

## Список использованных источников

1. Цифровая система проектирования фотоэлектрической солнечной станции. / Сарыев К.А., Алланазаров Н.А., Матьякубов А.А. Цифровизация в энергетике: монография / Ю.С. Валеева, Р.С. Зарипова, К.А. Сарыев и др.; под науч. ред. И.Г. Ахметовой. – Казань: КГЭУ, 2023. –С. 17-28.
2. Jumayev Bayram and Nazarov Serdar. Smart Calculation of Heat Energy Supplied by Hot Water. // IEIESPC (IEIE Transactions on Smart Processing and Computing) IEIESPC Vol. 12, No. 02, p.155-161.

УДК 630\*3

**А.В. Мехренцев<sup>1</sup>, В.А. Азаренок<sup>1</sup>, О.А. Кишко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Уральский государственный лесотехнический университет

<sup>2</sup>ООО «Амкодор Урал»

Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>ОАО «Амкодор»

Минск, Беларусь

## ПРИМЕНЕНИЕ МАШИН АМКОДОР В ПРАКТИКЕ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Аннотация.* Статья посвящена обоснованию параметров при формировании систем лесозаготовительных машин с учетом эколого-технологических факторов на основе сквозного углеродного анализа. Для реализации методики сквозного углеродного анализа вводится понятие углеродного индикатора технологического процесса.

**A.V. Mehrentsev<sup>1</sup>, V.A. Azarenok<sup>1</sup>, O.A. Kishko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ural State Forestry Engineering University

<sup>2</sup>Amkodor Ural LLC,

Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>JSC "Amkodor"

Minsk, Belarus

## THE USE OF AMKODOR MACHINES IN THE PRACTICE OF NATURE-LIKE TECHNOLOGIES

*Abstract.* The article is devoted to the substantiation of parameters in the formation of logging machine systems, taking into account environmental and technological factors based on end-to-end carbon analysis. To implement the

*methodology of end-to-end carbon analysis, the concept of a carbon indicator of a technological process is introduced.*

Введенное в производственную практику лесопромышленного комплекса понятие «природоподобных технологий» наглядно иллюстрирует возможность лесного комплекса повлиять на конкурентоспособность своей продукции, а также продукции других отраслей экономики. В этой связи следует отметить, что приоритет в развитии будет на стороне тех, кто раньше переведет свою экономику, свою производственную деятельность на путь естественного процесса, в котором доминирующую роль будут играть не орудия и способы производства, а способы максимизации живого вещества и энергии, обеспечивающие, по выражению В.И. Вернадского, автотрофность человеческого общества. По сути, это обеспечивает надежный фундамент стратегии устойчивого развития страны и общества [1]. Природоподобные технологии – технологии, воспроизводящие системы и процессы живой природы в виде технических систем и технологических процессов, интегрированных в естественный природный ресурсооборот. Специфической особенностью данных технологии является сохранение устойчивости окружающей среды и восстановление баланса между биосферой и техносферой, нарушенного деятельностью человека [2]. Суть природоподобных технологий заключается в создании активного лесопроизводства, направленного на недопущение нарушения природных экосистем и повышение их устойчивости. Нормативно-правовой основой создания лесных природоподобных технологий должна стать технологическая платформа «Биоэнергетика», которая ориентирована на создание технологических решений, обеспечивающих максимально эффективно использовать древесные природные ресурсы и при этом обеспечивать устойчивость лесных экосистем [3]. Комплексное использование древесины, замещающей невозобновляемые углеродоемкие энергетические материалы, интенсификация депонирования углерода в лесах и древесной продукции, нивелирующая возрастающую антропогенную нагрузку, должны стать ключевыми индикаторами природоподобных технологий в лесном хозяйстве. Именно разработка природоподобных технологий может стать триггером для подключения к расходной части углеродного цикла, уменьшая эмиссию углекислого газа, возвращаемого в атмосферу с получением биоэнергии и древесной продукции, депонирующей углерод на весь период ее использования с последующим возможным рециклингом. Методической основой обоснования перехода к природоподобным технологиям может стать сквозной углеродный анализ. Сквозной

углеродный анализ включает в себя учет углеродного баланса на каждой стадии производственного процесса ведения лесного хозяйства в условиях лесных экосистем от лесовыращивания до производства готовой продукции. Результатом сквозного карбонового анализа является величина углеродного индикатора технологического процесса (УИТП), включающего изменение эмиссии углерода в результате выполнения технологического процесса на данном лесном участке и во всех предшествующих переделах технологического процесса за вычетом депонированного углерода при производстве продукции длительного использования. Первичная эмиссия углерода (УИ<sub>1</sub>) происходит в экосистеме на лесном участке, на котором запланировано проведение конкретного технологического процесса. Первичная эмиссия фиксирует углеродный сток с конкретного лесного участка и запас депонированного углерода в биомассе и лесной почве до проведения на данном участке лесохозяйственных мероприятий. Первичная эмиссия углерода показывает начальный природный эколого-сырьевой потенциал данного лесного участка. Производная карбонизация связана с эмиссией углерода (УИЭ<sub>2</sub>) в процессе осуществления операций технологического процесса и с депонированием углерода (УИД<sub>2</sub>) в древесных полуфабрикатах и изделиях, удаляемых с лесного участка при производстве готовой продукции длительного пользования на конкретном этапе технологического процесса.

Скрытая эмиссия углерода (УИ<sub>3</sub>) определяется величиной углеродного следа, скрытого в инструментах и машинах, используемых в технологическом процессе. Скрытая эмиссия углерода не влияет непосредственно на технологический процесс, но может стать важным параметром, характеризующим конкурентоспособность оборудования, применяемого в природоподобных технологиях. Общий углеродный индикатор технологического процесса может быть рассчитан по формуле:

$$\text{УИТП} = \text{УИ}_1 + \text{УИЭ}_2 - \text{УИД}_2 + \text{УИ}_3$$

Инструментом измерения компонентов общего углеродного индикатора является мониторинг углеродного следа (тонн С – эквивалента, отнесенный к 1 куб.м) на земельных участках, на которых организуются технологические процессы, а также аналитический пересчет в углеродные единицы объема древесины, скрытой в древесных полуфабрикатах и продукции длительного использования. Изложенная методика основывается на известном методе оценки энергоэффективности технологических процессов с помощью сквозных суммарных расчетов энергоемкости технологических

процессов с расчетом технологических топливных чисел (ТТЧ). Данная методика сопровождается построением иерархии нормированных энергозатрат от начала технологического процесса до удельной энергоемкости готового изделия, объединяя межотраслевые промышленные связи [4]. Для пересчета углеродного эквивалента через энергетические показатели технологического процесса предлагается использовать коэффициенты (таблица)

**Таблица - Переводные коэффициенты энергии и углеродного следа**

	Эл.энергия, кВт*ч	Тепловая энергия, Ккал	Тепловая энергия, ГДж	Условно топливо, кг	Углеродный след, кг
Эл.энергия, кВт*ч	1	860	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,123	0,186
Энергия, Ккал	$1,163 \cdot 10^{-3}$ *	1	$4,19 \cdot 10^{-6}$	$143 \cdot 10^{-6}$ *	$5,7 \cdot 10^{-5}$
Энергия, ГДж	$0,278 \cdot 10^{-3}$ *	$0,239 \cdot 10^{-6}$	1	34	13,676
Условное топливо, кг	8,131	7000	$29,33 \cdot 10^{-3}$	1	0,399
Углеродный след, кг	5,952	17543	0,073	2,506	1

В соответствии с данными таблицы может быть произведен расчет первичной эмиссии углерода (УИ<sub>1</sub>) в процессе ведения лесного хозяйства с учетом технологического процесса ведения лесного хозяйства, обеспечивающего древесным сырьем лесоперерабатывающих производств, например производства древесного угля, а также эмиссия углерода на фазе производства древесных конструкционных материалов (пиломатериалов), учитываемая параметром эмиссии углерода в процессе осуществления операций технологического процесса УИЭ<sub>2</sub>.

Эффективное функционирование машин и механизмов в процессе выполнения природоподобных технологий невозможно без формирования из них определенной технической системы.

Основными факторами, определяющими природно-производственные условия, являются: объем производства, размер лесосек и их концентрация, рельеф местности, таксационные характеристики лесонасаждения, наличие жизнеспособного подроста, допустимый вид рубок, почвенно-грунтовые условия.

Для оценки эффективности систем машин в условиях природоподобных технологий целесообразно учитывать такие параметры, как масса системы машин, мощность энергоустановки

системы машин, удельная энергонасыщенность и углеродный индикатор, включающий первичную эмиссию углерода ( $УИ_1$ ). Первичная эмиссия углерода связана с выполнением подготовительных, основных технологических, заключительных операций. Весь комплекс операций может быть разделен на две группы обрабатывающих и переместительных операций.

К первой группе операций относятся: валка деревьев, очистка от сучьев, раскряжевка, дробление лесосечных отходов и фаутной древесины. Ко второй группе - трелевка, пакетирование, сортировка, штабелевка и подгузка деревьев, хлыстов, сортиментов или щепы.

В качестве примера рассмотрим некоторые традиционные системы машин для заготовки сортиментов, оценив их по критериям природоподобия (табл.):

- 1 система «бензопила + трелевочная машина + бензопила»;
- 2 система «бензопила + трелевочная машина + процессор»;
- 3 система «бензопила + процессор + форвардер»;
- 4 система «бензопила + форвардер»;
- 5 система «валочно-пакетирующая машина + трелевочный трактор + процессор»;
- 6 система «валочно-трелевочная машина + процессор»;
- 7 система «харвестер + форвардер».

В качестве базовых машин для расчета углеродного следа приняты следующие технологические машины:

- трелевочная машина АМКОДОР 2242 В;
- бесчечерная трелевочная машина АМКОДОР 2243;
- форвардер АМКОДОР 2682-01;
- харвестер АМКОДОР FH 3061.

Технические характеристики машин взяты из [5].

Расчет углеродного следа технологических комплексов, входящих в систему машин для заготовки сортиментов, показал, что он меняется от 6,9 кг до 12,4 кг, отнесенных к 1 тонне массы конкретной системы машин. Этот подход целесообразен при технической оценке и совершенствовании конкретного оборудования в составе систем машин. Вместе с тем необходимо отметить, что данные системы машин рассматриваются как базовые для формирования технологических комплексов с учетом конкретных природно-производственных условий. Основными факторами, определяющими природно-производственные условия, являются: объем производства, размер лесосек и их концентрация, рельеф местности, таксационные характеристики лесонасаждения, наличие жизнеспособного подроста, допустимый вид рубок, почвенно-грунтовые условия.

Это позволяет сделать вывод о необходимости выполнения сквозного углеродного анализа, который позволит оценить эколого-экономическую эффективность технологического процесса с учетом всего комплекса факторов.

### Список использованных источников

1. В.А.Усольцев Русский лес, как гарант энергетической и экологической безопасности России / Журнал «Эко-потенциал» №4 (8), 2014 с.7-15
2. <https://nauka.tass.ru/nauka/19185825>
3. <https://tp-bioenergy.ru/> Технологическая платформа «Биоэнергетика»
4. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Розин С.Е., Дружинина О.Г. Методология и информационное обеспечение сквозного энергетического анализа / Екатеринбург, УГТУ, 2001. 98 с.
5. <https://amkodor-ural.com/>

УДК 621.039

**В.В. Мещерякова, Т.П. Водопьянова**

Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Беларусь

### АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Аннотация.* Атомная энергетика Республики Беларусь является важным элементом энергетической стратегии страны, направленной на диверсификацию источников энергии, снижение зависимости от импорта и обеспечение устойчивого энергоснабжения. В статье рассматриваются ключевые аспекты развития атомной энергетики в Республике Беларусь, включая строительство и эксплуатацию Белорусской атомной электростанции (АЭС), ее роль в экономике, воздействие на окружающую среду и безопасность.

**V.V. Meshcheryakova, T.P. Vodopianova**

Belarusian State Technological University  
Minsk, Belarus

### NUCLEAR POWER INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

*Abstract.* The nuclear power industry of the Republic of Belarus is an important element of the country's energy strategy aimed at diversifying energy sources, reducing dependence on imports and ensuring sustainable energy supply. The article examines the