

Вездеходный адаптер на базе мотоблока для различных лесных работ

А.А. Чураков^{1а}, И.В. Григорьев^{2б}, И.С. Должиков^{3с}, О.И. Григорьева^{4д},
Е.А. Тихонов^{5е}, С.И. Ревяко^{6ф}

¹ ООО «ПИР», Трехпрудный пер., 9, Москва, Россия

² Арктический государственный агротехнологический университет, Сергеляхское шоссе, 3, Якутск, Республика Саха (Якутия)

³ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ул. 2-я Красноармейская, 4, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер., 5, Санкт-Петербург, Россия

⁵ Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия

⁶ Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. Кортунова, ул. Пушкинская, 111, Новочеркасск, Россия

^а ti-lex@yandex.ru, ^б silver73@inbox.ru, ^с idolzhikov222@mail.ru, ^д grigoreva_o@list.ru,

^е tihonov@petersu.ru, ^ф revyako77@mail.ru

^а <https://orcid.org/0009-0003-6066-6402>, ^б <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>, ^с <https://orcid.org/0000-0002-2738-0483>,

^д <https://orcid.org/0000-0001-5937-0813>, ^е <https://orcid.org/0000-0003-2136-3268>, ^ф <https://orcid.org/0000-0001-7362-5042>

Статья поступила 08.05.2023, принята 22.05.2023

Жизнь местного населения большей части территории Российской Федерации тесно связана с сельским хозяйством и различными видами пользования лесом. Сельские жители Северо-Запада, Сибири, Дальнего Востока используют в быту, для различных работ средства малой механизации, такие как мотоблоки, мини-тракторы, и т. д. Они используются не только для выполнения каких-либо технологических операций небольшого масштаба — обработка огородов, стрижка газонов и т. д., но и для транспортировки различных небольших грузов. Причем дорожная сеть, особенно из качественных дорог с твердым покрытием, в рассматриваемой местности развита крайне слабо или не развита совсем. Особенно если говорить о лесных массивах. Значительная часть сельских жителей не может себе позволить иметь большой спектр различной техники и остро нуждается в универсальных технических решениях, позволяющих объединять в себе возможности маломощного технологического оборудования и транспортных средств высокой проходимости. Причем недорогих, экономичных, высокопроходимых, созданных по модульному принципу проектирования, максимально предпочтительно — из серийно выпускаемых узлов и деталей. В статье обоснована недорогая технологическая конструкция адаптера для мотоблока, позволяющая сделать на его базе высокопроходимое транспортное средство небольшой грузоподъемности, которое будет востребовано как в подсобном сельскохозяйственном производстве, так и на различных операциях в лесном хозяйстве и при различных видах пользования леса.

Ключевые слова: средства малой механизации; вездеходная техника; лесопользование; мини-тракторы; мотоблоки; лесное хозяйство.

All-terrain adapter based on a motoblock for various forest works

A.A. Churakov^{1а}, I.V. Grigoriev^{2б}, I.S. Dolzhikov^{3с}, O.I. Grigorieva^{4д},
E.A. Tikhonov^{5е}, S.I. Revyako^{6ф}

¹ LLC «PIR»; 9, Trekhprudny Ave., Moscow, Russia

² Arctic State Agrotechnological University; 3 km, Sergelyakhskoye Shosse, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia)

³ St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 4, 2nd Krasnoarmeyskaya St., St. Petersburg, Russia

⁴ St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov; 5, Institutsky Ave., St. Petersburg, Russia

⁵ Petrozavodsk State University; 33, Lenin Ave., Petrozavodsk, Republic of Karelia

⁶ NovoCherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A. Kortunov; 111, Pushkinskaya St., NovoCherkassk, Russia

^а ti-lex@yandex.ru, ^б silver73@inbox.ru, ^с idolzhikov222@mail.ru, ^д grigoreva_o@list.ru,

^е tihonov@petersu.ru, ^ф revyako77@mail.ru

^а <https://orcid.org/0009-0003-6066-6402>, ^б <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>, ^с <https://orcid.org/0000-0002-2738-0483>,

^д <https://orcid.org/0000-0001-5937-0813>, ^е <https://orcid.org/0000-0003-2136-3268>, ^ф <https://orcid.org/0000-0001-7362-5042>

Received 08.05.2023, accepted 22.05.2023

The life of the local population of a large part of the territory of the Russian Federation is closely connected with agriculture and with various types of forest use. In everyday life rural residents of the North-West, Siberia, the Far East use for various works different means of small mechanization such as motoblocks, mini-tractors, etc. They are used not only to perform any small-scale technological operations – gardening, lawn mowing, etc., but also for transporting various small loads. Moreover, the road network, especially of high-quality paved roads, is extremely poorly developed or undeveloped at all in the area under consideration, especially, if we talk about woodlands. A significant part of rural residents cannot afford to have a large range of different equipment, and they are in dire need of universal technical solutions that allow combining the capabilities of low-power technological equipment and vehicles, high cross-country capability. Moreover, inexpensive, economical, highly passable, created according to the modular design principle, preferably as much as possible from mass-produced components and parts. The article substantiates an inexpensive, technological design of an adapter for a motorblock, which makes it possible to make a highly passable small-capacity vehicle on its basis, which will be in demand both in auxiliary agricultural production and in various operations in forestry, and in various types of forest use.

Keywords: means of small mechanization; all-terrain vehicles; forestry; mini-tractors; motoblocks; forestry.

Введение. Качественное среднее и высшее образование в СССР, достаточная грамотная политика в области поддержки технических талантов привели к массовому развитию движения изобретателей и рационализаторов, усилия которых были направлены на создание новых технических и технологических решений во многих сферах деятельности [1–3]. В том числе это касается и разработки различных концептов вездеходной техники [4; 5]. По данным [6], в СССР массовое движение в области разработки и испытаний различных видов вездеходов, созданных руками энтузиастов данного направления, началось с конца 70-х гг. XX в. Данное движение было поддержано различными государственными организациями, например, ДОСААФ, которые приняли активное участие в организации смотров-конкурсов такой техники. В частности, конкурсы «Пневматик» проходили в Надыме (1987), Архангельске (1988), Ярославле (1989), Тюмени (1990) и Москве (1991). Такие мероприятия способствовали выявлению достоинств и недостатков предложенных энтузиастами технических решений, а широкое освещение в сми — популяризации этого хобби.

К сожалению, с развалом СССР широкое направление изобретательства и рационализаторства во многом кануло в лету. Но проблемы, которые пытались решить энтузиасты вездеходного движения, никуда не ушли.

Конечно, и во времена СССР, и сейчас в Российской Федерации выпускаются достаточно надежные вездеходные машины высокой проходимости как на колесном, так и на гусеничном ходу. Но машины эти очень дорогие, их могут позволить себе Министерство обороны, Министерство по чрезвычайным ситуациям, другие государственные структуры, ОАО «Газпром» и другие достаточно богатые компании, нуждающиеся в такой технике [7–9]. Среднестатистический сельский житель, особенно осуществляющий различные виды лесопользования, такую технику себе позволить не может, хотя зачастую не менее остро в ней нуждается [10–12]. Только не в такой мощной. При этом и государство нуждается в том, чтобы сельские жители, мелкие лесопользователи были обеспечены такой техникой, ведь для них это зачастую возможность дополнительного заработка, что весьма благоприятно влияет на социально-экономическую обстановку [13; 14].

Цель работы: предпринята попытка обоснования конструкции адаптера для мотоблока, позволяющая получить недорогое транспортное средство высокой проходимости с небольшой грузоподъемностью.

Материалы и методы исследования. Большая часть концептов недорогих колесных вездеходных машин, предложенных энтузиастами во времена СССР и в последующие годы, представляет собой достаточно простые конструкции с колесными формулами 3К2 и 4К4. Их объединяет принцип использования движителей в виде пневматиков низкого давления, благодаря которым эти машины могут преодолевать глубокий снег, переувлажненные и заболоченные участки и даже водные преграды. Предложенная в [6] классификация вездеходных транспортных средств представлена на рис. 1.

Темным цветом на рис. 1 обозначены транспортные средства, относимые к вездеходам на колесах сверхнизкого давления, имеющим свои конструктивные и эксплуатационные особенности.

Обычно эти машины имеют маломощные двигатели, часто от отечественных легковых автомобилей, и самую простую трансмиссию, что позволяет существенно облегчать и удешевлять их конструкцию [15].

Также, как правило, они оснащаются высокоэластичными колесами сверхнизкого давления ($0,5\text{--}2,0\text{ МПа}\cdot 10^{-2}$), заодно играющими и роль подвески [16–18]. Если колеса с нормальным или даже низким давлением обеспечивают движение за счет трения шин о почвогрунт, а также внедрения в них развитых грунтозацепов, то высокоэластичное колесо обеспечивает движение, в основном, за счет механического взаимодействия камеры с внедряющимися в нее микронеровностями поверхности движения и сил трения между колесами и почвогрунтом [19]. При этом следует отметить, что, в отличие от обычных колес лесопромышленных тракторов, которые, воспринимая динамические нагрузки от микронеровностей пути, передают их на почвогрунт, дополнительно уплотняя его, на подвеску трактора, создавая дополнительные колебательные нагрузки на конструкцию трактора и на оператора, колеса сверхнизкого давления не оказывают дополнительной динамической нагрузки на почвогрунт, трактор и оператора.

На рис. 2 представлена оригинальная конструкция вездеходного адаптера ЛУМ (легкий, универсальный, мотоблочный) для мотоблока, который позволяет получить двухосное колесное транспортное средство высокой проходимости.

Данная конструкция вездеходного адаптера позволяет получить высокую ремонтпригодность и минимальную стоимость эксплуатации. Возможно применение мотоблока любого известного бренда, обеспеченного запчастями в районе предполагаемой эксплуата-

ции. Обладает простой и надежной конструкцией трансмиссии. Имеет возможность перемещения на стандартном автомобильном прицепе грузоподъемностью до 500 кг. Также есть возможность быстрой частичной разборки для погрузки и разгрузки в автотранспорт без использования грузоподъемной техники.

Предлагаемая конструкция оснащена двумя осями с цепными приводами на них при отсутствии дифференциалов.



Рис. 1. Классификация вездеходных транспортных средств. Источник: [1]

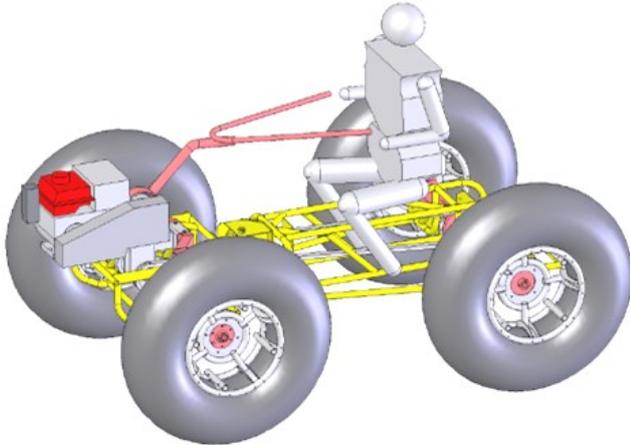


Рис. 2. Общий вид вездеходного адаптера ЛУМ

В качестве силовой установки в данном вездеходном адаптере предлагается использовать мотоблок с двигателем мощностью от 6 до 10 л.с. Мотоблок устанавливается в переднюю полураму без доработок в течение 10...15 мин. Две полурамы соединены одноосным шарниром с вертикальной осью. Рулевое управление осуществляется при помощи изменения угла между полурамами (рис. 3).

Привод передней оси вездеходного адаптера осуществляется при помощи втулочно-роликовой цепи цепной передачи от звездочки, установленной на выходном валу мотоблока. Привод задней оси осуществляется втулочно-роликовой цепью от звездочки, установленной на выходном валу мотоблока, через сдвоен-

ный карданный шарнир, расположенный в сочленении полурам (рис. 4).

При таком конструктивном варианте появляется возможность свободного вращения колес на задней оси, при этом привод будет только на переднюю ось.

Колеса представляют собой сварной трубчатый обод с установленной шиной-оболочкой сверхнизкого давления (0,5–2,0 МПа · 10⁻²).

Получаемое транспортное средство высокой проходимости имеет эксплуатационные возможности перемещения до двух человек и прицепа вне дорог общего пользования, в том числе по грунтам с низкой несущей способностью; преодоления незначительных водных преград, в том числе и вплавь. И, что очень важно, при движении не происходит колеобразование с повреждением верхнего слоя почвогрунта [20; 21].

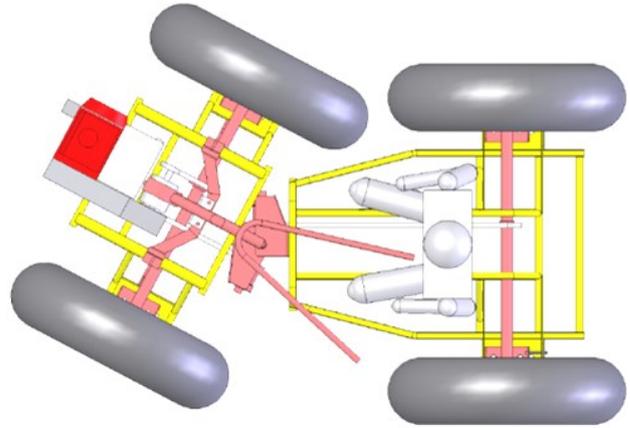


Рис. 3. Поворот вездеходного адаптера

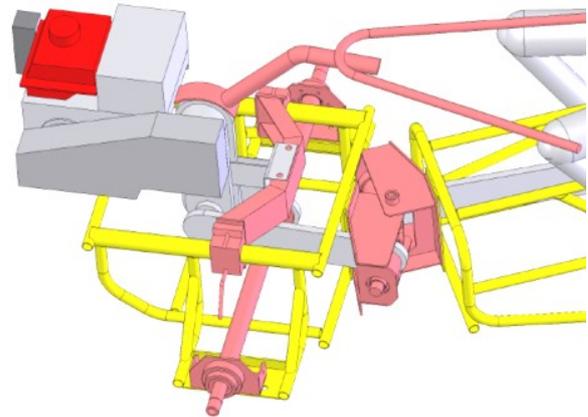


Рис. 4. Соединение полурам вездеходного адаптера

Характеристики вездехода ЛУМ, используемые в сравнении:

Масса адаптера — 185 кг. Силовая установка — мотоблок с мощностью двигателя 6–8 л.с. Полная масса — не более 250 кг. Грузоподъемность адаптера в сборе — 250 кг. Максимальная скорость 14 км/ч. Грузоподъемность прицепа — 100 кг. Стоимость в сборе с мотоблоком 280 тыс. р.

Группа аналогов по применению — вездеходы на шинах сверхнизкого давления. Стоимость сильно варьируется, рассматриваться будут варианты, близкие по стоимости и характеристикам.

Принципиальная компоновка предлагаемого адаптера представляется достаточно оптимальной. Однако

некоторые элементы ее конструкции могут быть улучшены, особенно с учетом различных возможных вариантов природно-производственных условий эксплуатации, например, при необходимости некоторого повышения грузоподъемности.

Была произведена проверка 3D модели рамы на прочность методом конечных элементов.

Рулевое усилие было проверено натурным производственным экспериментом, путем установки удлинителей осей на мотоблок с последующим движением с нагруженным прицепом по пересеченной местности. Во время эксперимента был установлен факт нецелесообразности наличия горизонтальной оси скручивания узла перелома.

Колеса для предлагаемого адаптера должны быть достаточно большого диаметра и иметь большую ширину для обеспечения высокой экологической совместимости с лесной средой, т. е. условия, что давление на почвогрунт не превышает предела прочности на сдвиг верхнего почвенного горизонта. Особенно важно выполнение этого условия в лесах на вечной мерзлоте в летний период, когда оттаивание подстилающего слоя мерзлоты существенно снижает предел прочности на сдвиг верхнего почвенного горизонта. Выполнение этого условия обеспечит неразрушающее взаимодействие колесного движителя с лесным почвогрунтом, движение вездеходного адаптера без образования колеи, что одновременно обеспечивает снижение сил сопротивления движению, повышение проходимости и снижение энергоемкости перемещения [22; 23].

Вездеходов на шинах низкого давления и сегодня производится в России великое множество, от 4x4 до 8x8, но:

1. Ценник на вездеходы начинается от 1 млн р., и при такой стоимости коммерческое использование требует высокую доходность применения.

2. Сложность эксплуатации и ремонта, обусловленная используемыми компонентами и оригинальностью конструкции.

3. Большие вес и габариты, не позволяющие оперативно перевозить их при помощи легковых коммерческих автомобилей. При этом собственная максимальная скорость не превышает 40 км/ч.

Адаптер ЛУМ построен на базе мотоблока, и его ремонт можно произвести простой заменой мотоблока с последующим его ремонтом в комфортных условиях или специализированной мастерской. Цена ремонта очень бюджетная, стоимость приобретения вполне по карману как частникам, так и юрлицам. Низкая стоимость позволяет покупать ЛУМ для нечастого и нерегулярного использования. Адаптер можно разобрать на несколько частей для транспортировки и хранения и быстро собрать.

Ниже приведен краткий обзор наиболее близких по характеристикам вездеходов.

ЗИС-5 и аналоги — близкая стоимость. При близкой стоимости и большей грузоподъемности значительно больше по весу и размерам. Вес и размеры усложняют быстрое перемещение автотранспортом.

Вездеход «Атаман» — близкая стоимость и грузоподъемность, беспрепятственное перемещение автотранспортом, но нет возможности преодоления водных пре-

град и более низкая проходимость на слабонесущих грунтах.

Квадроциклы — не позволяют преодолевать водные преграды, имеют более высокую стоимость.

Импортные вездеходы — сравнимая проходимость, способны преодолевать водные преграды. Но они не поставляются в страну и имеют большую массу, значительно более высокую цену и высокую стоимость эксплуатации.

Возможное применение вездехода ЛУМ:

Добывающая промышленность — перемещение людей и грузов при геологоразведке, инспекционных объездах объектов и т. д. Перемещение легких грузов и людей при работе в сложных дорожных условиях.

Для активного отдыха (туризм).

В сельском хозяйстве, например, для внесения удобрений ранней весной, инспекции полей и т. д.

В лесном хозяйстве — перевозка людей и грузов при проведении лесохозяйственных работ и при различных видах лесопользования (охота, рекреация, подсочка, сбор пищевых и лекарственных растений, доставка необходимых химических средств для ухода за лесом, доставка посевного или посадочного материала при смешанном лесовосстановлении на удаленных и труднодоступных вырубках и гарях, патрулирование) [23; 24].

Вместе с тем, необходимо учитывать, что предлагаемая конструкция вездеходного адаптера не имеет конструктивной возможности обеспечения безопасности оператора при аварийных ситуациях — опрокидывании или падения дерева (его части) на машину, в отличие от специализированных лесных машин, входящих в лесозаготовительные комплексы [26–28].

Отдельным, и весьма важным вариантом использования предлагаемого вездеходного адаптера является возможность его использования для тушения лесных пожаров. Например, его возможно использовать совместно с техническим решением *Fire stop 200/30* компании *Cristanini* (Италия).

Данная система пожаротушения представляет собой легкое модульное транспортное средство, которым эффективно могут управлять два человека.

Система *Fire stop 200/30* обладает следующими преимуществами:

- Высокая мобильность;
- Низкие водо- и энергопотребление
- Простота в использовании;
- Многофункциональность;
- Высокая производительность;
- Позволяет оператору работать безопасно и без риска.
- Позволяет транспортировку и применение на труднодоступных участках;
- Предоставляет возможность смешивания воды с огнетушащим раствором в необходимых пропорциях.

Схема установки *Fire stop 200/30* представлена на рис. 5.

Работа системы *Fire stop 200/30* обеспечивается бензиновым двигателем мощностью 14,7 кВт, который приводит в действие насос высокого давления (20 МПа). Насос обеспечивает дальность струи до 17 м. Для автономной работы на *Fire stop 200/30* установлены бак для воды емкостью 120 л и бак для огнетуша-

щего раствора емкостью 30 л. Расход воды составляет 30 л/мин, огнетушащего раствора — 3 л/мин.

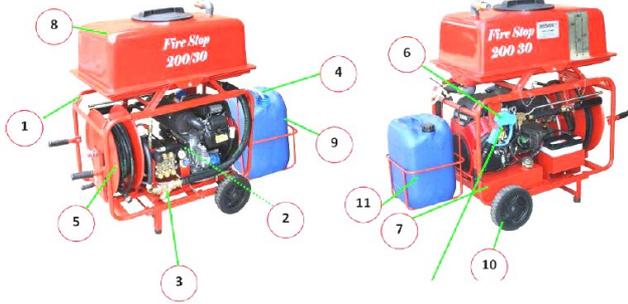


Рис. 5. Компоновка установки Fire stop 200/30: 1 — рама; 2 — термостатический клапан; 3 — фильтр линии подачи воды; 4 — система всасывания огнетушащего раствора; 5 — шланг; 6 — распылительный пистолет высокого давления; 7 — топливный бак; 8 — бак для воды; 9 — бак для огнетушащего раствора; 10 — колесное шасси

При пустых баках *Fire stop 200/30* весит 175 кг и имеет габаритные размеры 1320x700x1200 мм. Установка оснащена шлангом длиной 40 м.

Благодаря малым габаритам и весу, *Fire stop 200/30* может перемещаться на небольших транспортных средствах, имеющих высокую проходимость и маневренность под пологом леса (рис. 6), как и предлагаемый вездеходный адаптер.

Эффективность работы *Fire stop 200/30* заключается в конструкции запатентованного распылительного пистолета высокого давления, который создает «водяной туман» за счет чрезвычайного мелкого распыления струи воды (или смеси воды с огнетушащим раствором). 1 литр тонкораспыленной воды при давлении 20 МПа производит 160 млн капель, которые имеют контактную поверхность с атмосферой 20 м², что в 416 раз

больше поверхности, покрываемой давлением в 0,1 МПа. Тонкораспыленная вода быстро превращается в пар и эффективно поглощает тепло, производимое пожаром.



Рис. 6. Вариант размещения Fire stop 200/30 на вездеходных машинах малой грузоподъемности

Распылительный пистолет высокого давления, в зависимости от конкретной ситуации, может работать в четырех режимах. В случае необходимости и добавления картриджа с абразивом пистолет может работать как резак (рис. 7) и при работе «в упор» быстро перерезать, например, мешающие стволы деревьев (система *WJFE 300 modular* той же компании *Cristanini* (Италия)). Система *WIFE 300 modular* сочетает в себе свойства быстрой водяной струи (940 км/ч, или 261 м/сек), создаваемой за счет высокого давления на выходе из форсунки, с абразивным материалом, который смешивается в самом распылительном пистолете. В результате обеспечивается мощная резка, позволяющая выполнять перфорации/резать различные материалы большой толщины.



Рис. 7. Распылительный пистолет высокого давления компании Cristanini (Италия)

Известно, что большим недостатком классических лесопожарных тракторов является сезонность их использования. В не пожароопасный сезон они мертвым грузом стоят в боксах, связывая оборотные средства предприятия. С точки зрения эффективности использования базового шасси, пожарные форвардеры значительно лучше, поскольку в не пожароопасный сезон с

них достаточно быстро можно демонтировать пожарное оборудование и использовать для выполнения других работ.

Это же соображение относится и к вездеходным машинам малой грузоподъемности.

После доставки оборудования в точку борьбы с лесным пожаром эти машины могут выполнять работы

по минерализации прилегающих к кромке пожара полос леса (при помощи того же мотоблока), сбору лесных горючих материалов и т. д.

Когда мини-тракторы не задействованы на лесопожарных работах, их можно использовать на самых разных лесных работах.

Выводы. Предложенный концепт вездехода (адаптера) ЛУМ наиболее оптимален для применения в условиях, когда для выполнения поставленной задачи регулярно требуется быстро перемещаться по дорогам общего пользования с последующим движением вне дорог по слабонесущим почвогрунтам, при этом передвижение по дорогам общего пользования осуществляется на автомобиле (УАЗ, «Соболь» 4x4 и т. д.), а по прибытии в область работы перемещение осуществляется на вездеходе. Погрузка и разгрузка осуществляются без грузоподъемной техники. Как пример, сбор грибов и ягод, инспекция лесных угодий, геологоразведка, инспекция нефтедобывающих скважин.

Известные сравнимые варианты технических реше-

ний имеют либо худшую проходимость, либо значительно большую стоимость, либо большую сложность в перемещении автотранспортом по дорогам общего пользования.

После доставки оборудования, например, до места пожаротушения такие машины могут выполнять другие необходимые операции, в частности, минерализацию почвы, уборку лесных горючих материалов.

В не пожароопасный период колесные вездеходные машины малой грузоподъемности могут эффективно использоваться на лесохозяйственных работах, чтократно повышает эффективность базового шасси по сравнению, например, со специальными противопожарными тракторами.

Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092>

Литература

1. Соятиев П.Б., Мичурина О.Ю. Сущность и природа изобретательства и рационализаторства, как экономических инструментов современного предприятия // Экономическая политика и ресурсный потенциал региона: сб. ст. IV Всерос. науч.-практической конф. (20 апр. 2021 г.). Брянск, 2021. С. 126-134.
2. Вычеров Д.А., Новиков М.Д., Ферсман Н.Г. Научно-техническая пропаганда и рационализаторство в СССР в 1946-1953 гг. (на материалах Ленинградского дома науч.-технической пропаганды) // Учен. записки Новгородского гос. ун-та. 2022. № 6 (45). С. 638-643.
3. Семагина К.С., Пинаева Д.А. Роль общественных научно-технических объединений в решении вопросов повышения эффективности работы промышленных предприятий Татарской АССР в 1950-1960-е гг. // Науч. исследования молодых ученых: материалы I Междунар. науч.-практической конф., посвящ. памяти д.э.н., проф. Л.М. Рабиновича (22-25 февр. 2022 г.). Казань, 2022. С. 252-256.
4. Иванов Н.А. Модульно - блочное проектирование легких вездеходов // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-технической конф. Брянск, 2005. Вып. 11. С. 22-25.
5. Иванов Н.А. Вездеходы на пневматиках сверхнизкого давления // Перспективы и методы повышения эффективности многоцелевого лесопользования на Дальнем Востоке: материалы регион. конф. (26 февр. 2004 г.). Хабаровск, 2004. С. 184-192.
6. Иванов Н.А., Лейбович М.В. Основы теории легких колесных вездеходов. Владивосток: Дальнаука, 2010. 256 с.
7. Якупов Д.Р., Шибанов Д.А., Мотяков Н.Ю. Обзор технических средств перемещения горного и нефтегазового оборудования по заболоченной местности // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2020. Т. 1. С. 419-426.
8. Чирков И.А., Черемных С.А. Анализ существующих и перспективных способов транспортирования вооружения // Калашниковские чтения: материалы VI Всерос. науч.-практической конф. (7 нояб. 2019 г.). Ижевск, 2019. С. 402-409.
9. Егорова Т.П., Мярин А.Н. Модель организации пассажирских перевозок в арктической зоне Якутии // Транспортное планирование и моделирование: сб. тр. II Междунар. науч.-практической конф. (24-25 мая 2017 г.). СПб., 2017. С. 120-126.
10. Григорьев И.В., Куницкая О.А. Перспективные направления опытно-конструкторских работ в лесном машиностроении // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы третьей Всерос. науч.-практической конф. с междунар. участием (30 мая 2017 г.). Петрозаводск, 2017. С. 53-56.
11. Куницкая О.А., Макуев В.А., Стородубцева Т.Н., Калина Г.А., Ревяко С.И., Тимохов Р.С. Проблемы повышения качества отечественного лесного машиностроения // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 4 (56). С. 57-63.
12. Куницкая О.А. Тенденции развития лесопромышленного комплекса Республики Саха (Якутия) // Вестн. АГАТУ. 2022. № 2 (6). С. 70-79.
13. Куницкая О.А., Степанова Д.И., Григорьев М.Ф. Транспортно-технологические системы для сбора и переработки пищевой продукции леса // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы междунар. науч.-практической конф. (6-7 июня 2018 г.). Воронеж, 2018. С. 102-108.
14. Куницкая О.А., Степанова Д.И., Григорьев М.Ф. Перспективные направления развития транспортно-технологических систем лесного комплекса России // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы междунар. науч.-практической конф. (6-7 июня 2018 г.). Воронеж, 2018. С. 109-114.
15. Чемшикова Ю.М., Тетеревлева Е.В., Григорьев М.Ф., Степанова Д.И. Энергетическая эффективность гусеничных и колесных вездеходов для лесного хозяйства. // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы междунар. науч.-практической конф. (6-7 июня 2019 г.). Воронеж, 2019. С. 259-264.
16. Тетеревлева Е.В. Колесные вездеходы на шинах сверхнизкого давления в лесном хозяйстве и лесозаготовительном производстве // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Пятой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием (22 мая 2019 г.). Петрозаводск, 2019. С. 109-111.
17. Бурмистрова О.Н., Тетеревлева Е.В. Легкие вездеходы для лесного хозяйства и лесозаготовок // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Междунар. науч.-технической конф. (18 апр. 2019 г.). Тюмень, 2019. С. 34-37.

18. Чемшикова Ю.М., Тетеревлева Е.В. Сравнительный анализ колесных и гусеничных вездеходов для лесной отрасли // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Пятой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием. Петрозаводск: ПетрГУ, 2019. С. 118-119.
19. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Рудов С.Е., Куницкая О.А., Калита О.Н. Влияние переменных коэффициентов сопротивления движению и сцепления на производительность форвардера // Деревообрабатывающая пром-сть. 2021. № 1. С. 3-16.
20. Никифоров О.А., Куницкая О.А. Информационная база оценки и управления рисками для лесных экосистем, возникающими в результате ведения хозяйственной деятельности // Вестн. АГАТУ. 2022. № 3 (7). С. 82-120.
21. Никифоров О.А., Куницкая О.А. Пути совершенствования схем лесной сертификации в области оценки экологического воздействия // Вестн. АГАТУ. 2022. № 3 (7). С. 55-69.
22. Бурмистрова О.Н., Тетеревлева Е.В., Рудов С.Е., Григорьев И.В., Куницкая О.А. Обоснование исходных требований математической модели взаимодействия колесных транспортных средств на пневматиках низкого давления с лесными почвогрунтами // Системы. Методы. Технологии. 2020. № 2 (46). С. 94-99.
23. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Куницкая О.А., Лунова Е.Н. Теоретические исследования производительности форвардеров при ограничениях воздействия на почвогрунты // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал. 2021. № 3 (381). С. 101-116.
24. Михайлова Л.М., Куницкая О.А., Мотовилов А.И. Перспективы систем машин на базе средств малой механизации для малообъемных лесозаготовок и лесохозяйственных работ // Стратегия и перспективы развития агротехнологий и лесного комплекса Якутии до 2050 года: сб. науч. ст. по материалам Всерос. науч.-практической конф. с междунар. участием (17 нояб. 2022 г.). Якутск, 2022. С. 735-742.
25. Ryabukhin P.B., Kunitskaya O.A., Burgonutdinov A.M., Makuev V.A., Sivtseva T.V., Zdrauskaite N.O., Gerts E.F., Markov O.B. Improving the efficiency of forest companies by optimizing the key indicators of sustainable forest management: a case study of the far east // Forest Science and Technology. 2022. V. 18. № 4. P. 190-200.
26. Скобцов И.Г., Куницкая О.А. Требования стандартов по безопасности при работе на лесных машинах // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 1. С. 51-56.
27. Скобцов И.Г., Куницкая О.А. Обзор конструктивных решений защитных устройств кабин лесных машин // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 1. С. 60-69.
28. Скобцов И.Г., Куницкая О.А. Исследование динамических нагрузок, действующих на кабину лесной машины при различных вариантах возникновения аварийных ситуаций // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 3. С. 28-39.
- and Technical Propaganda) // Memoirs of NovSU. 2022. № 6 (45). P. 638-643.
3. Semagina K.S., Pinaeva D.A. The role of public scientific and technical associations in solving problems of improving the efficiency of industrial enterprises of the Tatar ASSR In the 1950s and 1960s. // Nauch. issledovaniya molodyh uchenyh: materialy I Mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf., posvyashch. pamyati d.e.n., prof. L.M. Rabinovicha (22-25 fev. 2022 g.). Kazan', 2022. P. 252-256.
4. Ivanov N.A. Modular - block design of light all-terrain vehicles // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa: sb. nauch. tr. po itogam mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. Bryansk, 2005. Vyp. 11. P. 22-25.
5. Ivanov N.A. All-terrain vehicles on ultra-low pressure pneumatics // Perspektivy i metody povysheniya effektivnosti mnogocелеvogo lesopol'zovaniya na Dal'nem Vostoke: materialy region. konf. (26 fevr. 2004 g.). Habarovsk, 2004. P. 184-192.
6. Ivanov N.A., Lejbovich M.V. Fundamentals of the theory of light wheeled all-terrain vehicles. Vladivostok: Dal'nauka, 2010. 256 p.
7. YAkupov D.R., SHibanov D.A., Motyakov N.YU. Review of technical means of moving mining and oil and gas equipment through swampy terrain // Problems of development of hydrocarbon and ore mineral deposits. 2020. V. 1. P. 419-426.
8. CHirkov I.A., CHERemnyh S.A. Analysis of existing and promising methods of transporting weapons // Kalashnikovskie chteniya: materialy VI Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. (7 noyab. 2019 g.). Izhevsk, 2019. P. 402-409.
9. Egorova T.P., Myarin A.N. Model of passenger transportation organization in the Arctic zone of Yakutia // Transportnoe planirovanie i modelirovanie: sb. tr. II Mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. (24-25 maya 2017 g.). SPb., 2017. P. 120-126.
10. Grigor'ev I.V., Kunickaya O.A. Promising directions of experimental design work in forest engineering // Povyschenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy tret'ej Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem (30 maya 2017 g.). Petrozavodsk, 2017. P. 53-56.
11. Kunickaya O.A., Makuev V.A., Storodubceva T.N., Kalita G.A., Revyako S.I., Timohov R.S. Problems of improving the quality of domestic forest engineering // Systems. Methods. Technologies. 2022. № 4 (56). P. 57-63.
12. Kunickaya O.A. Trends in the development of the timber industry complex of the Republic of Sakha (Yakutia) // Vestnik ASAU (Scientific journal of Arctic State Agrotechnological University). 2022. № 2 (6). P. 70-79.
13. Kunickaya O.A., Stepanova D.I., Grigor'ev M.F. Transport and technological systems for the collection and processing of forest food products // Energoeffektivnost' i energosberezhenie v sovremennom proizvodstve i obshchestve: materialy mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. (6-7 iyunya 2018 g.). Voronezh, 2018. P. 102-108.
14. Kunickaya O.A., Stepanova D.I., Grigor'ev M.F. Promising directions of development of transport and technological systems of the forest complex of Russia // Energoeffektivnost' i energosberezhenie v sovremennom proizvodstve i obshchestve: materialy mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. (6-7 iyunya 2018 g.). Voronezh, 2018. P. 109-114.
15. CHemshikova YU.M., Teterleva E.V., Grigor'ev M.F., Stepanova D.I. Energy efficiency of tracked and wheeled all-terrain vehicles for forestry // Energoeffektivnost' i energosberezhenie v sovremennom proizvodstve i obshchestve: materialy mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. (6-7 iyunya 2019 g.). Voronezh, 2019. P. 259-264.
16. Teterleva E.V. Wheeled all-terrain vehicles on ultra-low pressure tires in forestry and forestry production // Povyschenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy Pyatoy Vseros.

References

1. Soyatiev P.B., Michurina O.YU. The essence and nature of invention and innovation as economic instruments of a modern enterprise // Ekonomicheskaya politika i resursnyy potencial regiona: sb. st. IV Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. (20 apr. 2021 g.). Bryansk, 2021. P. 126-134.
2. Vycherov D.A., Novikov M.D., Fersman N.G. Scientific and technical propaganda and innovation in the USSR in 1946-1953 (on the materials of the Leningrad House of Scientific

- nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem (22 maya 2019 g.). Petrozavodsk, 2019. P. 109-111.
17. Burmistrova O.N., Teterevleva E.V. Light vehicles for forestry and logging // *Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy: materialy Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf.* (18 apr. 2019 g.). Tyumen', 2019. P. 34-37.
 18. CHemshikova YU.M., Teterevleva E.V. Comparative analysis of wheeled and tracked all-terrain vehicles for the forest industry // *Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy Pyatoj Vseros. nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem.* Petrozavodsk: PetrGU, 2019. P. 118-119.
 19. Burmistrova O.N., Prosuzhih A.A., Hitrov E.G., Rudov S.E., Kunickaya O.A., Kalita O.N. Influence of variable coefficients of resistance to movement and coupling on forwarder performance // *Derevoobrabativaushaya promishlennost' (Woodworking industry)*. 2021. № 1. P. 3-16.
 20. Nikiforov O.A., Kunickaya O.A. Information base for risk assessment and management for forest ecosystems arising as a result of economic activity // *Vestnik ASAU (Scientific journal of Arctic State Agrotechnological University)*. 2022. № 3 (7). P. 82-120.
 21. Nikiforov O.A., Kunickaya O.A. Ways of improving forest certification schemes in the field of environmental impact assessment // *Vestnik ASAU (Scientific journal of Arctic State Agrotechnological University)*. 2022. № 3 (7). P. 55-69.
 22. Burmistrova O.N., Teterevleva E.V., Rudov S.E., Grigor'ev I.V., Kunickaya O.A. Substantiation of the initial requirements of the mathematical model of interaction of wheeled vehicles on low-pressure pneumatics with forest soils // *Systems. Methods. Technologies.* 2020. № 2 (46). P. 94-99.
 23. Burmistrova O.N., Prosuzhih A.A., Hitrov E.G., Kunickaya O.A., Luneva E.N. Theoretical studies of forwarders' productivity under restrictions of impact on soils // *Bulletin of higher educational institutions. Lesnoy zhurnal (Forestry journal)*. 2021. № 3 (381). P. 101-116.
 24. Mihajlova L.M., Kunickaya O.A., Motovilov A.I. Prospects of machine systems based on small-scale mechanization for low-volume logging and forestry operations // *Strategiya i perspektivy razvitiya agrotekhnologij i lesnogo kompleksa YAkutii do 2050 goda: sb. nauch. st. po materialam Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem* (17 noy-ab. 2022 g.). YAkutsk, 2022. P. 735-742.
 25. Ryabukhin P.B., Kunitskaya O.A., Burgonutdinov A.M., Makuev V.A., Sivtseva T.V., Zadrauskaite N.O., Gerts E.F., Markov O.B. Improving the efficiency of forest companies by optimizing the key indicators of sustainable forest management: a case study of the far east // *Forest Science and Technology*. 2022. V. 18. № 4. P. 190-200.
 26. Skobcov I.G., Kunickaya O.A. Requirements of standards for safety when working on forest machines // *Safety and labor protection in logging and woodworking industries*. 2022. № 1. P. 51-56.
 27. Skobcov I.G., Kunickaya O.A. Review of design solutions for protective devices of cabins of forest machines // *Safety and labor protection in logging and woodworking industries*. 2022. № 1. P. 60-69.
 28. Skobcov I.G., Kunickaya O.A. Investigation of dynamic loads acting on the cabin of a forest machine with various variants of emergency situations // *Safety and labor protection in logging and woodworking industries*. 2022. № 3. P. 28-39.