваемый ветряными турбинами;
- неблагоприятное воздействие на птиц (в результате столкновений, нарушений или разрушения среды обитания, при нерациональном расположении);
- неравномерное распределение (несмотря на то, что ветровые ресурсы на Земле весьма «достаточны», их распределение по всему ландшафту неравномерно, что в свою очередь создает проблему передачи электрической энергии, вырабатываемой ветрогенераторами, конечному потребителю);
- непредсказуемый характер (направление и скорость ветра динамично меняются, что приводит к изменению и неустойчивости ключевых показателей электроэнергии, это сказывается на увеличении потерь);
- финансовые аспекты (стоимость установки ветряной турбины в настоящее время достаточно высока, что также препятствует широкому внедрению этой технологии; прикладываются значительные усилия к изучению и развитию ветроэнергетики для удовлетворения потребностей потребителей энергии).

Большие перспективы для применения в «зеленой» энергетике имеют запасы энергии водных ресурсов планеты: энергия приливов, энергия волн, энергия океанских течений, термальная энергия, осмотическая энергия (или просто осмос). Технология сбора энергии волн менее развита, чем преобразование энергии приливов, хотя и существует множество различных типов устройств, проходящих небольшие испытания в целях коммерциализации. Основная структура этих устройств включает точечный поглотитель, аттенюатор, колеблющуюся воду, колонные и перекрывающие устройства. Энергия

океанских течений сохраняется в больших круговоротах морской воды — это кинетическая энергия потока воды. Ее преобразуют с помощью турбин, которые размещаются в море, вдали от берега. Осмотическая энергия все еще остается специфичным источником энергии, чем объясняется низкий уровень инвестиций в данное направление [3, 4].

Основные проблемы использования энергии океана заключаются в финансовой стороне вопроса (высокая стоимость), низкой конкурентоспособности (с другими ВИЭ) и трудности технической реализации устройств под суровые условия океана. С преодолением этих проблем энергия океана обеспечит мир обильным количеством чистой энергии.

Другим возобновляемым источником энергии является «биомасса», получаемая из растений, отходов сельского и лесного хозяйства, биогенных материалов в твердых бытовых отходах, отходов животноводства, сточных вод, отходов человеческой жизнедеятельности и промышленных отходов. Биомасса обеспечивает 13–14% ежегодного мирового потребления энергии [3, 4]. Несмотря на наличие богатых ресурсов биомассы, по-прежнему существует необходимость поиска технических решений для их переработки с целью генерации энергии. Необходимо сконцентрировать прилагаемые усилия на повышении производительности вспомогательных процессов, минимизации затрат и транзите биокомпонентов (транспортировка биомассы на преобразующую установку) для дальнейшего расширения доли таких возобновляемых источников энергии в общем энергопотреблении.

Не последнюю роль в «зеленой» энергетике играет водород, являясь неотъемлемой частью производства на протяжении последних двух столетий. Производство водорода с использованием возобновляемых источников энергии имеет высокие перспективы в ближайшем будущем как с экономической, так и с технической точки зрения:

- спрос на водород постоянно растет, начиная с 1975 года;
- практической реализацией водорода является изготовление синтетических (органических) материалов, фармацевтических препаратов, химических соединений, применяемых при производстве железа и стали;
- технологии водородных топливных элементов быстро развиваются и реализуются на практике (примером могут послужить продажи легковых автомобилей с водородным двигателем таких

марок, как Mirai, Clarity и Nexo, а также разработка под заказ тяжелых автомобилей, поездов и кораблей);

— технология хранения и транспортировки водорода находится на стадии активной доработки (здесь необходимо отметить, что водород может храниться в газообразном, жидком и твердом состояниях).

Для дальнейшего успешного развития водородной энергетики сформулирован перечень ключевых задач, заключающихся в необходимости внедрения современных технологий, повышении энергоэффективности процессов применения (преобразования) данного типа энергии, оптимизации вспомогательных операций и минимизации затрат. Необходимо долгосрочное планирование, фундаментальное понимание, а также разработка современных стратегий (методов) и инфраструктуры.

В настоящее время разрабатываются и технологии применения геотермальной энергии. Но в основном они включают энергию сухого пара, энергию мгновенного действия и бинарные энергетические системы. Прямое использование геотермы происходит в форме тепловой энергии, которая обычно применима к геотермальным ресурсам со средней и низкой температурой; включает геотермальные тепловые насосы, геотермальное отопление и охлаждение, геотермальную теплицу и сушку.

К странам с высоким уровнем использования геотермальной энергии можно отнести Исландию и Турцию. Последняя является одной из стран, быстро развивающихся в области геотермальной энергетики (по состоянию на 2020 год ее мощность по производству геотермальной энергии составила 1549 МВт). В Китае геотермальная энергия играет важную роль в экологически чистом отоплении (появился ряд крупных проектов, таких как пекинский центр «модель Сюнсянь», пекинский международный аэропорт Дасин и др.) [6].

Считаем, что переход к нейтральному обществу (с точки зрения бережного отношения к окружающей среде) требует серьезных изменений в различных сферах жизнедеятельности общества и затрагивает многих людей.

Одной из самых ключевых проблем достижения углеродной нейтральности являются затраты, связанные с разработкой современных технологий, и инвестирование в новую инфраструктуру. Первоначальные затраты весьма высоки, что является серьезным сдерживающим фактором для многих предприятий и частных лиц. Кроме того, некоторые отрасли промышленности, в значительной

степени полагающиеся на ископаемое топливо, могут столкнуться с финансовыми трудностями в переходный период. Однако важно признать, что переход к «безуглеродному» образу жизни является вектором экономического роста и создания рабочих мест, так как инвестиции в возобновляемые источники энергии, энергоэффективность и интеллектуальные технологии могут способствовать инновациям и созданию рабочих мест в «зеленых» отраслях.

Современные технологии, такие как улавливание и хранение углерода (CCS) и прямое улавливание газа (DAC), обещают сократить выбросы. Их кумулятивный характер, экономическая эффективность и воздействие на окружающую среду являются областью текущих исследований и разработок. Данные исследования выявили еще одну проблему, заключающуюся в структурной сложности углерода. Указанная проблема обусловлена тем, что, несмотря на значимость углеродных проектов в достижении углеродной нейтральности, при их реализации важно не допустить загрязнения окружающей среды и обеспечить смягчение негативных последствий при их осуществлении. Для этого все работы, связанные с углеродными проектами, необходимо вести по утвержденным стандартам и правилам. Решение данных технологических задач требует целенаправленных исследований, инноваций и сотрудничества между научными кругами, промышленностью и государством.

Другая весьма значимая проблема – влияние человеческого фактора на формирование мировоззрения людей. Достаточно сложно убедить людей и сообщества принять методы достижения устойчивого развития и экологические решения. Устранение этой проблемы требует комплексного подхода, который объединит правительство, бизнес и гражданское общество для продвижения экологического образа жизни и создания экологически безопасных принципов организации производства.

Реализация концепции углеродной нейтральности невозможна без международного сотрудничества. Важными мерами здесь является принятие обязательств по сокращению выбросов, использование стратегий ценообразования на выбросы углерода и создание стимулов для использования возобновляемых источников энергии. Однако достижение международного сотрудничества, баланса негативного экономического воздействия и обеспечение позитивных экологических изменений в вовлеченных сообществах является непростой задачей.

Несмотря на эти проблемы, существует много возможностей для достижения углеродной нейтральности. Переход к чистой энер-

гии и устойчивым системам может снизить зависимость от ископаемого топлива, повысить энергетическую безопасность, уменьшить загрязнение воздуха и улучшить здоровье людей. Он обеспечивает инновации, поскольку поощряет инвестиции в возобновляемые источники энергии и технологии посредством исследований и разработок, создавая новые рынки и рабочие места.

Кроме того, достижение углеродной нейтральности может способствовать международному сотрудничеству и диалогу. Общая цель по решению глобальной проблемы изменения климата может объединить страны для проведения действий по борьбе с изменением климата, обмена информацией и ресурсами. Такие инициативы, как Парижское соглашение, закладывают основу для совместной работы стран по решению поставленной задачи.

Заключение

Таким образом, подводя итог вышеизложенному, следует отметить, что углерод — один из важнейших элементов, способствующих существованию жизни на Земле. Со времен промышленной революции ресурсы, содержащие углерод, использовались для производства энергии, продуктов питания и других товаров, оказывая негативное влияние на глобальные экосистемы. Международное сообщество сталкивается с необходимостью разработки экономически эффективных и устойчивых методов минимизации и выбросов углерода. Поскольку выбран вектор движения к углеродной нейтральности, существует необходимость пересмотра текущего состояния потоков углерода в окружающей среде. В этой связи актуализируется необходимость перехода от невозобновляемых источников энергии к возобновляемым (ВИЭ), которые поддерживают существующие производственные системы и решают проблемы изменения климата для защиты здоровья населения и окружающей среды.

Литература

1. Быстрицкий Г. Ф. Основы энергетики: учебник. М.: КНОРУС, 2012. 352 с.
2. Любимова Н. Г. Пути достижения «углеродной нейтральности» в российской электроэнергетике // Вестник университета. 2022. № 1. С. 63-69.
3. Achieving carbon neutrality in 2023: a sustainable future. URL: <https://articlis.com/achieving-carbon-neutrality-in-2023-a-sustainable-future/>.
4. Fang Wang, Wang Min, Zhizhang Yuan, Jean Damascene Tehnologies and perspectives for achieving carbon neutrality // Chemical Engineering. Carbon capture. 2021. Pp.1-22.

5. К 2050 году население Земли превысит 9 млрд человек, прогнозируют эксперты ООН // Центр фармакоэкономических исследований. URL: <https://healtheconomics.ru/>.

6. The carbon neutral protocol 2023. The global standard for carbon neutral programmes. URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1697896015&tld=ru&lang=en&name=The_CarbonNeutral_Protocol_Jan_2023.pdf&text.

*Статья поступила в редакцию 29.04.24 г.
Рекомендуется к опубликованию членом Экспертного совета
д-ром экон. наук, доцентом В. М. Рамзаевым*