

Леса России и хозяйство в них. 2026. № 2 (97). С. 186–194.

Forests of Russia and economy in them. 2026. № 2 (97). P. 186–194.

Научная статья

УДК 630\*221.0

DOI: 10.51318/FRET.2026.97.2.019

## О НОВЫХ ПОДХОДАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Алина Флоритовна Уразова<sup>1</sup>, Андрей Вениаминович Мехренцев<sup>2</sup>,  
Эдуард Федорович Герц<sup>3</sup>, Кирилл Константинович Суханов<sup>4</sup>

<sup>1-3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>4</sup> Екатеринбургская городская дума, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2771-2334>

<sup>2</sup> mehrentsevav@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2186-0152>

<sup>3</sup> gertsef@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6058-2661>

<sup>4</sup> kirill\_sukhanov\_1999@mail.ru

**Аннотация.** Разработка концепции природоподобных технологий в России применительно к лесному комплексу требует формирования научно обоснованного набора природных аналогов производственных процессов, способствующих адаптации лесов разных регионов к изменениям климата. Для УрФО данная задача особенно важна ввиду значительных антропогенных воздействий. Рассмотренный подход основан на воспроизведении естественных циклов обновления насаждений путем внедрения рубок и технологий, учитывающих специфику каждого конкретного участка леса. В качестве технологических альтернатив для реализации комплекса рубок, имитирующих естественные природные процессы, рассмотрены варианты с вывозкой древесины в виде сортиментов с применением моторных пил и мини-трактора; валочно-пакетирующей машины и процессора; харвестера и форвардера. Эти технологии позволят, наряду с заготовкой древесины в спелых и перестойных древостоях, выполнять рубки ухода; вовлекать в рубку лесные участки с относительно небольшим объемом заготовки. Показана возможность оценить уровень углеродного следа систем технологических машин.

**Ключевые слова:** лесная экосистема, технология, природоподобные технологии, выборочные рубки, рубки ухода, лесоматериалы, мини-трактор, углеродный след

**Для цитирования:** О новых подходах технологического развития предприятий регионального лесного комплекса / А. Ф. Уразова, А. В. Мехренцев, Э. Ф. Герц, К. К. Суханов // Леса России и хозяйство в них. 2026. № 2 (97). С. 186–194.

Original article

## ON NEW APPROACHES TO TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF REGIONAL FORESTRY COMPLEX ENTERPRISES

Alina F. Urazova<sup>1</sup>, Andrey V. Mekhrentsev<sup>2</sup>, Eduard F. Hertz<sup>3</sup>, Kirill K. Sukhanov<sup>4</sup>

<sup>1-3</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>4</sup> Yekaterinburg City Duma, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> urazovaaf@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2771-2334>

<sup>2</sup> mekhrentsevav@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2186-0152>

<sup>3</sup> gertsef@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6058-2661>

<sup>4</sup> kirill\_sukhanov\_1999@mail.ru

**Abstract.** The development of the concept of nature-like technologies in Russia in relation to the forest complex requires the formation of a scientifically based set of natural analogues of production processes that contribute to the adaptation of forests in different regions to climate change. This task is especially important for the Ural Federal District due to significant anthropogenic impacts. The considered approach is based on the reproduction of natural cycles of plantation renewal through the introduction of cutting and technologies that take into account the specifics of each specific forest area. As technological alternatives for the implementation of a complex of cutting simulating natural processes, options with the removal of wood in the form of wood assortment using motor saws and a mini tractor; a feller buncher and processor; harvester and forwarder are considered. These technologies will make it possible, along with harvesting wood in mature and overmature stands, to carry out maintenance cutting; to involve forest areas with a relatively small volume of cutting in harvesting. The possibility of assessing the carbon footprint of technological machine systems is demonstrated.

**Keywords:** forest ecosystem, technology, nature-like technologies, selective cutting, clear cutting, wood products, mini tractor, carbon footprint

**For citation:** On new approaches to technological development of regional forestry complex enterprises / A. F. Urazova, A. V. Mekhrentsev, E. F. Hertz, K. K. Sukhanov // Forests of Russia and economy in them. № 2 (97). P. 186–194.

### Введение

Лесной комплекс России обеспечивает промышленное развитие на основе лесных ресурсов, удовлетворяя потребности общества в товарах и услугах и выполняя комплекс работ по сохранению и воспроизводству важнейших средообразующих, средозащитных и иных полезностей леса. Ключевыми принципами управления лесами являются федеральная собственность на земли лесного фонда и разделение лесоуправления с субъектами Российской Федерации путем передачи им функций, например, в части реализации промышленной политики, развития производительных сил и их размещения на территории (О Стратегии..., 2024).

Перспективное развитие регионального лесного комплекса основывается на прогнозе технологического развития.

Прогноз технологического развития является основой для поиска путей развития отрасли. В этом случае прогноз опирается на эволюцию, включающую жизненные циклы технологий. Техническая система проходит стадию быстрого развития на этапе разработки и внедрения при замене прежней системы, после чего наступает стадия стабилизации новой технологии с постепенным устойчивым ее совершенствованием. На завершающем этапе развития технологического цикла, безусловно, наступает этап стагнации, снижения ее эффективности, и в это время появляются

новые, более совершенные технические системы на замену тем, которые перестают приносить прибыль (Bell, 1997).

Особое место в прогнозе технологического развития занимают производственные процессы, построенные на взаимодействии с природной системой. Традиционно лесной комплекс включает два основных вида хозяйственной деятельности: лесное хозяйство и лесную промышленность. Как лесное хозяйство, так и лесная промышленность являются видами экономической деятельности, в основе организации которых лежит последовательность циклических биологических и технологических процессов. При этом все процессы привязаны к конкретному участку лесных земель, на котором организована производственная деятельность по формированию модели рационального использования и воспроизводства лесов, как важнейшего компонента биосферы, который, являясь местом деятельности человека, может быть отнесен к категории управляемых лесных экосистем. Результатом деятельности субъектов лесного хозяйства являются древесина и другие лесные продукты. При этом жизненный цикл лесной экосистемы определяет технологические циклы лесохозяйственного и лесопромышленного производства. Логичной в этой связи будет трансформация производств лесного комплекса в формат развития природоподобных технологий, воспроизводящих естественные события и процессы, характерные для данной экосистемы, в виде технологических процессов, интегрированных в лесную экосистему и естественный природный ресурсооборот (О Стратегии..., 2024).

#### **Цель, задачи, методика и объекты исследования**

Целью данного исследования является обоснование критерия энергоэффективности для выбора природоподобных технологий, как единой производственной основы технологического развития предприятий лесного комплекса.

Задачами данного исследования являются:

– определение сути природоподобных технологий, перспективных для развития регионально-лесного комплекса;

– систематизация технологических процессов, обладающих признаками природоподобия.

Объект исследования – комплекс технологических процессов рубок, обеспечивающих адаптацию различных лесных экосистем к меняющимся климатическим условиям в границах Уральского лесорастительного региона.

Суть таких технологий заключается в создании активного лесопроизводства, имитирующего естественные процессы и возмущения, периодически возникающие в лесных экосистемах, такие как отпад в ходе внутренней конкуренции, ветровал и бурелом, массовое размножение вредителей леса, пожары (Природоподобные лесные технологии..., 2024). Интенсивность и технологии рубок должны имитировать последствия природных возмущений в отношении компонентов лесной экосистемы. При этом условием природоподобия рубок является сохранение биоразнообразия и повышение устойчивости древостоев. Повышение биоразнообразия и устойчивости лесных экосистем обеспечивается формированием мелкоячеистой горизонтальной структуры древостоев.

Способы ведения лесного хозяйства, характеризующиеся сходным течением с естественным жизненным циклом лесной экосистемы, являются базой для формирования природоподобных технологий на локальном уровне. В ряде исследований природоподобные или адаптивные технологии с изъятием части биомассы древостоев с целью ее консервации в изделиях или замещения ископаемого углеводородного топлива трактуются как механизм реализации климатически оптимизированного способа ведения лесного хозяйства (Climate Smart Forestry – CSF) (Nabuurs, Verkerk, 2018). Эти технологии рассматривают сохранение биоразнообразия на ландшафтном уровне и уровнях сообществ.

#### **Результаты и обсуждение**

Лесной фонд субъектов Российской Федерации Уральского федерального округа (УрФО) (по данным на 01.01.2020 г.) – 111,09 млн га. При этом средняя лесистость территории округа составляет 38,2 %.

Ниже приведена характеристика лесного фонда по данным государственного лесного реестра на 1 января 2020 г. (Стратегия развития..., 2021).

Общая площадь земель, на которых расположены леса, тыс. га	115237,4
из них площадь, покрытая лесной растительностью, тыс. га	69407,9 (60 %)
– доля лесов, расположенных на землях особо охраняемых природных территорий, тыс. га	1849 (1,6 %)
– городских лесов, тыс. га	466 (0,4 %)
Земли лесного фонда, тыс. га	112090 (97,3 %)
Лесистость территории округа, %	38,2
Эксплуатационные леса, тыс. га	88394,2 (78,8 %)
Защитные леса, тыс. га	23695,8 (21,2 %)
В общем запасе насаждений на землях лесного фонда, млн м <sup>3</sup>	7792,4
– хвойные породы, млн м <sup>3</sup>	5280,1 (67,8 %)
– спелые и перестойные насаждения, % общего запаса	57
Средний запас лесов, расположенных на землях лесного фонда, м <sup>3</sup> /га	116
Расчетная лесосека по округу, тыс. м <sup>3</sup> ликвидной древесины	93767,8
Фактический объем заготовки ликвидной древесины, тыс. м <sup>3</sup>	14944,4
– с общей площадью рубки, га	151315,1
– сплошные рубки, га	74196
– выборочные рубки, га	77118
Уровень использования расчетной лесосеки, %	15,9
Всего в лесах округа в 2019 г. возникло пожаров, га	45985
Средняя площадь одного пожара, га	31,4
Доля крупных пожаров, %	3,9

УрФО располагает значительными лесосырьевыми ресурсами. На Уральский федеральный округ приходится около 14 % расчетной лесосеки России, но основная ее часть недоступна из-за недостаточного развития дорожной сети. Кроме того, около 40 % территории округа по лесному районированию относится к районам притундровых лесов и редкостойной тайги, т.е. к районам с низкопродуктивными насаждениями. Наиболее развитыми сегментами являются лесозаготовка, производство фанеры и деревянных домокомплектов (Стратегия развития..., 2021).

Внедрение в лесном хозяйстве УрФО природоподобных технологий в полной мере можно рассматривать как стратегическую меру по адаптации лесного хозяйства к меняющимся климатическим условиям.

На современных лесозаготовительных предприятиях УрФО в основном применяется сорти-

ментная технология заготовки, в процессе которой заготавливается определенный набор круглых лесоматериалов – сортиментов, которые по размерно-качественным характеристикам соответствуют сырьевой потребности деревопереработки. Данная технология основана в основном на применении специализированных лесозаготовительных машин манипуляторного типа – харвестеров и форвардеров. Эти технологии находятся в стадии достаточно быстрого развития, при котором активно совершенствуется как сама техника, так и управляющие информационные системы, позволяющие использовать их не только при сплошных и выборочных рубках в спелых и перестойных древостоях, но и при рубках ухода. Уровень развития сортиментных технологий свидетельствует о практически полном вытеснении ранее традиционного для России способа вывозки древесины в хлыстах с последующим производством сортиментов

на стационарных полуавтоматических раскряжевочных линиях. Вместе с тем можно признать, что технологии рубок в спелых и перестойных древостоях с вывозкой сортиментов могут быть не только прибыльными, но и соответствовать современным экологическим требованиям природоподобия. При этом одним из вариантов повышения производительности на всех операциях лесосечных работ и вывозки древесины является раскряжевка на длиномерные, кратные сортименты или комлевые и вершинные круглые лесоматериалы. Этот эффект достигается за счет сокращения числа пропилов при раскряжевке и больших объемов лесоматериалов при погрузке и разгрузке.

Стационарная раскряжевочная установка, к которой будут доставляться комлевые и вершинные круглые лесоматериалы и комплексные круглые лесоматериалы, заготовленные при проведении рубок ухода, находясь в непосредственной близости от лесоперерабатывающих цехов, обеспечивает максимально качественную и эффективную раскряжевку и может оснащаться современными системами интраскопии для обнаружения внутренних особенностей строения ствола. Разделка вершинных круглых лесоматериалов на тонкомерно-короткомерные сортименты позволяет повысить выход технологического сырья на 1–4 %, причем большая эффективность достигается при переработке тонкомерных древостоев (Меньшиков, Воробьева, 2007).

Технологии с вывозкой сортиментов можно разделить на три системы машин:

- 1) применение моторных пил на валке, обрезке сучьев и раскряжевке с последующей трелевкой сортиментов форвардером и при разрубке широких пазов с подтрелевкой сортиментов к пасечно-волоку мини-тракторами (Обоснование технологических параметров..., 2022);

- 2) применение валочно-пакетирующей машины, трелевка хлыстов или деревьев на верхний склад, очистка от сучьев и раскряжевка с помощью процессора (Сортиментная заготовка..., 2015);

- 3) применение системы машин харвестер – форвардер (Азаренок, Залесов, 2015).

Первая группа технологии позволяет реализовать рубки в широком диапазоне природно-произ-

водственных условий, включая рубки ухода низкой интенсивности. При проведении рубок ухода комплекс оборудования в составе моторной пилы и мини-трактора обеспечивает возможность селективной выборки деревьев, назначенных в рубку, включающей валку, обрезку сучьев у пня с последующей подтрелевкой сортиментов к трелевочному волоку. Порубочные остатки при этом остаются на перегнивание, обеспечивая при этом возврат органики в почву, характерный при естественном развитии лесной экосистемы.

Вторая группа технологий, базирующаяся на валочно-пакетирующих машинах с грузонесущим манипулятором, имитирует локальные повреждения материнского древостоя ураганскими ветровыми нагрузками (бурелом и ветровал) или массовым размножением вредителей леса. Сплошная выборка крупномерных (спелых) деревьев и сохранение подростка обеспечивает определенный уровень природоподобия на ограниченной площади. Это обеспечивает больший уровень прогнозируемости в сравнении с естественным развитием экосистемы. В зависимости от типа почв и характера увлажнения обрезка сучьев и раскряжевка могут выполняться на волоке с целью его укрепления и на верхнем складе для их дальнейшей переработки на нормированную массу в виде щепы.

Третья группа технологий, реализуемая системой машин харвестер – форвардер, характеризуется высокой производительностью и достаточно низким уровнем углеродного следа. При этом в процессе рубок частично или полностью утилизируются лесосечные отходы путем их складирования на волоках с последующим уплотнением проходами форвардера в процессе трелевки заготовленной древесины. Эти технологии имитируют гибель древостоев при сплошных рубках в спелых и перестойных древостоях, а также гибель части древостоя от ветровых нагрузок или вредителей леса при выборочных рубках высокой интенсивности.

Технологии из первой и третьей группы могут комбинироваться, обеспечивая достаточно высокую производительность при выборочных рубках слабой и умеренной интенсивности при низком уровне углеродного следа.

Таким образом, гибкие технологии производства сортиментов как в условиях применения стационарных раскряжечных установок вблизи мест переработки, так и сортиментных технологий заготовки позволяют учесть важные аспекты природоподобия:

– имитировать все виды деструктивных процессов и возмущений природного происхождения;

– изымать сырьевые ресурсы для обеспечения потребностей человека в объемах естественного их отпада;

– обеспечивать сохранение биоразнообразия и устойчивости лесных экосистем при минимальном уровне углеродного следа.

В качестве критерия для оценки природоподобия технологических процессов может быть принята их энергоэффективность и, в частности, удельные энергозатраты как показатель, определяющий затраты энергии, отнесенные к единице произведенной продукции, например кВт·ч/м<sup>3</sup>. Расчет энергозатрат был выполнен по методике (Коломинова, 2016). Удельные энергозатраты, кВт·ч/м<sup>3</sup>, процесса валки деревьев, очистки от сучьев и раскряжевки хлыстов харвестером определяются по формуле

$$g_{\text{ср.м}} = \frac{C\pi d_{\text{ср}}^2 bK}{4V_x} \left( \frac{v}{\eta} + \frac{c_2 u v}{v_p \eta} \right) + \frac{CM\omega v}{V_x \eta} + \frac{Cv}{V_x} \left[ K_p S + \frac{l_x (Q_x k + G_{\text{пр}}) \mu_n + l_x (1-k) Q_x \mu_x}{\eta} \right] + \frac{C\pi d_{\text{ср}}^2 bK_{\text{раск}} n}{4V_x} \left( \frac{v}{\eta} + \frac{c_2 u v}{v_p \eta} \right) + \frac{10^4 CG_m \Psi_m v (1+m_1)}{q\Delta\eta} + \frac{CA_o v}{V_x \eta},$$

где  $C = 1/3600$  – переводной коэффициент;

$d_{\text{ср}}$  – средний диаметр спиливаемого дерева, м;

$b$  – ширина пропила, м;

$l_x$  – средняя длина ствола, м;

$Q_x$  – сила тяжести хлыста, кН;

$K$  – удельная работа резания при поперечном пилении, кДж/м<sup>3</sup>;

$V_x$  – средний объем ствола дерева, м<sup>3</sup>;

$u$  – скорость подачи пильного механизма, м/с;

$v_p$  – скорость резания, м/с;

$c_2$  – коэффициент пропорциональности между усилиями резания и подачи;

$v$  – коэффициент увеличения затрат энергии от непроизводительных движений;

$\eta$  – КПД передачи энергии;

$q$  – запас леса на 1 га, м<sup>3</sup>/га;

$A_o$  – работа по доставке рабочих устройств к дереву и установке в транспортное положение, кДж;

$M$  – момент силы сталкивания дерева с пня, кН·м;

$\omega$  – угол сопровождения дерева валочным рычагом при сталкивании дерева с пня, рад;

$m_1$  – отношение пути, проходимого машиной на холостом ходу, к таковому при выполнении технологической работы;

$\Delta$  – ширина разрабатываемой ленты леса, м;

$k$  – коэффициент, отражающий долю силы тяжести, действующей на протаскивающий механизм;

$G_{\text{пр}}$  – сила тяжести элементов протаскивающего механизма, кН;

$\mu_n$  – коэффициент сопротивления движению хлыста от движущихся элементов протаскивающего механизма по направляющим;

$\mu_x$  – коэффициент сопротивления движению хлыста по поддерживающей его плоскости и по ножам;

$K_p$  – удельная работа резания при срезании сучьев, кДж/м<sup>2</sup>;

$S$  – суммарная площадь среза сучьев, м<sup>2</sup>;

$K_{\text{раск}}$  – удельная работа резания при раскряжевке хлыстов, кДж/м<sup>3</sup>;

$n$  – число пропилов при раскряжевке хлыста;

$\Psi_m$  – коэффициент сопротивления движению машины;

$G_m$  – сила тяжести манипулятора, кН.

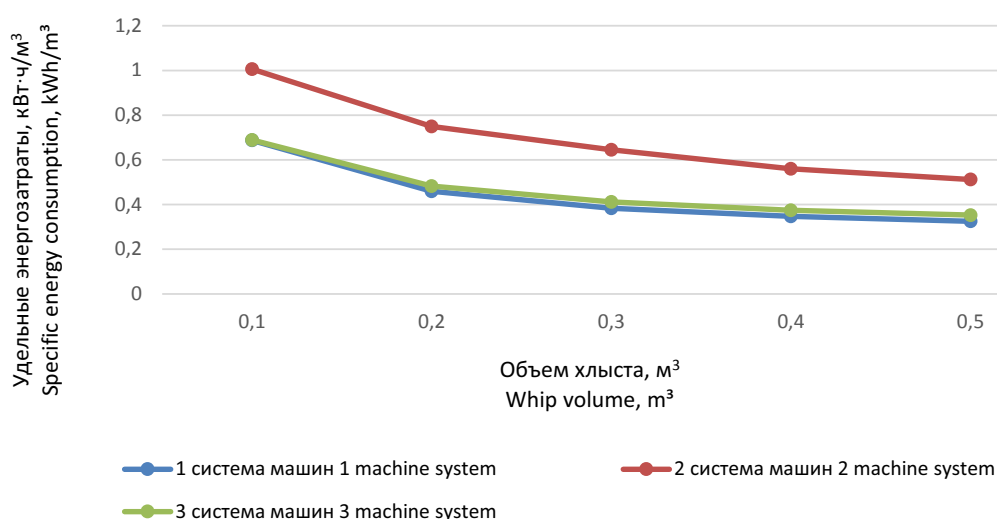
Анализируя результаты расчетов удельной энергоемкости для вышеуказанных технологических процессов, можно перейти к оценке углеродного следа предложенных технологий. Результаты расчетов зависимости углеродного следа каждой из систем машин от среднего объема хлыста представлены в таблице.

Визуализация результатов расчета приведена на рисунке.

Приведенный график наглядно свидетельствует о предпочтительности 2 и 3 систем машин по критерию углеродного следа.

Зависимость величины углеродного следа систем машин от среднего объема хлыста, кг CO<sub>2</sub>  
The dependence of the carbon footprint of machine systems on the average volume of the tree-length, kg CO<sub>2</sub>

№ системы машин Machine system №	Объем хлыста, м <sup>3</sup> Volume of the tree-length, м <sup>3</sup>				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1	0,687	0,459	0,384	0,347	0,325
2	1,006	0,749	0,645	0,560	0,512
3	0,689	0,483	0,412	0,375	0,353



Графики зависимости величины углеродного следа систем машин от среднего объема хлыста  
Graphs of the dependence of the size of the carbon footprint of machine systems on the average volume of the tree-length

**Выводы**

Приведенные в исследовании модели позволяют рассчитать и сравнить системы машин по энергозатратам и величине углеродного следа.

При сравнении удельных энергозатрат технологических процессов заготовки сортиментов при

лесосечных работах установлен значительный разброс затраты энергии на единицу заготовленной продукции и величину углеродного следа, что является одним из важнейших критериев при принятии решения о предпочтительности одной из возможных технологий.

**Список источников**

Азаренок В. А., Залесов С. В. Экологизированные рубки леса. Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. 97 с.  
 Коломинова М. В. Сравнение эффективности технологических процессов лесозаготовок по критериям удельной энергоемкости и удельной трудоемкости // Системы. Методы. Технологии. 2016. № 1. С. 104–112.  
 Меньшиков Б. Е., Воробьева Е. В. Обоснование эффективности производства тонкомерно-короткомерного сырья в различных природно-производственных условиях лесозаготовительных предприятий // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2007. № 8. С. 126–129.

- О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : указ Президента РФ № 145 от 28 февр. 2024 г. // Президент России : [сайт]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 11.01.2026).
- Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 11.02.2021 № 312-р // Судебные и нормативные акты РФ : [сайт]. URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-11022021-n-312-r/> (дата обращения: 14.01.2026).
- Обоснование технологических параметров процесса трелевки древесины мини-тракторами при проходных рубках / *А. В. Мехренцев, Э. Ф. Герц, Н. Н. Теринов, А. Ф. Уразова* // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2022. № 6. С. 126–138.
- Природоподобные лесные технологии как фактор снижения техногенных угроз в условиях интенсивного ведения лесного хозяйства / *А. В. Мехренцев, Э. Ф. Герц, Н. Н. Теринов* [и др.] // Системы. Методы. Технологии. 2024. № 4 (64). С. 144–150.
- Сортиментная заготовка древесины / *В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов, А. В. Мехренцев*. Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. 140 с.
- Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 11.02.2021 № 312-р // Судебные и нормативные акты РФ : [сайт]. URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-11022021-n-312-r/> (дата обращения: 14.01.2026).
- Bell W.* Foundations of Futures Studies 1-2. Transaction Publishers, New Brunswick. London, 1997 // books.ru : [website]. URL: [https://books.google.ru/books?id=ILJ\\_pfMgLqsC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=ILJ_pfMgLqsC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false) (дата обращения: 11.01.2026).
- Nabuurs G., Verkerk P.* Climat-Smart Forestry: mitigation impacts in tree European regions. Science to policy 6 European Forest Institute. 2018 // European Forest Institute : [website]. URL: <https://efi.int/publications-bank/climate-smart-forestry-mitigation-impacts-three-european-regions> (дата обращения: 17.01.2026).

## References

- Azarenok V. A., Zalesov S. V.* Ecological forest harvesting. Yekaterinburg : USFEU, 2015. 97 p.
- Bell W.* Foundations of Futures Studies 1-2. Transaction Publishers, New Brunswick. London, 1997 // books.ru : [website]. URL: [https://books.google.ru/books?id=ILJ\\_pfMgLqsC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=ILJ_pfMgLqsC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false) (accessed 11.01.2026).
- Kolominova M. V.* Comparison of the efficiency of technological processes of logging based on the criteria of specific energy intensity and specific labor intensity // Systems. Methods. Technologies. 2016. № 1. P. 104–112. (In Russ.)
- Menshikov B. E., Vorobyeva E. V.* Justification of the Efficiency of Production of Fine-Grained and Short-Grained Raw Materials in Various Natural and Industrial Conditions of Logging Enterprises // Bulletin of the Moscow State Forest University – Forest Bulletin. 2007. № 8. P. 126–129. (In Russ.)
- Nabuurs G., Verkerk P.* Climat-Smart Forestry: mitigation impacts in tree European regions. Science to policy 6 European Forest Institute. 2018 // European Forest Institute : [website]. URL: <https://efi.int/publications-bank/climate-smart-forestry-mitigation-impacts-three-european-regions> (accessed 17.01.2026).
- Nature-like forest technologies as a factor in reducing technogenic threats in the conditions of intensive forestry / *A. V. Mekhrentsev, E. F. Hertz, N. N. Terinov* [et al.] // Systems. Methods. Technologies. 2024. № 4 (64). P. 144–150. (In Russ.)
- On Approval of the Strategy for the Development of the Forestry Complex of the Russian Federation until 2030 : Order of the Government of the Russian Federation dated 11.02.2021 № 312-r // Judicial and regulatory acts of the Russian Federation : [website]. URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-11022021-n-312-r/> (accessed 14.01.2026).

- On the Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation № 145 dated February 28, 2024 // The President of the Russian Federation : [website]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (accessed 11.01.2026).
- Sortiment-based timber harvesting / *V. A. Azarenok, E. F. Hertz, S. V. Zalesov, A. V. Mekhrentsev*. Yekaterinburg : USFEU, 2015. 140 p.
- Strategy for the development of the forestry complex of the Russian Federation until 2030: Order of the Government of the Russian Federation of 11.02.2021 № 312-r // Judicial and regulatory acts of the Russian Federation : [website]. URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-11022021-n-312-r/> (accessed 14.01.2026).
- Substantiation of technological parameters of the process of logging wood by mini-tractors in the case of passing felling / *A. V. Mekhrentsev, E. F. Hertz, N. N. Terinov, A. F. Urazova* // News of HEI. Forest journal 2022. № 6. P. 126–138. (In Russ.)

#### ***Информация об авторах***

- А. Ф. Уразова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;*  
*А. В. Мехренцев – кандидат технических наук, профессор;*  
*Э. Ф. Герц – доктор технических наук, профессор;*  
*К. К. Суханов – помощник заместителя председателя Екатеринбургской городской думы.*

#### ***Information about the authors***

- A. F. Urazova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;*  
*A. V. Mekhrentsev – Candidate of Technical Sciences, Professor;*  
*E. F. Hertz – Doctor of Technical Sciences, Professor;*  
*K. K. Sukhanov – Assistant to the Deputy Chairman of the Yekaterinburg City Duma.*

*Статья поступила в редакцию 06.03.2026; принята к публикации 05.04.2026.*  
*The article was submitted 06.03.2026; accepted for publication 05.04.2026.*

---