

УДК 338.121

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ КАК КЛЮЧЕВОЙ МЕХАНИЗМ  
СНИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА, СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И  
ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Егор Тимурович Нуралиев**

студент

**Андрей Андреевич Корниенко**

аспирант

**Юлия Михайловна Аксеновская**

старший преподаватель

aksenovskaya.1973@mail.ru

**Алексей Васильевич Аксеновский**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

noxy2002@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные способы уменьшения выбросов углекислого газа, способствующие улучшению экологической обстановки на планете; технологии, позволяющие уменьшить загрязняющий фактор, возникающий в ходе жизнедеятельности человека.

**Ключевые слова:** углеродный след, углекислый газ, CO<sub>2</sub>, возобновляемая энергия, энергоэффективность.

В XXI веке проблема изменения климата стала приобретать статус экзистенциальной угрозы. Ученые сходятся во мнении, что чем больше увеличивается частота, а также интенсивность природных катаклизмов, которыми могут являться как небольшие лесные пожары, засухи, землетрясения, так и большие угрозы, такие как ураганы, смерчи, затопления прибрежных городских районов. Ущерб, наносимый такими природными явлениями разрушительного характера, подсчету не подлежит, огромное количество материальных ценностей после такого не подлежит восстановлению и неисчислимо. Директивные органы ставят перед собой задачу рассчитать объём выделяемых на мероприятия по предотвращению критического уровня выбросов углекислого газа в атмосферу средств, в ходе которых разрабатываются новейшие фильтры, технологии, направленные на захват углекислого газа из окружающего воздуха, а также поиск стратегий эффективного использования источников возобновляемой энергии, внедрения в массовый рынок более доступных и безопасных для окружающей среды электрических автомобилей.

Углекислый газ, имеющий формулу  $\text{CO}_2$ , в своей сути не является традиционным загрязнителем воздуха. Этот газ хоть и играет большую роль в парниковом эффекте, но не способствует образованию смога. Согласно научным данным, последствия климатических изменений, обусловленных эмиссией  $\text{CO}_2$ , способны оказывать сопоставимое с классическим загрязнением атмосферы воздействие на респираторную систему человека. Загрязнение воздуха определяется как присутствие в атмосфере любых веществ, способных нанести вред здоровью человека, экосистемам или одновременно обоим компонентам. Углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) вписывается в эту категорию по двум направлениям: он оказывает глобальное воздействие на планету и непосредственно влияет на здоровье людей [1-5].

Научные данные свидетельствуют: рост температуры и влажности, обусловленный климатическими изменениями, способствует ежегодному

увеличению смертности, связанной с загрязнением воздуха. Кроме того,  $\text{CO}_2$  косвенно стимулирует формирование смога — одной из наиболее очевидных форм атмосферного загрязнения. В условиях повышенной температуры и влажности выбросы углекислого газа усиливают образование смога, что негативно сказывается на состоянии дыхательной системы.

Основной источник выбросов  $\text{CO}_2$  — сжигание ископаемого топлива.

Энергоэффективность — это рациональное использование энергетических ресурсов, при котором достигается максимальный полезный эффект от затраченной энергии при минимизации потерь. В широком смысле она отражает соотношение между результатом энергопотребления (например, произведённой продукцией, оказанной услугой, достигнутым уровнем комфорта) и количеством затраченной на это энергии.

- Ключевые принципы энергоэффективности:
- оптимизация технологических процессов;
- применение энергосберегающего оборудования;
- снижение тепловых потерь в зданиях и инженерных системах;
- использование возобновляемых источников энергии;
- автоматизация и интеллектуальное управление энергопотреблением.

Энергоэффективность измеряется через удельные показатели — количество энергии, затрачиваемое на единицу продукции, услуги или площади. Например:

- кВт·ч/м<sup>2</sup> в год (для зданий);
- кВт·ч на единицу продукции (для промышленности);
- л топлива на 100 км (для транспорта).

Углеродный след (Carbon Footprint) — это суммарное количество парниковых газов (прежде всего  $\text{CO}_2$ , но также  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и др.), выбрасываемых в атмосферу в результате деятельности человека, организации, производства товаров и материалов.

При оценке количества присутствующих парниковых газов в атмосфере, учитываются как прямые, так и косвенные выбросы  $\text{CO}_2$ . Прямые выбросы образуются в ходе сжигания сгораемого топлива. Источниками подобных выбросов, является, например, использование удобрений. Косвенные выбросы  $\text{CO}_2$  образуются в ходе процессов, происходящих при протекании жизненного цикла продуктов, используемых предприятиями и людьми.

Ориентируясь на данные Министерства природы России, можно выяснить, что на момент 2022 года, основные источники углеродного следа следующие:

- 20% вырабатывается в ходе работы электростанций:
- 16% Приходится на производство товаров
- 14% выбросы в ходе сгорания топлива в двигателях транспорта
- 12,5% Сельское хозяйство вырабатывает в ходе производства
- 11% добыча и переработка ископаемого топлива

В рамках анализа антропогенного воздействия на климатическую систему особую значимость приобретает детализация состава глобального углеродного следа. Согласно актуальным данным за 2022 год, распределение выбросов парниковых газов (ПГ) по основным компонентам характеризуется следующей структурой:

1) Диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ) — доминирующий компонент, на который приходится 71,6 % совокупных выбросов.

Основной антропогенный источник  $\text{CO}_2$  — процессы сжигания ископаемых энергоносителей (уголь, нефть, природный газ), обеспечивающие базовую генерацию энергии в мировой экономике. Высокая доля  $\text{CO}_2$  отражает структурную зависимость глобального энергодбаланса от углеводородных ресурсов.

2) Метан ( $\text{CH}_4$ ) — второй по значимости компонент с долей 21%. Несмотря на меньший объём эмиссии относительно  $\text{CO}_2$ , метан обладает существенно более высоким потенциалом глобального потепления (GWP) на

краткосрочном временном горизонте (20 лет). Ключевые источники антропогенных выбросов  $\text{CH}_4$  включают:

- сельскохозяйственную деятельность (животноводство, рисоводство);
- добычу и транспортировку ископаемого топлива;
- разложение органических отходов на полигонах ТКО.

3) Закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) — 4,8 % от общего объёма выбросов.

Эмиссия  $\text{N}_2\text{O}$  преимущественно связана с:

- применением азотных удобрений в агропромышленном комплексе;
- промышленными процессами (производство азотной кислоты, адипиновой кислоты);

- сжиганием биомассы и ископаемого топлива.

4) Синтетические фторсодержащие соединения (гидрофторуглероды, ГФУ; перфторуглероды, ПФУ) — суммарная доля 2,6 %.

Данные вещества являются антропогенными продуктами, используемыми в:

- системах охлаждения и кондиционирования (ГФУ);
- производстве полупроводников и алюминия (ПФУ).

Их климатическая значимость определяется экстремально высокими значениями GWP (в тысячи раз превышающими  $\text{CO}_2$ ) и длительным периодом пребывания в атмосфере (до тысяч лет).

#### Механизм снижения углеродного следа современные подходы и перспективы

Проблема избытка источников углеродных выбросов в атмосферу решается использованием комплексных подходов, гипотетических моделей, также высоким уровнем осведомленности о проблеме. Рассмотрим некоторые подходы решения этой экологической уязвимости.

1) Углеродно-позитивное сельское хозяйство

Сельское хозяйство часто рассматривается как источник выбросов метана и закиси азота. Революционный подход заключается в превращении агросектора в

огромные секторы поглощения углерода. Речь идет о регенеративном земледелии. Это комплекс мероприятий, включающих в себя:

No-till (беспашотное земледелие): отказ от вспашки предотвращает эрозию и окисление органического вещества почвы, способствуя накоплению в ней углерода.

Сидерация и покровные культуры: выращивание специальных культур не для урожая, а для заделки в почву с целью ее обогащения органическим веществом.

Агролесоводство: интеграция деревьев в сельскохозяйственные ландшафты создает дополнительные каналы связывания углерода и повышает устойчивость экосистем.

Таким образом, ферма становится не просто фабрикой по производству пищи, а активным участником процесса секвестрации углерода из атмосферы.

## 2) Сдвиг в логистике.

Глобализация породила сложные и длинные цепочки поставок товаров к потребителю.

Противоположный подход — гиперлокализация производства и потребления. Речь не только о фермах производящих продукцию на крышах многоэтажных зданий, но и о развитии распределенных микрофабрик, использующих 3D-печать для производства запчастей, мебели и даже электроники в радиусе нескольких километров от потребителя. Это кардинально сокращает «углеродный километраж» товаров.

Параллельно этой идее набирает силу концепция «медленных» цепочка поставок (Slow Supply Chains) аналогичная движению «slow food». В логистике это означает отказ от авиаперевозок в пользу более медленных, но значительно менее углеродоемких морских и железнодорожных маршрутов, с применением систем прогнозирования для предотвращения задержек.

## 3) Поведенческий инжиниринг и пропаганда экологичного образа жизни

Какими бы небыли технологии сокращения углеродных выбросов, без корректировки массового поведения людей ничего не изменится. Однако вместо призывов к аскетизму, более эффективно действует поведенческий инжиниринг. Например, изменение «умолчаний» в системах заказа такси или настройке отопления может дать значительный эффект. Если опцией по умолчанию в приложении такси становится поездка с попутчиком (карпулинг), а не индивидуальная, это резко повышает ее популярность.

Кроме того, формирование нового нарратива, где низкоуглеродный образ жизни ассоциируется не с лишениями, а с современным подходом к жизни, приверженностью к чему-то большому и заботой об обществе и будущих поколениях, способно вызвать глубокие и долговременные изменения, чем запугивание климатическими кризисами.

#### **Список литературы:**

1. Умнов В. А., Коробова О. С., Скрябина А. А. Углеродный след как индикатор воздействия экономики на климатическую систему // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2020. № 2. С. 85–93. DOI: 10.28995/2073-6304-2020-2-85-93.

2. Медведев С. О., Вдовина В. С., Пономарев Д. А. Тенденции по снижению углеродного следа и промышленная политика государства // Russian Journal of Management. 2022. № 4. С. 240–253. DOI: .

3. Литвиненко А. В. Углеродный след в сельском хозяйстве: проблемы и перспективы // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий». 2022. С. 3529–3532.

4. Артамонов Г. Е. Экологическая оценка углеродного и азотного следа по выбросам газов объектов тепловой энергетики в условиях Российской Федерации: дис. ... канд. наук. 2023.

5. Силаев В. И., Ключев Р. В., Еремеев Д. В., Мартынова Т. А., Данильченко Ю. В. Анализ углеродного следа, создаваемого горными предприятиями // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023. № 11-1. С. 265–277. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2023\_111\_0\_265.

6. Беликова Д. В. Углеродный след как одна из проблем экологической безопасности // XIV Всероссийская научно-практическая конференция молодых учёных «Россия молодая». 2022.

7. Абрамов В. И., Власов А. В., Перфильев Д. О. Углеродный след: методы оценки, сравнение методик и перспективы расчётов в России // Креативная экономика. 2024. Том 18. № 8. С. 2101–2124. DOI: 10.18334/ce.18.8.121475.

8. Базуева А. В., Иванов А. В., Забул Т. Устойчивое развитие в логистике: анализ методов и технологий, способствующих снижению углеродного следа в цепях поставок // Актуальные вопросы в области управления водным транспортом и технологии транспортных процессов: Материалы Научно-практической конференции. 2024. С. 32–38. EDN QVIYAE.

9. Красноярова Б. А., Назаренко А. Е., Плуталова Т. Г., Шарабарина С. Н. Особенности оценки углеродного следа в сельском хозяйстве: сравнительный анализ методических подходов // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2024. №1 (221).

10. Янченко Е. В. Роль цифровизации в устойчивом развитии экономики и её углеродный след // Вопросы инновационной экономики. 2025.

**UDC 338.121**

**ENERGY EFFICIENCY AS A KEY MECHANISM  
REDUCING CARBON FOOTPRINT, CURRENT APPROACHES  
AND PROSPECTS**

**Egor T. Nuraliev**

student

**Andrey A. Kornienko**

postgraduate student

**Yulia M. Aksenovskaya**

senior lecturer

aksenovskaya.1973@mail.ru

**Alexey V. Aksenovsky**

candidate of agricultural sciences, associate professor

noky2002@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** The article discusses various ways to reduce carbon dioxide emissions that contribute to improving the environmental situation on the planet, technologies that can reduce the pollutant arising in the course of human life.

**Keywords:** carbon footprint, carbon dioxide gas, CO<sub>2</sub>, renewable energy, energy efficiency.

Статья поступила в редакцию 01.11.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 01.11.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.