

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ ТОРФА ПО УРОВНЮ КАРБОНОВОГО СЛЕДА

Т.Б. Яконовская

© Яконовская Т.Б., 2026

Аннотация. В статье проведена оценка экологической чистоты технологий добычи торфа по критерию «углеродная нейтральность», который показывает уровень карбонового следа. С учетом постулатов зеленой экономики показано, какой объем выбросов парниковых газов приходится на тонну торфа, добытого различными способами.

Ключевые слова: добыча торфа, зеленые технологии, карбоновый след, углеродная нейтральность, экологическая чистота.

В России внедрение зеленых технологий регулируется Федеральным законом № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», который устанавливает требования к минимизации экологического ущерба. Закупки оборудования и материалов должны соответствовать этим нормам, включая использование экологически безопасных технологий. Кроме того, государственная программа «Экология» до 2030 года стимулирует горнодобывающие предприятия внедрять зеленые технологии посредством выдачи грантов и субсидий для приобретения экологичного оборудования.

Критерии внедрения зеленых технологий в горной отрасли России включают минимизацию негативного воздействия на окружающую среду и повышение эффективности производства. Данные критерии реализуются через законодательные требования, нормативные документы, практику внедрения и механизмы финансирования проектов. Одним из главных экологических критериев зеленых технологий является снижение выбросов вредных веществ в окружающую среду. Основными опасными загрязнителями окружающей среды считаются парниковые газы, например углекислый газ (CO₂) [1–3].

Оценка экологичности технологий добычи торфа по уровню карбонового следа представляет собой комплексный процесс анализа углеродного следа каждого этапа производственного цикла, начиная от подготовки месторождения и заканчивая утилизацией отходов производства. Углеродный след является ключевым показателем оценки воздействия технологии на окружающую среду, демонстрирующим количество выбросов углекислого газа и других парниковых газов, возникающих в результате деятельности предприятия. Алгоритм оценки экологичности технологий торфодобычи состоит из нескольких этапов [4, 5]:

1. Подготовка месторождения. Включает расчистку территории, осушение болот и создание инфраструктуры. Эти процессы сопровождаются выбросами CO_2 вследствие механического вмешательства в экосистемы и изменения условий обитания растений и животных. Важно учитывать потери биоразнообразия и способность экосистем поглощать углерод естественным путем.

2. Добыча торфа. Осуществляется различными методами, включая фрезерный, карьерный и гидравлический способы, селективную добычу. Каждый метод имеет свою специфику воздействия на природу. Все способы и технологии добычи торфа приводят к выделению метана (CH_4), углекислого газа (CO_2) и закиси азота (N_2O), которые также являются мощными парниковыми газами.

3. Транспортировка торфяной продукции. Связана с использованием транспортных средств, работающих на ископаемом топливе, что ведет к дополнительным выбросам CO_2 .

4. Переработка торфа. Предполагает сушку, измельчение и упаковку. Каждый из перечисленных этапов требует значительных энергетических ресурсов и ведет к повышению общего уровня загрязнения атмосферы.

5. Утилизация отходов торфодобычи. Отходы включают остатки древесины, торфяной массы, химикаты и загрязненные сточные воды. Некачественное управление отходами может привести к дальнейшему разрушению почвенного покрова и ухудшению качества воздуха и водных ресурсов.

Для минимизации негативного влияния на окружающую среду важно внедрять экологически чистые и энергоэффективные технологии [6, 7]. Речь идет о следующем:

- использовании возобновляемых источников энергии для питания оборудования;
- оптимизации процессов транспортировки и переработки;
- рециклинге отходов и вторичном использовании материалов;
- создании системы мониторинга и контроля эмиссий выбросов загрязняющих веществ.

Таким образом, оценка экологичности технологий добычи торфа должна основываться на тщательном анализе всех этапов жизненного цикла торфяного продукта и принятии мер по снижению отрицательного воздействия на природную среду.

Расчет объема углеродного следа (CO_2) в процессе добычи торфа включает оценку основных факторов, влияющих на образование и выделение этого вещества. Основные факторы образования CO_2 :

1. Выбросы топлива. Основной источник выделения CO_2 – работа машин и механизмов, использующих топливо. Для вычисления количества CO_2 , образующегося при сгорании топлива, используют формулу

$$V_{CO_2} = Q_{топлива} \cdot C_{углеводородов},$$

где V_{CO_2} – объем выделившегося CO_2 ; $Q_{топлива}$ – расход топлива; $C_{углеводородов}$ – коэффициент преобразования углеводорода в CO_2 .

2. Осушение болота. Осушение заболоченных территорий снижает уровень подземных вод, что активизирует окислительные процессы и увеличивает выделение CO_2 . Оценка производится методом сравнения базового уровня поглощения углерода естественной системой с новыми условиями после осушения [8–10].

3. Механическое воздействие. Разрушение верхних слоев почвы и корней вызывает деградацию органических веществ, что ускоряет высвобождение накопленного углерода. Это рассчитывается на основании содержания органики в почве и скорости ее окисления.

4. Изменение микробиологических процессов. Нарушение естественных условий существования микроорганизмов влияет на скорость минерализации органического материала, увеличивая количество выделяемого CO_2 .

Стоимость производства одной тонны торфа с точки зрения объемов выбросов углекислого газа (CO_2) определяется несколькими факторами:

1. Энергетическими затратами. Энергия, необходимая для обработки, транспортирования и сушки торфа, существенно влияет на величину выбросов CO_2 . Например, при традиционной сушке и обработке топлива выделяется значительное количество CO_2 .

2. Экологическими последствиями. Изменение состояния природных ландшафтов, вызванное деятельностью по добыче торфа, нарушает естественный баланс экосистемы, вызывая дополнительные выбросы.

3. Технологией добычи. Современные технологии позволяют снизить негативные эффекты за счет использования более результативных способов добычи и обработки торфа, благодаря чему уменьшается количество выбросов CO_2 (пример приведен в таблице).

Удельный объем производства CO_2 при добыче 1 т торфа *

Этапы жизненного цикла разработки торфяной залежи	Способы разработки торфяной залежи		
	Фрезерный	Гидравлический	Селективный
Этап подготовки площадей торфяной залежи	0,3	0,23	0,25
Этап производства торфа	1,25	1,25	1,15
Этап ремонта производственных площадей	1,5	1,4	1,2
Внутрипроизводственные транспортные работы	0,77	1,0	0,65
Этап рекультивации нарушенных площадей торфяного месторождения	1,5	1,5	1,3
Итого	5,32	5,38	4,55

Примечание. * – данные таблицы усредненные, рассчитаны автором по 5 вариантам технологических схем производства торфа по каждому способу добычи.

Как видно по таблице, современные технологии селективного способа добычи торфа показывают более низкий карбоновый след по сравнению с гидравлическим и фрезерным способами.

Чтобы оценить стоимость производства одной тонны торфа в объеме выбросов CO₂, рассмотрим упрощенный расчет. Допустим, производство одной тонны торфа связано с расходом определенного количества топлива и механической обработкой почвы. Если предположить, что одна тонна торфа эквивалентна определенному количеству потребляемого топлива, т.е., например, около 0,1 м³ дизельного топлива, то объем CO₂, производимого одним литром дизеля, приблизительно равен 2,6 кг/л. Таким образом, 0,1 м³ дизеля соответствует примерно 260 кг CO₂.

Однако это лишь приблизительная оценка. Полноценный анализ должен включать в себя и прочие компоненты цепи поставок, транспортные расходы, обработку и подготовку торфа перед продажей. Кроме того, стоит учесть региональные различия и особенности местности, такие как климатические условия, доступность технологий и инфраструктура для добычи и транспортировки.

По мере развития экологически чистых технологий и совершенствования производственных процессов ожидается сокращение удельных затрат и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Таким образом, наиболее точные показатели зависят от конкретной ситуации и используемых методик учета выбросов.

Библиографический список

1. Яконовская Т.Б. Торфяные болота как инструмент борьбы с парниковыми газами // Теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции: в 2 ч. / под ред. Т.Б. Новиченковой. Тверь, 12 февраля 2025 года. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2025. Ч. 1. С. 72–77.

2. Яконовская Т.Б. Особенности трактовки термина «рациональная технология разработки месторождений» на примере торфодобывающей отрасли // Современные технологии и инновации: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, Тверь, 28 марта 2024 года / под ред. Т.Б. Новиченковой. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2024. С. 38–42.

3. Яконовская Т.Б. Предпосылки перехода на экологически чистые технологии разработки торфяных месторождений // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXXII Международной научно-практической конференции, Тула, 15 марта 2023 года / под общ. ред. В.М. Панарина. Тула: Инновационные технологии, 2023. С. 21–24.

4. Яконовская Т.Б. Экологические платежи как инструмент реализации идеи «зеленой» экономики // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы 19-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики, Тула, 09–10 ноября 2023 года. Тула: Тульский государственный университет, 2023. С. 420–425.

5. Яконовская Т.Б. Экологическая безопасность промышленных предприятий // Современные технологии и инновации: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Тверь, 20 апреля 2022 года / под ред. Т.Б. Новиченковой. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2022. С. 108–112.

6. Яконовская Т.Б. Эволюция понятия «рациональные технологии разработки месторождений» в торфодобывающей отрасли // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы 18-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики, Тула – Минск – Донецк, 02–03 ноября 2022 года / под общ. ред. Р.А. Ковалева. Тула: Тульский государственный университет, 2022. С. 188–192.

7. Яконовская Т.Б., Жигульская А.И. Совершенствование технологии разработки торфяного месторождения // Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений: Уральская горнопромышленная декада: сборник докладов X Международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 20–21 мая 2021 года. Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2021. С. 80–88.

8. Яконовская Т.Б., Жигульская А.И. Безотходные технологии получения продукции на основе торфа // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды: сборник материалов VIII Всероссийской конференции, посвященной 60-летию ПАО «Химпром», Чебоксары, 16–17 апреля 2020 года. Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2020. С. 28–29.

9. Комплексное использование торфяных и древесных ресурсов / Б.Ф. Зюзин [и др.] // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сборник докладов Международной научной конференции: в 2 т. Минск, 14–17 сентября 2016 года / отв. ред. В.Г. Гусаков. Минск: Беларуская навука, 2016. С. 152–156.

10. Жигульская А.И., Яконовская Т.Б. Новое оборудование и технологии комплексной безотходной добычи и переработки ресурсов

торфяного месторождения: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2016. 160 с.

**ASSESSING THE ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS
OF PEAT EXTRACTION TECHNOLOGIES
BY THE CARBON FOOTPRINT**

T.B. Yakonovskaya

***Abstract.** This article evaluates the environmental friendliness of peat extraction technologies using the "carbon neutrality" criterion, which measures the carbon footprint. Taking into account the tenets of a green economy, it shows the greenhouse gas emissions per ton of peat extracted by various methods.*

***Keywords:** peat extraction, green technologies, carbon footprint, carbon neutrality, environmental friendliness.*

Об авторе:

ЯКОНОВСКАЯ Татьяна Борисовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: tby81@yandex.ru

About the author:

YAKONOVSKAYA Tatyana Borisovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Production Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: tby81@yandex.ru