

УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Костевич М.П., Институт бизнеса БГУ

M.P. Kostevich, Institute of Business, kostevitch.masha@yandex.by

Аннотация. В статье обосновываются концепция углеродного следа как важнейшего инструмента оценки устойчивости социально-экономического развития. Рассматриваются его типы, методы расчёта, влияние на стратегическое планирование и экологическую политику.

Ключевые слова: углеродный след, устойчивое развитие, экология, экономика, выбросы CO₂, климат, цифровизация.

В условиях ускоряющегося изменения климата всё большую значимость приобретают универсальные индикаторы, способные отразить уровень устойчивости социально-экономических систем. Одним из таких индикаторов становится углеродный след — количественный показатель воздействия человеческой деятельности на климатическую систему, который уже активно применяется в международной практике и постепенно внедряется в национальные стратегии. Его использование позволяет не только оценить текущее состояние экономики с точки зрения экологической эффективности, но и выработать меры по её трансформации.

Понятие углеродного следа (carbon footprint) охватывает совокупность выбросов парниковых газов, вызванных прямой или косвенной деятельностью человека, предприятия или государства. Включает прежде всего выбросы диоксида углерода (CO₂), а также метана (CH₄), закиси азота (N₂O) и других, пересчитываемых в эквивалент CO₂. Измеряется в тоннах CO₂-эквивалента (CO₂-eq). Углеродный след классифицируется на:

- Прямой (primary) — возникающий от сжигания топлива, использования транспорта и производства.
- Косвенный (secondary) — связанный с потреблением товаров и услуг (включая электроэнергию, продукты питания и пр.).

Концепция устойчивого развития предполагает баланс между экономическим ростом, социальной стабильностью и экологической безопасностью. Измерение углеродного следа позволяет вы-

явить, какие отрасли и сферы деятельности наиболее критичны с точки зрения экологического воздействия и где требуется трансформация к более устойчивым моделям.

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, в 2023 году общий объем выбросов парниковых газов составил около 85,4 млн. тонн CO₂-эквивалента [1]. Основными источниками выбросов являются энергетика, промышленность и сельское хозяйство (таблица).

Таблица – Структура выбросов парниковых газов по отраслям экономики Беларуси (2023 г.)

| Отрасль | Выбросы, млн т CO ₂ -eq | Доля от общего объема, % |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Энергетика | 34,5 | 40,5 |
| Промышленность | 18,2 | 21,3 |
| Сельское хозяйство | 16,0 | 18,8 |
| Транспорт | 9,2 | 10,8 |
| Жилищно-коммунальное хоз-во | 4,5 | 5,3 |
| Прочее | 3,0 | 3,3 |

За последние годы Республика Беларусь демонстрирует стремление к декарбонизации экономики, особенно в контексте международных обязательств в рамках Парижского соглашения. Несмотря на определённый прогресс, уровень выбросов парниковых газов остаётся высоким по сравнению с аналогичными странами региона. Так, по данным за 2023 год, удельный углеродный след на одного жителя в РБ составляет 6,7 т CO₂-экв./год, тогда как в Литве — 4,9 т, а в Германии — 8,9 т [2]. Наибольший потенциал сокращения выбросов в Беларуси сосредоточен в энергетике, промышленности и сельском хозяйстве. Эти отрасли нуждаются в технологической модернизации, внедрении энергоэффективных решений и переходе к возобновляемым источникам энергии.

В условиях глобальной цифровизации и роста экологической осведомленности населения многие финансовые учреждения внедряют инновационные сервисы, направленные на мониторинг углеродного следа клиентов. Особого внимания заслуживает пример цифрового решения от ОАО «Приорбанк», внедрившего в своё мобильное приложение модуль для оценки углеродного следа индивидуальных пользователей. Приложение анализирует транзакции клиентов и автоматически рассчитывает приблизительный объём выбросов на основе потребительской активности (покупка топлива, авиабилеты, товары и т.п.). В дальнейшем пользователь получает рекомендации по сокращению углеродного следа (например, «купите местную продукцию», «перейдите на онлайн-банкинг») [4].

Такой подход способствует повышению осведомлённости граждан об устойчивом потреблении и может служить инструментом формирования экологической культуры.

Существует несколько подходов к расчёту углеродного следа, выбор которых зависит от целей оценки, масштаба деятельности и доступности данных. Основные методы включают:

Bottom-up (снизу вверх) – основан на детальном учёте процессов, энергопотребления, логистики и других элементов производственной или потребительской цепочки. Подходит для анализа конкретных продуктов, предприятий или домохозяйств.

Top-down (сверху вниз) – опирается на агрегированные макроэкономические данные, часто используется в национальных и региональных оценках, а также в случае недостатка детализированной информации.

Международные стандарты:

GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) – наиболее распространённая методология для расчёта корпоративного углеродного следа, охватывающая три «уровня» выбросов: прямые, косвенные от энергии и прочие косвенные [2].

ISO 14064 – международный стандарт, определяющий требования к учёту и верификации парниковых газов на уровне организаций и проектов [5].

Один из практических инструментов оценки – формула расчёта углеродного следа продукта (формула 1):

$$CF = \sum (E_i \times EF_i) \quad (1)$$

где:

E_i — объём потреблённого ресурса или энергии на этапе i ,

EF_i — коэффициент эмиссии для этого ресурса (в CO_2 -eq/единицу),

CF — совокупный углеродный след продукта.

Для более глубокого понимания взаимосвязей между социально-экономическими факторами и выбросами можно использовать аналитическую модель, например, такую как Модель Кауа (формула 2):

$$CO_2 = P \times \left(\frac{\text{ВВП}}{P}\right) \times \left(\frac{E}{\text{ВВП}}\right) \times \left(\frac{CO_2}{E}\right) \quad (2)$$

где:

P — численность населения,

$\text{ВВП}/P$ — ВВП на душу населения,

$E/\text{ВВП}$ — энергоёмкость экономики,

CO_2/E — углеродоёмкость.

В периоды промышленного роста наблюдается не только увеличение валового внутреннего продукта, но и рост выбросов парниковых газов, что можно объяснить с помощью модели Кауа, которая позволяет количественно оценить вклад различных факторов, таких как экономическая активность, энергетическая интенсивность и углеродоёмкость. Урбанизация и демографические изменения, включая старение населения и сокращение сельской занятости, значительно влияют на структуру выбросов, что необходимо учитывать при оценке их динамики. Кроме того, изменения в потребительских предпочтениях, например, переход к цифровым услугам, влияют на долю косвенного углеродного следа [2].

Правительство Республики Беларусь утвердило Стратегию низкоуглеродного развития до 2050 года. Согласно плану, к 2030 году выбросы должны сократиться на 35% от уровня 1990 года, при этом особый акцент делается на энергоэффективность, развитие «зелёного» транспорта и устойчивое сельское хозяйство.

Гендерно-чувствительный подход в климатической политике приобретает всё большую актуальность в глобальной повестке устойчивого развития. Исследования показывают, что женщины играют ключевую роль в продвижении экологических инициатив: они чаще принимают решения в пользу устойчивого потребления, перерабатывают отходы и выбирают экологически чистые продукты. В странах с более высоким представительством женщин в парламентах наблюдается активное принятие экологических соглашений и реализация климатических стратегий.

В Республике Беларусь участие женщин в формировании климатической повестки остаётся ограниченным, несмотря на высокий уровень их вовлеченности в социальные и экологические инициативы на местном уровне. По данным национальных докладов и НПО, в государственных стратегиях устойчивого развития и экополитике гендерные аспекты чаще всего рассматриваются формально, без чёткого механизма реализации. Между тем, белорусские женщины активно участвуют в сфере образования, здравоохранения и местного самоуправления — секторах, напрямую связанных с устойчивостью. Расширение их участия в климатических решениях, а также учёт различий в повседневном опыте использования ресурсов между мужчинами и женщинами, может способствовать более точной и справедливой климатической политике.

Для Беларуси, как страны с экспортно-ориентированной экономикой, учет углеродного следа становится особенно важным в контексте внедрения трансграничного углеродного регулирования со стороны Евросоюза. Предприятиям необходимо адаптироваться к новым условиям и внедрять системы учета выбросов на всех этапах производственной цепочки.

Государственная политика также должна быть направлена на развитие «зеленых» технологий, стимулирование возобновляемой энергетики и поддержку устойчивого сельского хозяйства. Среди ключевых барьеров реализации зелёной повестки в Беларуси — ограниченный доступ к «зелёному» финансированию, нехватка высококвалифицированных кадров, а также отставание в разработке нормативно-правовой базы и стимулов для бизнеса.

Углеродный след становится неотъемлемым инструментом оценки устойчивости экономики, позволяющим интегрировать климатические параметры в процессы стратегического планирования. Для Беларуси, находящейся на пересечении глобальных экологических и экономических трендов, системный подход к измерению и управлению выбросами открывает возможности для технологического обновления, формирования «зелёных» рынков и усиления международной интеграции. Особое внимание следует уделить учёту гендерных и социальных аспектов при разработке климатической политики, что позволит сделать её более справедливой и эффективной. В дальнейшем необходимо продолжить разработку национальных методик расчёта углеродного следа, расширять использование цифровых решений и стимулировать участие граждан в экологическом управлении.

Список использованных источников

1. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Национальный кадастр выбросов парниковых газов за 2023 год. – Минск: Минприроды, 2024. – 148 с.
2. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. – Cambridge: Cambridge University Press, 2021. – 2391 p.
3. Carbon Trust. Carbon Footprinting Guide. – London: The Carbon Trust, 2020. – 36 p.
4. Приорбанк. Официальный сайт. – URL: <https://priorbank.by> (дата обращения: 18.04.2025).
5. ISO 14064-1:2018. Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. – Geneva: ISO, 2018.