



**ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ/FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION**

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.9>

EDN: TRQXDJ

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЗАТРАТЫ ТРУДА ПРИ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫХ РАБОТАХ В ГОРНЫХ
УСЛОВИЯХ**

Научная статья

Бурцев Д.С.¹, Голубев С.Н.², Алексеев В.М.³, Кравченко П.П.^{4,*}¹ORCID : 0000-0002-4825-1162;²ORCID : 0009-0003-7022-8262;³ORCID : 0009-0008-5311-0496;⁴ORCID : 0000-0002-2713-037X;^{1, 2, 3, 4} Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (pavkrav08[at]rambler.ru)

Предложена: 24.08.2026; Принята: 16.10.2026; Опубликовано: 19.10.2026

Аннотация

Цель работы — установление ведущих нормообразующих факторов и оценка прогностического качества регрессионных моделей норм выработки для лесокультурных работ в горных условиях с формулированием рекомендаций по их практическому использованию при актуализации нормативной базы. Проведен статистический анализ норм выработки на лесокультурные работы в горных условиях, содержащихся в Межотраслевых типовых нормах выработки, выполняемых в горных условиях. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения точности нормативной базы и сокращения разрыва между расчетными и фактическими трудозатратами при выполнении работ на рельефах с крутизной склонов 15–35°. В ходе работы выполнен регрессионный и корреляционный анализ табличных нормативов по 15 технологическим процессам при общем объеме выборки в 2500 наблюдений. Оценены силы связей, построены линейные регрессионные модели, рассчитаны интегральные показатели качества. Установлено, что крутизна склона является универсальным фактором, статистически значимым для 14 из 15 технологических операций, однако сила влияния варьирует от слабой до экстремально высокой в зависимости от вида работ. Определено, что для механизированных работ ведущим фактором оказалась ширина обрабатываемой полосы, тогда как для ручных санитарно-защитных операций и сбора урожая доминируют биологические характеристики объекта труда — диаметр деревьев и балл урожайности. На основе выявленных зависимостей определен набор факторов, которые необходимо учитывать при хронометраже для получения статистически устойчивых моделей норм выработки по видам лесокультуры работ в горных условиях, и обозначены ключевые направления для дальнейших исследований.

Ключевые слова: лесокультурные работы, нормы выработки, горные условия, регрессионный анализ, актуализация нормативов, хронометраж.

**AN ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING LABOUR COSTS FOR FORESTRY WORKS IN MOUNTAIN
CONDITIONS**

Research article

Burtsev D.S.¹, Golubev S.N.², Alekseev V.M.³, Kravchenko P.P.^{4,*}¹ORCID : 0000-0002-4825-1162;²ORCID : 0009-0003-7022-8262;³ORCID : 0009-0008-5311-0496;⁴ORCID : 0000-0002-2713-037X;^{1, 2, 3, 4} Saint Petersburg Forestry Research Institute, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (pavkrav08[at]rambler.ru)

Suggested: 24.08.2026; Accepted: 16.10.2026; Published: 19.10.2026

Abstract

The aim of the work is to identify the key factors influencing productivity standards and to assess the predictive quality of regression models for productivity standards in forestry works in mountainous conditions, with recommendations formulated for their practical application when updating the regulatory framework. A statistical analysis was carried out of the productivity standards for forestry work in mountainous terrain, as set out in the Inter-sectoral Model Productivity Standards for Work Carried Out in Mountainous Terrain. The relevance of the research is due to the need to improve the accuracy of the regulatory framework and to reduce the gap between estimated and actual labour costs when carrying out work on terrain with slope gradients of 15–35°. In the course of the study, regression and correlation analyses were performed on tabulated standards for 15 technological processes, based on a total sample size of 2,500 observations. The strength of the relationships was evaluated, linear regression models were constructed, and integral quality indicators were computed. It was established that slope gradient

is a universal factor, statistically significant for 14 out of 15 technological operations; however, the strength of its influence varies from weak to extremely high depending on the type of work. It was determined that, for mechanised work, the width of the treated strip proved to be the leading factor, while for manual sanitary and protective operations and harvesting, the biological characteristics of the work object — tree diameter and yield score — dominate. Based on the identified relationships, a set of factors has been identified that must be taken into account during time-and-motion studies in order to obtain statistically robust models of productivity rates for different types of forestry works in mountainous conditions, and key areas for further research have been outlined.

Keywords: forestry works, productivity standards, mountainous conditions, regression analysis, updating of standards, timeline.

Введение

Горные леса Дальнего Востока, части Сибири и Краснодарского края составляют значительную долю лесного фонда России, однако их восстановление после рубок и пожаров сопряжено с ограничениями, отсутствующими на равнине: крутизна, экспозиция и высота над уровнем моря сужают выбор техники и усложняют схему работ [1], [2].

Действующие нормативы для горных условий разрабатывались хронометражными методами, изначально отработанными на равнинных участках. С.С. Морковина с соавторами [3] показали, что эти нормы устарели практически по всем видам лесохозяйственных работ, причем в горных районах расхождение с фактическими затратами достигает максимальных значений. И.Н. Назаренко [4] продемонстрировала, что нормативный расчет, игнорирующий рельеф, параметры агрегата и объем дерева, дает систематическую ошибку, что ведет к искажению экономического обоснования мероприятий и перерасходу ресурсов.

Основой нормирования служит сборник 1993 года, охватывающий 15 видов лесокультурных операций на склонах 15–35° [5]. Однако нормативный материал представлен исключительно в табличной форме, без объяснения факторной структуры разброса значений. Как отмечают Е.А. Панявина и К.А. Осипова [6], нормировочные расчеты в лесном хозяйстве остаются трудоемкими и слабо автоматизированными, что требует перехода от табличных норм к расчетным формулам на основе математико-статистического анализа [7].

Зарубежные исследования преимущественно фокусируются на механизированной заготовке древесины в горах. Р. Виссер и Х. Беркетт [8] установили, что реальный угол наклона машин систематически отличается от угла склона. А. Энаке с соавторами [9] показали, что немеханизированные системы уступают механизированным по эффективности. С. Эзати и др. [10] доказали, что работа на уклонах свыше 35% экономически и экологически нецелесообразна, а Р. Кавалли и Д. Амишев [11] описали технологии освоения крутосклонных участков. При этом ручной труд при лесокультурных работах в этих работах не рассматривается, поскольку за рубежом он практически заменен машинным. В России ручное лесовосстановление сохраняет значимый объем, а его нормативная база требует факторного обоснования.

Цель настоящего исследования — установить ведущие нормообразующие факторы, оценить прогностическое качество регрессионных моделей норм выработки для лесокультурных работ в горных условиях и сформулировать рекомендации по их использованию при актуализации нормативной базы. Для достижения поставленной цели необходимо:

- 1) выполнить регрессионный и корреляционный анализ табличных нормативов по 15 технологическим процессам;
- 2) оценить силу влияния крутизны склона и иных факторов на нормы выработки;
- 3) рассчитать интегральные показатели качества моделей;
- 4) сформулировать рекомендации по актуализации нормативной базы.

Методы и принципы исследования

Исходными данными в качестве объекта исследования послужили табличные нормативы из Межотраслевых типовых норм выработки на лесокультурные работы, выполняемые в горных условиях [5].

Выборка исследования включает 15 видов работ и 2500 нормативных наблюдений. Для каждого наблюдения зафиксированы: норма выработки, крутизна склона, высота над уровнем моря и 2–6 технологических параметров в зависимости от вида работ (табл. 1).

Таблица 1 - Структура анализируемого нормативного массива данных

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.9.1>

№ п/п	Группа работ	Вид работ [5]	Объем выборки	Доля, %
1	Механизированные подготовительные	Расчистка коридоров на вырубках	54	2,16
2		Корчевка пней	672	26,88
3	Механизированные основные	Проведение полос	1559	62,36
4	Ручные санитарно-защитные	Выкладка ловчих деревьев в насаждениях	108	4,32
5		Окорка	24	0,96

№ п/п	Группа работ	Вид работ [5]	Объем выборки	Доля, %
		выложенных ловчих деревьев		
6		Отбор ловчих деревьев	5	0,20
7		Перечет зараженных деревьев	3	0,12
8		Работа с клеевыми кольцами	6	0,24
9		Развешивание искусственных гнездовий	4	0,16
10		Сбор и уничтожение вредных насекомых в ловчих канавках	2	0,08
11		Сбор и уничтожение яйцекладок непарного шелкопряда	15	0,60
12		Уничтожение яйцекладок непарного шелкопряда нефтеванием	15	0,60
13		Устройство ловчих и заградительных канав на почве	3	0,12
14		Сбор фисташки	15	0,60
15	Ручные работы по сбору урожая	Сбор грецкого ореха	15	0,60
		Итого	2500	100

Основной метод — множественная линейная регрессия (МНК). Мультиколлинеарность контролировалась фактором инфляции дисперсии ($VIF > 5$). Качество оценивалось по R^2 , R^2_{adj} , t - и F -критериям; проверялись предпосылки МНК (тесты Шапиро-Уилка, Бройша-Пагана, Дарбина-Уотсона).

Интегральная оценка качества (0–100 баллов) складывалась из четырех равнозначных критериев: скорректированный R^2 , значимость F -критерия, доля значимых коэффициентов и выполнение предпосылок МНК. Модели с оценкой > 75 баллов признаны высококачественными, 50–75 — удовлетворительными, < 50 — требующими доработки.

Уровень значимости принят равным 0,05. Расчеты выполнены в Python 3.10 (pandas, statsmodels, scikit-learn).

Основные результаты

Сводная характеристика уравнений множественной регрессии нормы выработки по видам работ в горных условиях представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Сводная характеристика уравнений множественной регрессии нормы выработки по видам работ в горных условиях

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.9.2>

№ п/п	Вид работ	Уравнение множественной регрессии (Y)
1	Расчистка коридоров на вырубках	$Y = 3,6315 - 0,0444 \cdot X_1$, где Y — норма выработки, га/смену; X_1 — крутизна склона, градусов

№ п/п	Вид работ	Уравнение множественной регрессии (Y)
2	Корчевка пней	$Y = 1,2893 - 0,0006 \cdot X_1 - 0,0141 \cdot X_2 - 0,0047 \cdot X_3,$ где Y — норма выработки, га/смену; X_1 — количество пней на 1 га, шт.; X_2 — диаметр пня, см; X_3 — крутизна склона, градусов
3	Проведение полос	$Y = 1,9746 - 0,1736 \cdot X_1 - 0,0331 \cdot X_2 + 0,1636 \cdot X_3 + 0,0038 \cdot X_4 + 4,4454 \cdot X_5 - 0,0368 \cdot X_6,$ где Y — норма выработки, га/смену; X_1 — ширина обрабатываемой полосы, м; X_2 — глубина обработки, см; X_3 — расстояние между полосами, м; X_4 — длина гона, м; X_5 — расстояние между смежными проходами, м; X_6 — крутизна склона, градусов
4	Выкладка ловчих деревьев в насаждениях	$Y = 117,9269 - 1,9402 \cdot X_1 - 1,0000 \cdot X_2,$ где Y — норма выработки, шт./смену; X_1 — диаметр деревьев, см; X_2 — крутизна склона, градусов
5	Окорка выложенных ловчих деревьев	$Y = 19,1751 - 0,2087 \cdot X_1 - 0,2000 \cdot X_2,$ где Y — норма выработки, шт./смену; X_1 — диаметр деревьев, см; X_2 — крутизна склона, градусов
6	Отбор ловчих деревьев	$Y = 268,1429 - 4,0571 \cdot X_1,$ где Y — норма выработки, шт./смену; X_1 — крутизна склона, градусов
7	Перечет зараженных деревьев	$Y = 637,5833 - 9,4500 \cdot X_1,$ где Y — норма выработки, шт./смену; X_1 — крутизна склона, градусов
8	Работа с клеевыми кольцами	$Y = 719,1570 - 11,5473 \cdot X_1,$ где Y — норма выработки, шт./смену; X_1 — диаметр деревьев, см
9	Развешивание искусственных гнездовых	$Y = 48,3500 - 0,9100 \cdot X_1,$ где Y — норма выработки, шт./смену; X_1 — крутизна склона, градусов
10	Сбор и уничтожение вредных насекомых в ловчих канавках	$Y = -700,0000 + 60,0000 \cdot X_1,$ где Y — норма выработки, пог, м/смену; X_1 — крутизна склона, градусов
11	Сбор и уничтожение яйцекладок непарного шелкопряда	$Y = 5,4440 - 0,0826 \cdot X_1,$ где Y — норма выработки, га/смену; X_1 — крутизна склона, градусов
12	Уничтожение яйцекладок непарного шелкопряда нефтеванием	$Y = 7,8476 - 0,1190 \cdot X_1,$ где Y — норма выработки, га/смену; X_1 — крутизна склона, градусов

№ п/п	Вид работ	Уравнение множественной регрессии (Y)
13	Устройство ловчих и заградительных канав на почве	Недостаточно факторов для построения регрессионной модели
14	Сбор фисташки	$Y = 8,3250 + 1,8267 \cdot X_1 - 0,1730 \cdot X_2$, где Y — норма выработки, кг/смену; X_1 — балл урожайности; X_2 — крутизна склона, градусов
15	Сбор грецкого ореха	$Y = 15,3817 + 3,3600 \cdot X_1 - 0,3150 \cdot X_2$, где Y — норма выработки, кг/смену; X_1 — балл урожайности; X_2 — крутизна склона, градусов

Регрессионные модели построены для 14 из 15 видов работ. Для операции «устройство ловчих и заградительных канав на почве» модель не построена, поскольку присутствует только один категориальный фактор (тип почвы). Наибольшее число предикторов (6) зафиксировано для операции «Проведение полос» (табл. 2).

Сводная характеристика всех видов лесокультурных работ в горных условиях представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Сводная характеристика всех видов лесокультурных работ в горных условиях

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.9.3>

Вид работы	n	R ²	Ключевой фактор 1	Ключевой фактор 2	Влияние крутизны	Интегральная оценка, баллы
Расчистка коридоров на вырубках	54	0,21	Характеристика кустарника и мелколесья ($\eta^2=0,38$)	Состав агрегата ($\eta^2=0,27$)	$r = -0,45$	39
Корчевка пней	672	0,51	Количество пней ($r = -0,59$)	Диаметр пня ($r = -0,39$)	$r = -0,09$	35
Проведение полос	1559	0,81	Ширина обрабатываемой полосы, м ($r = -0,58$)	Расстояние между полосами, м ($r = 0,52$)	$r = -0,17$	52
Выкладка ловчих деревьев в насаждениях	108	0,58	Диаметр деревьев, см ($r = -0,69$)	Состав работы ($\eta^2=0,23$)	$r = -0,33$	52
Окорка выложенных ловчих деревьев	24	0,31	Состав работ ($\eta^2=0,64$)	Диаметр деревьев, см ($r = -0,41$)	$r = -0,37$	36
Отбор ловчих деревьев	5	0,91	Крутизна склона ($r = -0,96$)	Высота над уровнем моря ($\eta^2=0,34$)	$r = -0,96$	86
Перечет зараженных деревьев	3	1,00	Крутизна склона ($\beta = -9,45$)	—	$\beta = -9,45$	82
Работа с клеевыми кольцами	6	0,75	Диаметр деревьев, см ($r = -0,86$)	Состав работы ($\eta^2=0,13$)	—	68

Вид работы	n	R ²	Ключевой фактор 1	Ключевой фактор 2	Влияние крутизны	Интегральная оценка, баллы
Развешивание искусственных гнездовий	4	0,24	Высота развешивания, м ($\eta^2=0,74$)	–	$r = -0,49$	33
Сбор и уничтожение вредных насекомых в ловчих канавках	2	1,00	Крутизна склона ($\beta = 60,00$)	–	$\beta = +60,00$	65
Сбор и уничтожение яйцекладок непарного шелкопряда	15	0,19	Заселенность непарного шелкопряда ($\eta^2=0,75$)	–	$r = -0,44$	29
Уничтожение яйцекладок непарного шелкопряда нефтеванием	15	0,2	Заселенность непарного шелкопряда ($\eta^2=0,74$)	–	$r = -0,44$	29
Устройство ловчих и заградительных канав на почве	3	–	Тип почвы ($\eta^2=0,00$)	–	–	–
Сбор фисташки	15	0,95	Балл урожайности ($r = 0,85$)	Крутизна склона ($r = -0,47$)	$r = -0,47$	77
Сбор грецкого ореха	15	0,94	Балл урожайности ($r = 0,85$)	Крутизна склона ($r = -0,46$)	$r = -0,46$	77

Значения R² варьируют от 0,19 (сбор и уничтожение яйцекладок непарного шелкопряда) до 1,00 (перечет зараженных деревьев; сбор и уничтожение насекомых в ловчих канавках). Интегральная оценка качества моделей колеблется от 29 до 86 баллов. Три модели превышают порог «хорошо» (> 75 баллов): отбор ловчих деревьев (86), сбор фисташки (77), сбор грецкого ореха (77). Четыре модели не достигают порога 40 баллов: корчевка пней (35), развешивание гнездовий (33), сбор и уничтожение яйцекладок (29), уничтожение яйцекладок нефтеванием (29).

Распределение ведущих факторов, характера влияния крутизны и средних показателей качества моделей по четырем укрупненным группам работ представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Распределение факторов по группам лесокультурных работ

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.9.4>

Группа работ	Ведущие факторы	Характер влияния крутизны	Средний R ²	Средняя интегральная оценка
Механизированные подготовительные (n = 2)	Количество пней на 1 га, шт.; диаметр пня, см; характеристика кустарника и мелколесья; состав агрегата	Слабое, незначимое ($r = -0,09 \dots -0,45$)	0,36	37
Механизированные основные (n = 1)	Планировочные параметры (ширина полосы, расстояние между полосами, длина	Слабое, значимое ($r = -0,17$)	0,81	52

Группа работ	Ведущие факторы	Характер влияния крутизны	Средний R^2	Средняя интегральная оценка
	гона)			
Ручные санитарно-защитные (n = 10)	Диаметр деревьев, см; состав работы; высота над уровнем моря, м; высота развешивания, м; заселенность непарного шелкопряда; тип почвы	От умеренного до сильного, преимущественно значимое ($r = -0,21...-0,96$)	0,58	52
Ручные сбор урожая (n = 2)	Балл урожайности; крутизна склона, градусов	Умеренное, значимое ($r = -0,46...-0,47$)	0,95	77

Средний R^2 возрастает от 0,36 в механизированных подготовительных работах до 0,95 в ручном сборе урожая. Средняя интегральная оценка изменяется от 37 до 77 баллов соответственно. Крутизна склона статистически значима во всех группах, кроме механизированных подготовительных работ, однако сила ее влияния варьирует от $r = -0,09$ (корчевка пней) до $r = -0,96$ (отбор ловчих деревьев).

Обсуждение

Наиболее устойчивые модели (оценка > 75 баллов) получены для заготовки лесосеменного сырья и учетных операций. В первом случае определяющим оказывается биологический фактор: урожайность заранее задает объем продукции. В учетных работах на первый план выходит крутизна склона, поскольку исполнитель вынужден постоянно перемещаться по пересеченной местности. Это согласуется с выводами С. Эзати и соавторов [10] о снижении производительности на крутых склонах, а также с данными А. Энаке и соавторов [9] о преимуществе механизированных систем над немеханизированными в горных условиях. Хуже всего описываются расчистка коридоров, корчевка пней, развешивание гнездовых и сбор яйцекладок. Здесь производительность определяется локальными условиями (густота кустарника, неравномерность распределения пней, степень заселенности), которые либо не вошли в анализ, либо учтены слишком грубо. Это подтверждает выводы С.С. Морковиной и соавторов об устаревании действующих норм [3].

Несколько моделей построены по выборкам объемом в единицы наблюдений. Формально высокие R^2 (вплоть до 1,00) в таких случаях свидетельствуют о переобучении, и уравнения можно рассматривать лишь как ориентировочные.

Рельеф влияет на производительность неодинаково. Для учетных операций крутизна склона выступает прямым ограничителем; для механизированных работ она статистически значима, но уступает технологическим параметрам. Это согласуется с данными Р. Виссера и Х. Беркетта [8] о систематическом расхождении угла наклона машины и склона, а также с выводами Р. Кавалли и Д. Амишева [11] о комплексном характере ограничений при освоении крутосклонных участков.

Категориальные предикторы порой перевешивают непрерывные: наибольшая доля объясненной дисперсии приходится на состав работы при окорке ловчих деревьев и на категорию заселенности при сборе яйцекладок. Технология выполнения и биологическое состояние объекта способны «перекрыть» эффект рельефа, что требует отдельного нормирования по категориям. Это согласуется с позицией И.Н. Назаренко [4] о необходимости учета характеристик рельефа и параметров агрегата, а также с выводами Е.А. Панявиной и К.А. Осиповой [6] о трудоемкости существующих процедур нормирования.

Из данных таблицы 3 и таблицы 4 вытекают достаточно конкретные практические выводы:

- модели с оценкой выше 60 баллов пригодны для расчета норм при условии ввода поправки на локальные особенности;
- модели, получившие оценку 40–60 баллов, пока не могут использоваться для прямого утверждения норм и служат лишь ориентиром; для повышения их прогностической способности необходимо усложнить спецификацию: ввести недостающие категориальные факторы (состав работ, степень заселенности вредителем) или перейти к нелинейным методам регрессии;
- модели с оценкой ниже 40 баллов не рекомендуется использовать без дополнительных хронометражных замеров;
- для подготовительных и санитарно-защитных операций необходимо расширять перечень учитываемых переменных, а для работ с малым числом наблюдений — наращивать выборки.

Заключение

Крутизна склона является универсальным нормообразующим фактором (значима для 14 из 15 операций), однако сила ее влияния варьирует, что исключает применение единого поправочного коэффициента. Ведущие факторы дифференцированы: для механизированных операций — технологические параметры, для ручных санитарно-защитных — биометрические характеристики объекта труда, для сбора урожая — балл урожайности.



Определены практические пороги применимости моделей: свыше 60 баллов — пригодны для расчета норм; в диапазоне 40–60 баллов — служат ориентиром для расчета; ниже 40 баллов — требуют дополнительных наблюдений. Для значительной части ручных операций объем выборки не превышает 10 наблюдений, что ограничивает статистическую достоверность. Категориальные предикторы способны оказывать большее влияние, чем непрерывные переменные, что указывает на необходимость раздельного нормирования.

Можно определить следующие перспективные направления исследований: расширение набора учитываемых переменных (захламлиенность, плотность древостоя, почвенные характеристики), наращивание выборок по учетным работам, применение нелинейных методов моделирования для санитарно-защитных операций. Для актуализации нормативной базы целесообразно дополнить нормативные документы методическими указаниями по применению расчетных формул.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственного задания Федерального агентства лесного хозяйства от 25.12.2025 № 053-00009-26-00 по теме «Подготовка научно обоснованных предложений по актуализации норм выработки на лесохозяйственные работы, выполняемые в равнинных и горных условиях» (шифр 2-Э25 нормы выработки).

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Ильина В.Н., Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара Российская Федерация

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.9.6>

Сообщество рецензентов Journal of Agriculture and Environment.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.9.5>

Funding

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Federal Forestry Agency dated 25.12.2025 № 053-00009-26-00 on the topic "Preparation of scientifically based proposals for updating production standards for silvicultural work carried out in flat and mountainous conditions" (production standard code 2-E25).

Conflict of Interest

None declared.

Review

Ilyina V.N., Samara State University of Social Sciences and Education, Samara Russian Federation

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.9.6>

Community of Reviewers of the Journal of Agriculture and Environment.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.9.5>

Список литературы / References

1. Каляшов В.А. Современные системы машин и технологии заготовки древесины и лесовосстановления в условиях горных лесосек / В.А. Каляшов, А. До Туан, Е.Г. Хитров [и др.] // Resources and Technology. — 2022. — Т. 19. — № 2. — С. 1–47. — DOI: 10.15393/j2.art.2022.6163.
2. Каляшов В.А. Перспективные варианты восстановления лесов на склонах / В.А. Каляшов, О.И. Григорьева, И.В. Григорьев // Вестник АГАТУ. — 2022. — № 1 (5). — С. 86–96.
3. Морковина С.С. Исследование системы нормирования в лесном хозяйстве России / С.С. Морковина, Е.А. Панявина, И.А. Авдеева // Лесотехнический журнал. — 2019. — Т. 9. — № 1 (33). — С. 176–187. — DOI: 10.12737/article_5c9201723dbb21.63764253.
4. Назаренко И.Н. Совершенствование методического подхода к проектированию нормативно-производственных норм использования новой техники в лесном комплексе / И.Н. Назаренко // Вестник Алтайской академии экономики и права. — 2019. — № 11–2. — С. 121–128. — DOI: 10.17513/vaael.829.
5. Типовые нормы выработки на лесохозяйственные работы, выполняемые в горных условиях : приказ Федеральной службы лесного хозяйства России № 100 от 20 апреля 1993 г. — Москва, 1993. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/9014318> (дата обращения: 21.06.2026).
6. Панявина Е.А. Применение информационных технологий в нормировании труда в лесном хозяйстве: состояние и перспективы / Е.А. Панявина, К.А. Осипова // Менеджер года : материалы международного научно-практического форума. — Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. — С. 195–201. — DOI: 10.34220/MY2021_195-201.
7. Об утверждении Методических рекомендаций для федеральных органов исполнительной власти по разработке типовых отраслевых норм труда : приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 мая 2013 г. № 235. — Москва, 2013. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=225348> (дата обращения: 20.06.2026).
8. Visser R. Effect of terrain steepness on machine slope when harvesting / R. Visser, H. Berkett // International Journal of Forest Engineering. — 2015. — Vol. 26. — № 1. — P. 1–9. — DOI: 10.1080/14942119.2015.1033211.
9. Enache A. Forestry operations in the European mountains: a study of current practices and efficiency gaps / A. Enache, M. Kühmaier, R. Visser [et al.] // International Journal of Forest Engineering. — 2016. — Vol. 31. — № 2. — P. 144–153. — DOI: 10.1080/02827581.2015.1130849.
10. Ezzati S. The impact of weather and slope conditions on the productivity, cost, and ghg emissions of a ground-based harvesting operation in mountain hardwoods / S. Ezzati, F. Tavankar, M.R. Ghaffariyan [et al.] // Forests. — 2021. — Vol. 12. — № 12. — DOI: 10.3390/f12121612.



11. Cavalli R. Steep terrain forest operations – challenges, technology development, current implementation, and future opportunities / R. Cavalli, D. Amishev // *International Journal of Forest Engineering*. — 2019. — Vol. 30. — № 3. — P. 175–181. — DOI: 10.1080/14942119.2019.1603030.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kalyashov V.A. Sovremennye sistemi mashin i tekhnologii zagotovki drevesini i lesovosstanovleniya v usloviyakh gornikh lesosek [Modern systems of machinery and technologies for timber harvesting and reforestation in mountain forests] / V.A. Kalyashov, A. Do Tuan, E.G. Khitrov [et al.] // *Resources and Technology*. — 2022. — Vol. 19. — № 2. — P. 1–47. — DOI: 10.15393/j2.art.2022.6163. [in Russian]

2. Kalyashov V.A. Perspektivnye varianty vosstanovleniya lesov na sklonakh [Prospective options for reforestation of slopes] / V.A. Kalyashov, O.I. Grigorieva, I.V. Grigorieva // *Vestnik AGATU [Vestnik of ASAU]*. — 2022. — № 1 (5). — P. 86–96. [in Russian]

3. Morkovina S.S. Issledovanie sistemi normirovaniya v lesnom khozyaistve Rossii [Study of the system of rationing in forestry of Russia] / S.S. Morkovina, E.A. Panyavina, I.A. Avdeeva // *Lesotekhnicheskii zhurnal [Forestry Engineering Journal]*. — 2019. — Vol. 9. — № 1 (33). — P. 176–187. — DOI: 10.12737/article_5c9201723dbb21.63764253. [in Russian]

4. Nazarenko I.N. Sovershenstvovanie metodicheskogo podkhoda k proektirovaniyu normativno-proizvodstvennykh norm ispolzovaniya novoi tekhniki v lesnom komplekse [To improve the methodological approach to the design of normative and production standards in the use of new technology in the forestry complex] / I.N. Nazarenko // *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law]*. — 2019. — № 11–2. — P. 121–128. — DOI: 10.17513/vaael.829. [in Russian]

5. Tipovye normy vyrabotki na lesokul'turnye raboty, vypolnyaemye v gornykh usloviyakh [Standard output norms for silvicultural work performed in mountainous conditions] : order of the Federal Forest Service of Russia № 100 of April 20, 1993. — Moscow, 1993. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/9014318> (accessed: 21.06.2026). [in Russian]

6. Panyavina E.A. Primenenie informatsionnykh tekhnologii v normirovanii truda v lesnom khozyaistve: sostoyanie i perspektivi [Digitalization of labor rate processes in forestry: state and prospects] / E.A. Panyavina, K.A. Osipova // *Menedzher goda [Manager of the Year] : proceedings of the International Scientific and Practical Forum*. — Voronezh : Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 2021. — P. 195–201. — DOI: 10.34220/MY2021_195-201. [in Russian]

7. Ob utverzhenii Metodicheskikh rekomendatsiy dlya federal'nykh organov ispolnitel'noy vlasti po razrabotke tipovykh otraslevykh norm truda [On approval of Methodological recommendations for federal executive bodies for the development of typical industry labor norms] : order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation of May 31, 2013 № 235. — Moscow, 2013. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=225348> (accessed: 20.06.2026). [in Russian]

8. Visser R. Effect of terrain steepness on machine slope when harvesting / R. Visser, H. Berkett // *International Journal of Forest Engineering*. — 2015. — Vol. 26. — № 1. — P. 1–9. — DOI: 10.1080/14942119.2015.1033211.

9. Enache A. Forestry operations in the European mountains: a study of current practices and efficiency gaps / A. Enache, M. Kühmaier, R. Visser [et al.] // *International Journal of Forest Engineering*. — 2016. — Vol. 31. — № 2. — P. 144–153. — DOI: 10.1080/02827581.2015.1130849.

10. Ezzati S. The impact of weather and slope conditions on the productivity, cost, and ghg emissions of a ground-based harvesting operation in mountain hardwoods / S. Ezzati, F. Tavankar, M.R. Ghaffariyan [et al.] // *Forests*. — 2021. — Vol. 12. — № 12. — DOI: 10.3390/f12121612.

11. Cavalli R. Steep terrain forest operations – challenges, technology development, current implementation, and future opportunities / R. Cavalli, D. Amishev // *International Journal of Forest Engineering*. — 2019. — Vol. 30. — № 3. — P. 175–181. — DOI: 10.1080/14942119.2019.1603030.