

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2026. № 3 (84). С. 136–144.

Buryat Agrarian Journal. 2026;3(84):136–144.

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АПК TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR AGROINDUSTRIAL SECTOR

Научная статья

УДК 630.232.32

doi: 10.34655/bgsha.2026.84.3.015

Совершенствование лесного плуга для подготовки почвы под посев лесных культур

С.С. Калашников, О.А. Алтаева, С.В. Кисова, О.С. Холмогорова

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова,
Улан-Удэ, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Сергеевич Калашников, goodron@yandex.ru

Аннотация. Восстановление лесов на вырубках и гарях является стратегической задачей лесного хозяйства России, особенно в регионах Сибири и Дальнего Востока. Применяемые серийные лесные плуги не в полной мере обеспечивают качественную подготовку почвы на завалуненных и закоряженных участках, а также не позволяют совмещать вспашку с посевными операциями. Задача исследования заключалась в теоретическом и экспериментальном обосновании усовершенствованной конструкции навесного двухотвального лесного плуга, которая позволяет уменьшить тяговое сопротивление, обеспечить более равномерную заделку семян и продлить срок службы рабочих органов. Исследования проводились в 2023–2025 гг. на базе Бурятской ГСХА и лесничеств Республики Бурятия. Использовались два опытных образца: пластинчатый и двухдисковый бороздодел. За прототип был выбран серийно выпускаемый лесной плуг ПКЛ-70 (плуг комбинированный лесной). При проведении полевых испытаний по общеизвестным методикам применялось также динамометрирование с последующей статистической обработкой данных. В результате работы было установлено, что двухдисковый бороздодел с шарнирно-пружинным механизмом обеспечивает стабильность глубины рядка до 94% (против 68% у пластинчатого аналога и 0% у прототипа) и снижение тягового сопротивления на 12–15% (по сравнению с пластинчатым аналогом). Ресурс рабочих органов возрастает в 3–4 раза. Полевая всхожесть семян сосны повышается с 62 до 84%, сохранность сеянцев – до 91%. Использование усовершенствованного лесного плуга, оснащённого двухдисковым бороздоделом, имеет под собой как экономическое, так и лесоводственное обоснование. Данная разработка может быть рекомендована для внедрения в лесничествах Забайкалья и Республики Бурятия.

Ключевые слова: лесной плуг, подготовка почвы, лесовосстановление, двухдисковый рабочий орган, вырубки, гари.

Forest plow improvement to prepare soil for forest crops sowing

Sergey S. Kalashnikov, Olga A. Altaeva, Svetlana V. Kisova, Olga S. Kholmogorova

Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, Ulan-Ude, Russia

Corresponding author: Sergey S. Kalashnikov, goodron@yandex.ru

Abstract. Reforestation of cleared and burned areas is a strategic objective for Russian forestry, particularly in Siberia and the Far East. Current commercial forestry plows do not fully ensure high-quality soil preparation in boulder and snaggy areas, also they fail to combine processes of plowing and seeding. The aim of the study was to substantiate theoretically and experimentally an improved design for a double-moldboard mounted forestry plow that would reduce draft resistance, improve seed placement uniformity and extend the service life of the working parts of a plow. The research was conducted from 2023 to 2025 at Buryat State Agricultural Academy and forestry units of the Republic of Buryatia. Two prototypes were used: one with a bladed furrower and one with a double-disc furrower. The commercially available PKL-70 (combined forest plow) forestry plow was selected as the prototype. During field testing along with standard methods usage, dynamometer testing was also brought into use, followed by statistical data processing. The study revealed that the double-disc furrower with a hinged spring mechanism ensures row depth stability of up to 94% (versus 68% of the bladed-type equivalent and 0% of the prototype) and a 12-15% reduction in draft resistance (compared to the bladed-type analogue). The service life of the working elements increases by 3-4 times. Field germination rate of pine seeds has increased from 62% to 84%, and seedling survival rate has increased up to 91%. The use of an improved forest plow with a double-disc furrower is justified from both economic and silvicultural perspectives. This device can be recommended for implementation in forestry units in Transbaikalia and the Republic of Buryatia.

Keywords: forest plow, soil preparation, reforestation, double-disc working element, slash areas, burnt areas.

Введение. Лесовосстановление на сплошных вырубках, гарях и других категориях земель, вышедших из-под лесного покрова, является приоритетным направлением государственной политики в области лесного хозяйства. Ежегодно в Российской Федерации площади, требующие искусственного и комбинированного лесовосстановления, исчисляются сотнями тысяч гектаров. Особенно остро эта проблема стоит в регионах Сибири и Дальнего Востока, где лесозаготовки и лесные пожары имеют значительные масштабы [1, 2].

В Республике Бурятия, Забайкальском крае и Иркутской области одним из наиболее распространённых методов подготовки почвы под лесные культуры остаётся бороздная обработка с использованием лесных плугов [2]. Исследования в области лесовосстановления, проводимые в последние годы, показывают, что успех создания лесных культур на 70–

80% зависит от качества подготовки почвы [3, 4, 5].

Наибольшее распространение получил навесной двухотвальный плуг ПКЛ-70, который, как показала многолетняя практика, обладает рядом существенных недостатков при работе на нераскорчеванных вырубках и гарях: высокая забиваемость порубочными остатками, повреждения при встрече с пнями и камнями, образование неровной борозды [6, 7]. Плуги типа ПКЛ-70 имеют низкую надежность из-за поломок рабочих органов о пни и других препятствий [8].

Для защиты рабочего органа от препятствий были предложены конструкции с дополнительной треугольной рамой, закрытой листовым железом («утюг»), сдвигающей посторонние предметы [9]. Однако эти усовершенствования не решали проблему отдельного формирования рядка для семян. Операция посева выполнялась отдельным агрегатом (лесной се-

ялкой) или вручную, что увеличивало сроки, уплотняло почву и повышало себестоимость.

Существуют также разработки многофункциональных плугов блочно-модульной конструкции. Так, Бартенев И.М. с соавторами предложили конструкцию, которая путем простых переналадок может быть адаптирована для работы на дренированных и временно переувлажненных почвах [10]. Однако эти орудия также не предусматривают возможности посева семян непосредственно в процессе вспашки.

Анализ патентной информации показывает, что проблема совмещения операций при лесовосстановлении остаётся актуальной [11, 12].

Авторским коллективом Бурятской ГСХА в 2022–2023 гг. были разработаны две полезные модели, направленные на устранение указанных недостатков:

1. Патент RU 213599 U1 «Усовершенствованный лесной плуг», содержащий пластинчатый бороздодел, формирующий рядок глубиной 1,5–2 см [13].

2. Патент RU 216995 U1 «Лесной плуг», в конструкции которого пластинчатый бороздодел заменён на двухдисковый рабочий орган с шарнирно-пружинным механизмом, обеспечивающий регулировку глубины рядка от 1 до 5 см и повышенную стабильность [14].

Цель исследований – экспериментально доказать, что усовершенствованный лесной плуг, оснащённый двухдисковым бороздоделом, превосходит плуг с пластинчатым бороздоделом и базовую модель.

Для достижения цели научной работы были поставлены задачи исследования:

1. Оценить агротехнические показатели работы (стабильность глубины, засорённость, повреждения рабочих органов).

2. Измерить тяговое сопротивление в различных почвенных условиях.

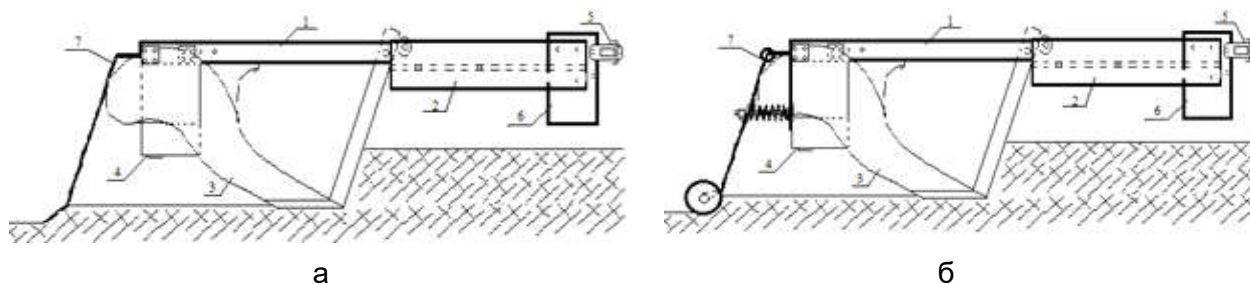
3. Определить ресурс рабочих органов.

4. Оценить лесоводственную эффективность (всхожесть, сохранность).

Условия, объекты и методы исследований. Исследования проводились в 2023–2025 гг. на базе ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова».

В рамках проведения экспериментальных исследований для возможности сравнительного анализа в качестве объектов исследований были определены три основных типа почвообрабатывающих орудий, различающихся по своему конструктивному исполнению и принципу работы бороздообразующих механизмов. Первый, выступающий в роли контрольного образца, – широко распространённый в лесном хозяйстве серийный, конструкция которого не предусматривает специализированных устройств для формирования посевного ложа и требует проведения дополнительного агротехнического прохода или ручного труда. Второй объект – опытный образец, созданный по патенту RU 213599 U1 (рис. 1а), который, в отличие от серийного аналога, уже оснащён специализированным пластинчатым бороздоделом, жестко закреплённым за корпусом плуга и предназначенным для нарезки неглубокого рядка, однако характеризующимся повышенным коэффициентом трения о почву и чувствительностью к микрорельефу дна борозды. Третий, наиболее технически сложный объект, – опытный образец по патенту RU 216995 U1 (рис. 1б), модернизация которого заключается в замене пассивного пластинчатого рабочего органа на двухдисковый бороздодел с шарнирно-пружинным механизмом, где диски установлены под углом друг к другу, работают по принципу качения, имеют индивидуальную подвеску и способны копировать неровности почвы, что, согласно гипотезе исследования, должно обеспечить стабильную глубину рядка при снижении общего тягового сопротивления агрегата.

Почвенные условия: дерново-среднеподзолистые и супесчаные почвы, завалуненность – до 15%, наличие пней – до 200 шт./га, количество порубочных остатков – до 120 м³/га.



1 – корпуса плуга; 2 – треугольная рама; 3 – двухотвальный корпус; 4 – пластинчатый клин; 5 – прицепная серьга с упорами; 6 – предохранительный клин; 7 – бороздодел.

Рисунок 1. Усовершенствованные плуги: а) с пассивным пластинчатым бороздоделом; б) с двухдисковым бороздоделом с шарнирно-пружинным механизмом

Агротехническая оценка проводилась по методике ВНИИЛМа [15]. Измерялись глубина вспашки, глубина рядка, равномерность борозды, степень засорённости порубочными остатками. Измерения проводились в 20-кратной повторности через каждые 10 м.

Тяговые испытания выполнялись с использованием динамометрической установки на базе трактора Беларус 1221 (скорость 2,5–3,0 км/ч). Фиксировалось сопротивление в трёхкратной повторности на участках длиной 100 м.

Оценка ресурса проводилась методом стендовых испытаний и наработкой на отказ (поломка или критический износ рабочих органов).

Лесокультурная оценка включала посев семян сосны обыкновенной с последующим учётом полевой всхожести (через

30 дней) и сохранность семян (через 24 месяца).

Статистическая обработка проводилась с использованием программ MS Excel и Statistica 10. Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате трёхлетних полевых испытаний (2023–2025) были получены данные, позволившие количественно оценить влияние конструктивных особенностей исследуемых плугов на агротехнические, энергетические и эксплуатационные показатели, а также на последующую лесоводственную эффективность.

Агротехническая оценка проводилась по общеизвестной методике, результаты усреднённых за три года измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Агротехнические показатели работы плугов

Показатель	ПКЛ-70	RU 213599 U1	RU 216995 U1
Глубина вспашки, см	45–55	45–50	45–50
Глубина рядка для семян, см	отдельная операция	1,5–2,0 (нестабильно)	1,5–5,0 (регулируется)
Стабильность глубины рядка, %	—	68	94
Засорённость порубочными остатками, %	18–25	6–8	4–6
Повреждения рабочих органов (кол-во за смену)	2–3	1–2	0–1

Как видно из таблицы 1, переход на двухдисковый рабочий орган позволил повысить стабильность глубины с 68 до 94%. Замена пластинчатого бороздодела на диски также снизила налипание почвы и

забивание рабочим пространством, что особенно важно на влажных суглинках.

Наиболее показательным параметром, характеризующим пригодность плуга для совмещённого посева, является

стабильность глубины формируемого семенного рядка (коэффициент вариации глубины). Для серийного плуга ПКЛ-70, не оснащённого бороздоделом, посев семян в чистую борозду без специальной подготовки невозможен, поэтому оценка стабильности не проводилась (соответствующая графа в таблице не заполнена).

Для опытного образца по патенту RU 213599 U1, оснащённого пластинчатым бороздоделом, стабильность глубины рядка составила 68%. Колебания глубины варьировали в пределах 0,5–3,2 см, что связано с двумя факторами: во-первых, жёсткое крепление пластины к раме плуга не позволяло копировать неровности дна борозды (перепады высот до 4–5 см), во-вторых, налипание влажной почвы на переднюю кромку пластины через каждые 15–20 м работы приводило к заклиниванию и временному возрастанию глубины.

Для двухдискового бороздодела (патент RU 216995 U1) стабильность глубины достигла 94% (коэффициент вариации 6%, что является высоким показателем для лесных почвообрабатывающих агре-

гатов). Это достигнуто за счёт шарнирной подвески каждого диска и пружинного механизма прижатия, которые обеспечивают независимое копирование микрорельефа дна канала.

Серийный плуг ПКЛ-70 существенно заиливается и забивается порубочными остатками (ветви, кора, мелкие пни). В наших испытаниях после прохода ПКЛ-70 на поверхности борозды оставалось от 18 до 25% массы исходного вороха порубочных остатков, что создаёт экран, препятствующий доступу семян к минеральному слою почвы. Установка треугольной рамы-утюга на опытных образцах (оба патента) сдвигает мелкие препятствия в стороны до подхода корпуса плуга. В результате засорённость снижается до 6–8% для пластинчатого и до 4–6% для двухдискового бороздодела.

Одним из главных показателей энергетической эффективности модернизации является тяговое сопротивление при различных почвенных условиях. Результаты динамометрирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Тяговое сопротивление плугов

Тип почв	ПКЛ-70	RU 213599 U1	RU 216995 U1	Снижение к прототипу
Дерново-среднеподзолистая	28,4±1,9	29,5±2,1	25,1±1,6	14,9%
Супесчаная	22,6±1,7	23,4±1,9	19,8±1,4	15,4%

Сравнение контрольного плуга ПКЛ-70 и опытного образца по патенту RU 213599 U1 показывает незначительный рост сопротивления (на 3–4%) у последнего. Это связано с добавлением пластинчатого клина и пластинчатого бороздодела, создающих дополнительное сопротивление. Однако этот недостаток компенсируется возможностью совмещения операций.

Переход от пластинчатого к двухдисковому бороздоделу (сравнение RU 216995 U1 с RU 213599 U1) даёт снижение сопротивления на 14,9–15,4%, что является статистически достоверным

($p \leq 0,05$). Величина снижения составила 3,5–4,4 кН в абсолютных значениях. Это объясняется заменой процесса трения скольжения (пластина о почву) трением качения (диски о почву) и уменьшением площади контакта дисков с почвой по сравнению с пластиной.

Для трактора класса 1,4–2,0 снижение тягового сопротивления на 4 кН эквивалентно экономии топлива приблизительно 0,8–1,2 л/га, или 8–10% от общего расхода топлива на вспашку, что подтверждается экономическими расчётами.

Стендовые испытания (циклическое

нагружение) и накопление наработки в полевых условиях позволили оценить наработку на отказ для рабочих органов, не-

посредственно контактирующих с почвой. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Ресурс и надёжность рабочих органов

Рабочий орган	Наработка на отказ (га)	Типичный вид отказа
Пластинчатый бороздодел (патент RU 213599 U1)	120–150	Усталостная трещина или пластический изгиб пластины
Двухдисковый бороздодел (патент RU 216995 U1)	500–600	Износ подшипников (замена через 500–600 га)

У пластинчатого бороздодела при ударе о камень или пенёк вся энергия удара поглощается пластиной, что приводит к её деформации или разрушению уже при 120–150 га обработки. У двухдискового бороздодела диск при встрече с препятствием проворачивается (качение), энергия удара частично рассеивается, а ударная нагрузка на ось и подшипник снижается. Подшипники закрытого типа требуют

замены каждые 500–600 га, но пластина или диск при этом не разрушаются.

Влияние качества подготовки почвы и семенного ложа на конечный результат лесовосстановления оценивалось по двум ключевым показателям: полевая всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) через 30 дней после посева и сохранность сеянцев через 24 месяца (табл. 4).

Таблица 4 – Лесоводственная эффективность (среднее за 2024–2025 гг.)

Показатель	Контроль (ПКЛ-70 + ручной посев)	RU 216995 U1
Полевая всхожесть, %	62,3±3,1	83,6±2,4
Сохранность на 2-й год, %	76,1±3,2	90,5±2,1

Повышение полевой всхожести семян с 62,3% на контроле до 83,6% при использовании усовершенствованного плуга (патент RU 216995 U1) обусловлено совокупностью трёх ключевых факторов. Во-первых, применение двухдискового бороздодела с шарнирно-пружинным механизмом обеспечивает высокую стабильность глубины формируемого рядка (коэффициент стабильности 94% против 68% у прототипа с пластинчатым рабочим органом), что критически важно для мелких семян сосны обыкновенной, оптимальная глубина заделки которых составляет 1,0–1,5 см, а любые отклонения в 2–3 см резко снижают выход всходов. Во-вторых, конструктивная особенность плуга позволяет снизить засорённость обработанной полосы порубочными остатками с 18–25% (для серийного ПКЛ-70) до 4–6%, благодаря чему исключается механическое экранирование семян и образование «воздушных карманов», препятствующих их кон-

такту с минеральным слоем почвы. В-третьих, в отличие от пластинчатого бороздодела, оставляющего после прохода рыхлую, склонную к осыпанию кайму, двухдисковый рабочий орган обеспечивает эффект естественного уплотнения дна и стенок рядка, формируя так называемое «семенное ложе», которое улучшает капиллярный подток влаги к семенам и их последующий контакт с почвой.

Сеянцы, выросшие из семян, заделанных усовершенствованным плугом, имеют более развитую корневую систему: отсутствие заваливания рядка порубочными остатками обеспечивает свободный доступ влаги и воздуха в зону корнеобитания. Лучшая аэрация и меньшая плотность почвы способствуют формированию скелетных корней, что повышает устойчивость сеянцев в первый вегетационный период и сохранность после перезимовки.

Таким образом, совокупность полу-

ченных экспериментальных данных (стабильность глубины рядка 94%, снижение тягового сопротивления на 15%, увеличение ресурса рабочих органов в 3–4 раза, повышение всхожести с 62% до 84% и сохранности до 91%) позволяет заключить, что плуг по патенту RU 216995 U1 превосходит как серийный аналог (ПКЛ-70), так и прототип (RU 213599 U1) по всем ключевым критериям – агротехническим, энергетическим, эксплуатационным и лесоводственным.

Выводы: 1. Анализ существующих конструкций лесных плугов показал, что они не в полной мере обеспечивают стабильную глубину рядка и имеют повышенное тяговое сопротивление при работе на нераскорчеванных вырубках и гарях.

2. Разработанная полезная модель по патенту RU 216995 U1, оснащённая двух-

дисковым бороздоделом с шарнирно-пружинным механизмом, обеспечивает стабильность глубины рядка до 94% (против 68% у прототипа), снижение тягового сопротивления на 12–15% и увеличение ресурса рабочих органов в 3–4 раза (до 500–600 га).

3. Применение усовершенствованного плуга позволяет повысить полевую всхожесть семян сосны с 62 до 84%, а сохранность сеянцев – до 91%, что снижает объёмы пересева и сокращает затраты на лесовосстановление.

4. Данная разработка (по патенту RU 216995 U1) может быть рекомендована для внедрения в лесничествах Забайкалья и Республики Бурятия, где значительные площади вырубок и гарей требуют качественной механизированной подготовки почвы.

Список источников

1. Зинин В.Ф., Бартенев И.М., Лысыч М.Н. Технология и механизация лесохозяйственных работ. Москва: Академия, 2004. 304 с. EDN: QKVXYF
2. Оценка процессов лесовосстановления в сухостепной зоне Кяхтинского лесничества Республики Бурятия / С.В. Кисова, А.Н. Гладинов, В.Ю. Татарникова [и др.] // Успехи современного естествознания. 2023. № 12. С. 33–38. DOI 10.17513/use.38167. EDN: BSXDMB.
3. Сунгурова Н.Р., Сунгуров Р.В., Гаевский Н.П. Анализ эффективности искусственного лесовосстановления и предложения по его улучшению // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 8-1(145). С. 71–76. EDN: TFDQLZ.
4. Долматов С.Н., Колесников П.Г. Совершенствование технологии подготовки почвы отвальной вспашкой при лесовосстановлении // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. 41, № 5. С. 431–439. DOI: 10.53374/1993-0135-2023-5-431-439. EDN: OSWVYP.
5. Искусственное и комбинированное лесовосстановление на гарях: обзор исследований / Н.В. Булатова, К.А. Волков, А.М. Громов [и др.] // Наукосфера. 2021. № 12-2. С. 117–122. EDN: UFKKQM.
6. Совершенствование технологий и средств механизации искусственного лесовосстановления в Дальневосточном федеральном округе / Д.А. Голубев, К.Е. Гула, К.А. Колобанов, А.А. Иванова // Реализация Стратегии развития лесного комплекса РФ до 2030 года в новых реалиях : мат-лы Всерос. науч.-практ. конф., Иркутск, 16 декабря 2022 года / науч. редактор О.И. Горбунова. Иркутск: Байкальский государственный университет, 2023. С. 113–120. EDN: VXJMSF.
7. Бартенев И.М., Драпалюк М.В. Совершенствование технологии лесовосстановления на вырубках с применением энергонасыщенных тракторов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 5 (383). С. 117–133. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-117-133. EDN: PNKKWO.
8. Заболотских П.В., Мухортов Д.И. Оценка качества выполнения основной обработки почвы плугом ПКЛ-70 // Повышение эффективности лесного комплекса : мат-лы III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. Петрозаводск, 30 мая 2017 года. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2017. С. 73–75. EDN: YTQVEM.
9. Авторское свидетельство № 152590 А1 СССР, МПК А01В 13/04. Лесной двухотвальный навесной плуг : № 734148/30-15 : заявл. 12.06.1961 : опубл. 12.02.1963 / В.Ф. Алексеев. EDN: OIPCWN.
10. Многофункциональный лесной плуг / И.М. Бартенев, М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов, И.Е. Донцов // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7. № 3 (27). С. 193–200. DOI: 10.12737/article_59c215c32fe8d8.24740444. EDN: ZQTJDR.
11. Патент № 2583609 С1 Российская Федерация, МПК А01В 13/00, А01В 3/00. Многофункциональный лесной лемешный плуг : № 2015114477/13 : заявл. 17.04.2015 : опубл. 10.05.2016 / И.М. Бартенев, М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова». EDN: ZFTCJB.

12. Патент № 2427122 С1 Российская Федерация, МПК А01В 79/00. Способ вспашки лесной почвы : № 2010105160/21 : заявл. 12.02.2010 : опубл. 27.08.2011 / А.А. Головин, А.А. Головин ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью Творческое внедренческое предприятие "Новатор". EDN: UXRLHM.
13. Патент на полезную модель № 213599 U1 Российская Федерация, МПК А01В 17/00, А01В 49/04, А01С 11/04. Усовершенствованный лесной плуг : № 2022101999 : заявл. 28.01.2022 : опубл. 19.09.2022 / С.С. Калашников, М.Б. Балданов, О.А. Алтаева, С.В. Кисова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.П. Филиппова". EDN: NPDOQE.
14. Патент на полезную модель № 220357 U1 Российская Федерация, МПК А01В 13/02, А01С 5/06. Лесной плуг : № 2023112403 : заявл. 11.05.2023 : опубл. 11.09.2023 / С.С. Калашников, О.А. Алтаева, В.А. Петров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.П. Филиппова". EDN: ISJKOD.
15. Методика полевых испытаний лесных почвообрабатывающих орудий / ВНИИЛМ. Пушкино, 2010. 85 с.

References

1. Zinin V.F., Bartenev I.M., Lysych M.N. Technology and mechanization of forestry works. Moscow, Akademiya Publ., 2004. 304 p. (In Russ.). EDN: QKVXYF.
2. Kisoa S.V., Gladinov A.N., Tatarnikova V.Yu. et al. Assessment of reforestation processes in the dry steppe zone of the Kyakhta forestry of the Republic of Buryatia. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2023;12:33-38 (In Russ.). DOI: 10.17513/use.38167
3. Sungurova N.R., Sungurov R.V., Gaevskiy N.P. Analysis of artificial reforestation efficiency and suggestions on its improvement. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014; 8-1(145):71-76 (In Russ.). EDN: TFDQLZ.
4. Dolmatov S.N., Kolesnikov P.G. Improving of the technology of soil preparation by slow powing during forest reforestation. *Conifers of the boreal area*. 2023; Vol. 41, No 5: 431-439. (In Russ.) DOI: 10.53374/1993-0135-2023-5-431-439.
5. Bulatova N.V., Volkov K.A., Gromov A.M., et al. Artificial and combined reforestation in burned areas: a review of research. *Naukosfera*, 2021;12-2:117-122 (In Russ.). EDN UFKKQM.
6. Golubev D.A., Gula K.E., Kolobanov K.A., Ivanova A.A. Improving technologies and means of mechanization of artificial reforestation in the Far Eastern Federal District. *Implementation of the Development Strategy of the Forestry Complex of the Russian Federation until 2030 in the new realities. Proc. of the All-Russ. Sci. and Pract. Conf.*. Irkutsk, Baikal State University Publ., 2023. Pp. 113-120 (In Russ.). EDN: VXJMSF.
7. Bartenev I.M., Drapalyuk M.V. Improving the technology of reforestation on clearings using energy-saturated tractors. *Russian forestry journal*. 2021;5(383): 117-133 (In Russ.). DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-117-133.
8. Zabolotskikh P.V., Mukhortov D.I. Assessment of the quality of primary tillage with the PKL-70 plow. *Improving the efficiency of the forestry complex. Proc. of the III All-Russ. Sci. and Pract. Conf. with Int. Part*. Petrozavodsk. State University Publ., 2017. Pp. 73-75 (In Russ.). EDN YTQVEM.
9. Alekseev V.F. Forest double-furrow mounted plow. USSR Author's Certificate no. 152590 A1, IPC A01B 13/04. Publ. 12.02.1963 (In Russ.). EDN: OIPCWN.
10. Bartenev I.M., Lysych M.N., Shabanov M.L., Dontsov I.E. Multifunctional forest plow. *Forestry engineering journal*. 2017;Vol.7,No3(27):193-200 (In Russ.). DOI: 10.12737/article_59c215c32fe8d8.24740444.
11. Bartenev I.M., Lysych M.N., Shabanov M.L. Multifunctional forest share plow. Patent RF no. 2583609 C1, IPC A01B 13/00, A01B 3/00. Publ. 10.05.2016 (In Russ.). EDN: ZFTCJB.
12. Golovin A.A., Golovin A.A. Method of plowing forest soil]. Patent RF no. 2427122 C1, IPC A01B 79/00. Publ. 27.08.2011 (In Russ.). EDN: UXRLHM.
13. Kalashnikov S.S., Baldanov M.B., Altaeva O.A., Kisoa S.V. Improved forest plow. Utility model patent RF no. 213599 U1, IPC A01B 17/00, A01B 49/04, A01C 11/04. Publ. 19.09.2022 (In Russ.). EDN: NPDOQE.
14. Kalashnikov S.S., Altaeva O.A., Petrov V.A. et al. Forest plow. Utility model patent RF no. 220357 U1, IPC A01B 13/02, A01C 5/06. Publ. 11.09.2023 (In Russ.). EDN: ISJKOD.
15. Methods of field testing of forest tillage implements. Pushkino, VNIILM Publ., 2010. 85 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Сергей Сергеевич Калашников – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механизации сельскохозяйственных процессов, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, goodron@yandex.ru;

Ольга Алексеевна Алтаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры общего земледелия, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, altaeva_olga@mail.ru;

Светлана Владимировна Кисова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесоводства и лесоустройства, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, kisova.svetlana@mail.ru;

Ольга Сергеевна Холмогорова – магистрант, направление Лесное дело, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова.

Information about the authors

Sergey S. Kalashnikov – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Chair of mechanization of agricultural processes, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, goodron@yandex.ru;

Olga A. Altaeva – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, General Farming Chair, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, altaeva_olga@mail.ru;

Svetlana V. Kisova – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Head of Forest Science and Forest Management Chair, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, kisova.svetlana@mail.ru;

Olga S. Kholmogorova – Master's student, Forestry direction, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov.

Статья поступила в редакцию 29.04. 2026; одобрена после рецензирования 27.05.2026; принята к публикации 09.06.2026.

The article was submitted 29.04.2026; approved after reviewing 27.05.2026; accepted for publication 09.06.2026.