

## Актуальный обзор и оценка современных лесовозных автопоездов

*А.В. Кузнецов*

*Петрозаводский государственный университет*

**Аннотация:** В работе представлен обзор актуальных лесовозных автопоездов в современных условиях санкций. Автором отмечается, что в условиях современных реалий для лесотранспортных и лесозаготовительных компаний особую актуальность приобретает проблематика обновления существующего парка лесовозных автотранспортных машин. На рынке представлен целый спектр новых базовых шасси, а так же автомобилей (в основном с колесной формулой 6×4 или 6×6) и прицепных звеньев для комплектования лесовозных автопоездов, выпускаемых отечественными, белорусскими и китайскими производителями. Существует возможность приобрести поддержанную технику и других производителей. Для первого этапа технико-экономического анализа и предварительного выбора оптимального типа и состава лесовозного автопоезда, проведена сравнительная оценка эффективности автопоездов для транспортировки сортиментов. Анализ показал, что лесовозные автопоезда отечественного производства с мощностью двигателя более 400 л.с. способны составить конкуренцию лучшим зарубежным аналогам. В то же время требует дополнительных исследований вопрос надежности машин отечественного, белорусского и китайского производства.

**Ключевые слова:** лесовозные автопоезда, прицепные звенья, производительность, эффективность.

### Введение

Выпускаемые в настоящее время лесовозные автопоезда отличаются разнообразными параметрами: мощностью двигателя, колесной формулой, грузоподъемностью и т.д., что обуславливает область их применения в зависимости от дорожных условий эксплуатации [1, 2]. В конечном итоге на эффективность эксплуатации лесовозного автотранспорта будут влиять следующие факторы: тип и состояние покрытия транспортных путей, рельеф местности, расстояние вывозки, надежность и техническое состояние и т.д. [3, 4]. Лесотранспортные системы зачастую эксплуатируются в сложных природно-производственных условиях, поэтому ключевым показателем эффективности лесовозного автотранспорта является проходимость [5]. На проходимость существенное влияние оказывает колесная формула тягового звена в автопоезде (в основном: 6×4 или 6×6). По грузоподъемности

---

лесовозные автопоезда можно разделить на легкие, средние, тяжелые и сверхтяжелые [6]. По проходимости автомобили можно разделить на автотранспортные средства ограниченной (общего назначения), повышенной и высокой проходимости [7, 8]. Кроме этого, лесовозные автопоезда на базе полноприводных автомобилей можно условно разделить на две разновидности: универсальные (на базе автомобилей повышенной проходимости с колесной формулой 6×6, которые обладают достаточной грузоподъемностью и проходимостью для работы на покрытиях в хорошем и удовлетворительном состоянии, напр. на базе МАЗ 6317F9 544-000 с двускатной ошиновкой колес на задних осях) и специализированные (на базе автомобилей повышенной или высокой проходимости, с колесной формулой 6×6 или 8×8, предназначены для работы в условиях бездорожья. Специализированные автопоезда обладают высокой проходимостью, но относительно небольшой грузоподъемностью (напр. на базе Урал NEXT 4320-72E5 с односкатной ошиновкой колес на задних осях). Необходимо отметить, что ряд авторов [6, 9] отмечают неудовлетворительное воздействие машин подобного класса, оснащенных односкатными колесами, на покрытие лесовозных дорог и рекомендует применять их только в условиях бездорожья.

Стоит отметить попытки выпуска лесовозных автопоездов на базе автомобилей с колесной формулой 8×8, в частности на шасси КрАЗ-6434 (КрАЗ-НАМИ-6334), Волат 79093 и т.д. [10] Автопоезда подобного класса не получили широкого распространения из-за ограничений по габаритам и нагрузке на оси при эксплуатации по дорогам общего пользования. В то же время существуют примеры использования автопоездов на базе полноприводных автомобилей (8×8) на лесовозных дорогах [11]. Кроме этого, использование машин подобного класса, в том числе оснащенных соответствующими условиям бездорожья шинами, в качестве одиночного

---

автомобиля (напр. на шасси Урал 532362, КАМАЗ 6560-53 и т.д. [12]) позволяет транспортировать древесину в очень сложных дорожных условиях, где применение лесовозных автопоездов в составе автомобиля и прицепа невозможно или затруднено по условиям проходимости, а автопоезда с прицепом-ропуском на базе специализированных полноприводных шасси обладают меньшей проходимостью при сравнимой грузоподъемности.

В связи с развитием в нашей стране сортиментной технологии лесозаготовок, на транспортировке сортиментов в основном применяются двухзвенные (однокомплектные) лесовозные автопоезда [13] в составе двух звеньев: автомобиля и прицепа (двухосного, трехосного или четырехосного) или, реже, автомобиля-тягача и полуприцепа (в исключительных случаях – прицепа-ропуска). Существует альтернативная классификация, где подобная компоновочная схема характеризуется как однозвенная, по количеству прицепных звеньев [14].

Широкое применение в России нашла установка гидроманипулятора (ГМ) на лесовозный автотранспорт для самопогрузки и разгрузки, несмотря на уменьшение грузоподъемности, увеличения габаритов автопоезда, увеличение затрат на обслуживание и ГСМ. В то же время установка гидроманипулятора на лесовозный автопоезд позволяет не зависеть от наличия у производителя и потребителя подъемно-транспортных машин.

На автопоезде, состоящем из автомобиля и прицепа, гидроманипулятор устанавливается в задней части грузовой платформы автомобиля, что позволяет осуществлять погрузку автомобиля и прицепа [13]. В настоящее время гидравлические манипуляторы, устанавливаемые на лесовозный автотранспорт, выпускают компаний ООО "ВЕЛМАШ-С": ВЕЛМАШ-10-86 (грузовой момент – 100 кНм, максимальный вылет стрелы ( $l_{\max}$ ) – 8,6 м, грузоподъемность на мин. вылете – 2910 кг, грузоподъемность на макс. вылете – 1100 кг.), ВЕЛМАШ-10-74 и т.д. [15], ООО «Майкопский

---

машиностроительный завод»: МАЙМАН-110S (ММ-110) (грузовой момент – 11,0 т.м,  $l_{\max}$  – 7,8 м, грузоподъемность на максимальном вылете – 1,4 т, грузоподъемность максимальная на вылете 3,0 м – 3,7 т), МАЙМАН-90S (ММ-90), Атлант-С 70-10 (ЛВ-184А-10) и т.д. [16]. Так же на рынке доступны гидроманипуляторы: Tajfun LIV 120K, Cranab TL12, Epsilon M120L97, Kesla 2009ST и т.д. [17].

Многозвенные (двухкомплектные) лесовозные автопоезда, состоящие из тягового транспортного средства и двух или более прицепных звеньев несмотря на возможность снижения стоимости транспортировки древесины не нашли применения в нашей стране по причине ограничений по длине автопоезда, трудностей с маневрированием, движением задним ходом, проходимостью и т.д. В то же время в некоторых странах, с развитой сетью высококачественных транспортных путей, многозвенные автопоезда успешно применяются на вывозке древесины (Швеция, Австралия и т.д.) [13, 18].

#### Состояние проблемы

В условиях санкций перед лесотранспортными и лесозаготовительными компаниями возникла проблема доступности современных лесотранспортных машин, в том числе лесовозных автопоездов. Несмотря на то, что ранее российскими (ПАО «КАМАЗ», АО «Автомобильный завод «УРАЛ» и т.д.) и белорусскими (ОАО «МАЗ») компаниями выпускался целый спектр лесовозной автотехники, конечный потребитель в виде лесозаготовительных предприятий часто отдавал предпочтение зарубежным машинам (Volvo, MAN, Mercedes-Benz и т.д.), которые зачастую превосходили отечественные и белорусские образцы по надежности и грузоподъемности, несмотря на более высокую стоимость приобретения и содержания. Более того, зарубежные компоненты и детали

---

использовались и используются российскими и белорусскими автозаводами при проектировании и изготовлении собственных автотранспортных машин.

В настоящее время на наш рынок вышли китайские производители (FAW, SITRAK, Shaanxi Shacman и т.д.), которые достаточно активно занимают свою долю рынка в условиях отсутствия конкуренций западных компаний и наличия структурных проблем у отечественных автопроизводителей, связанных, в частности, с производством и качеством высокотехнологичных комплектующих. В этих условиях отечественные автозаводы активно сотрудничают с «дружественными» странами по вопросам приобретения лицензионного технологического оборудования и компонентов.

На сегодняшний момент на рынке представлен целый спектр базовых шасси и автомобилей для комплектования лесовозных автопоездов, выпускаемых отечественными, белорусскими и китайскими производителями, в частности, с мощностью двигателя от 245 до 480 л.с. [17, 19]. Например, базовые автомобили и шасси с колесной формулой 6×4: МАЗ-631228-8575-012 (ДВС WP12.430E50, мощность ДВС 430 л.с., КПП 12JS200TA), FAW-CA3250P66K2T1E5 (ДВС CA6DL2-420E, мощность 420 л.с., КПП 12JS200TA), SITRAK-C7H-G (ЛЮКС) ZZ1256V464HE (ДВС MC13.48-50, мощность 480 л.с., КПП ZF16S2531TO), КАМАЗ-6580 (ДВС Daimler OM457LA, мощность 428 л.с., КПП ZF16) и т.д. Полноприводные универсальные (6×6): МАЗ 630228-8576-012 (ДВС WP 12.430E50, мощность ДВС 430 л.с., КПП 12JSDX240TA), Shaanxi Shacman-X3000 SX32586V385 (ДВС WP12.430E50, мощность 430 л.с., КПП 12JSDX220TA-B+КОМ) и т.д. Полноприводные специализированные (6×6): Урал NEXT-4320-72E5 (ДВС ЯМЗ 53623-10 / ЯМЗ-53613, мощность 275 / 312 л.с., КПП ZF 9S1310T0 / ЯМЗ-1105), КАМАЗ-43118 (ДВС Cummins ISL, мощность 340 л.с., КПП ZF9) и т.д.

---

Так же отечественными и зарубежными компаниями (ОАО «МАЗ», ООО «ЧМЗАП», ООО «Урал СТ», ООО «Дизель-С», ООО ПКФ «Политранс», МЗ «Тонар», ЗАО «НОВТРАК», АО «ВОМЗ», ПАО «Уралавтоприцеп», ISTRAIL, JYKI, KRONE и т.д.) выпускались и выпускается целый ряд прицепных звеньев: прицепов, полуприцепов и прицепов-ропусков [19, 20]. Прицепы и полуприцепы отличаются числом осей, грузоподъемностью и длиной платформы [21, 22]. Не все из них доступны к приобретению в настоящее время, из отечественных производителей можно отметить прицепы 2-х осные (Дизель-С-600221, ЧМЗАП-83351, PR-18L), 3-х осные (МАЗ-893700-022-000, ЧМЗАП-83981, PR-27L), 4-х осные (Дизель-С-888722, ЧМЗАП-8390, PR-48L) и т.д. (рис. 1, а). Прицепы-ропуски выпускаются с коротким, универсальным или телескопическим дышлом (ПРЛ-11-УБ УСТ-94652, прицеп-ропуск лесовозный 780598 и т.д.). Стоит отметить, что лесовозные автопоезда, укомплектованные прицепами-ропусками с соответствующей длиной дышла могут перевозить одну пачку сортиментов. На практике подобные решения могут применяться, например, при двухступенчатой вывозке.

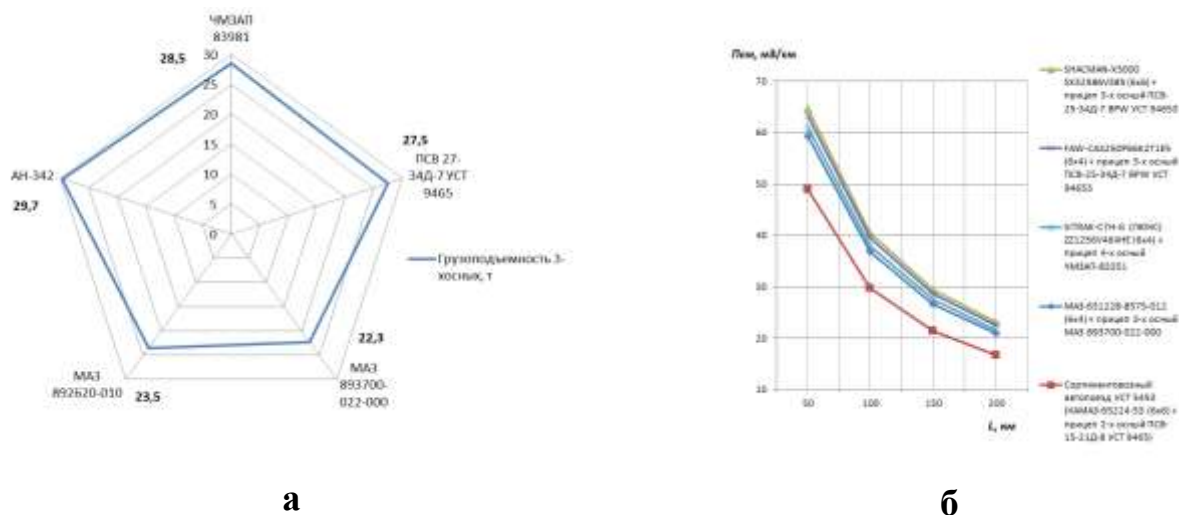


Рис. 1. – Эффективность и технические характеристики: а – грузоподъемность 3-х осных прицепов; б – сменная производительность автопоездов-сортиментовозов с ГМ

### Методика исследования

В условиях современных реалий для лесотранспортных и лесозаготовительных компаний особую актуальность приобретает проблематика обновления существующего парка лесовозных автотранспортных машин. Параллельный импорт позволяет закупать импортные автопоезда, при этом стоимость приобретения и обслуживания этих машин существенно увеличилась. Доступны поддержанные машины известных зарубежных производителей. В то же время на рынке существуют альтернативные варианты новых машин подобного класса с сравнимыми техническими характеристиками, а применение отечественными и белорусскими компаниями импортных комплектующих позволяет частично решить проблему низкого значения коэффициента технической готовности [13].

Для предварительного выбора лесовозного автопоезда, проведен сравнительный анализ эффективности лесовозных автотранспортных средств для транспортировки сортиментов на основе сравнения значений сменной производительности при движении по лесовозным дорогам разного назначения: лесовозным магистралям, веткам и усам. Проведем оценку эффективности лесовозных автопоездов при движении по магистралям с гравийным, слабоухабистым покрытием, веткам с грунтовым улучшенным покрытием, с добавками гравия и усам с грунтовым непрофилированным покрытием (Приказ Рослесхоза от 13.09.1999 N 180 "Об утверждении "Норм расхода горюче-смазочных материалов на механизированные работы, выполняемые в лесном хозяйстве"). Расчет производительности представлен на базе методики, описанной в работе [23]. Для расчета используем значения показателей из технических характеристик анализируемого лесовозного автотранспорта и прицепного состава.

---

## Результаты

На рис. 1, б представлен график зависимости сменной производительности от расстояния вывозки, расчет эффективности проводился на основе методических рекомендаций, представленных в работе [23]. Из полноприводных универсальных модификаций (6×6) можно выделить автопоезд на базе SHACMAN-X3000, у которого при комплектовании его 3-х осным прицепом ПСВ-25-34Д-7 ВРВ УСТ 94653 сменная производительность выше других рассматриваемых машин в 1,03-1,425 раза. Стоит отметить, что при комплектовании автопоездов на базе КАМАЗ-65224-53 (6х6) и МАЗ-631228-8575-012 (6х4) неоригинальными 3-х осными прицепами (мощность двигателя позволяет), в частности, ЧМЗАП-83981,  $P_{см}$  вырастет, соответственно в 1,38 и 1,14 раза, соответственно (рис. 2, а)

При сравнении автопоездов-сортиментовозов отечественного и белорусского производства с иностранными аналогами установлено, что их производительность, при комплектовании 3-х и 4-х осными прицепами и соответствующей мощности двигателя, сопоставима с эффективностью иностранных машин (рис. 2, а, б). При этом особо стоит отметить лесовозный автопоезд на базе флагманской модели КАМАЗ-6580 (6х4), который в соответствующей модификации (мощность двигателя более 400 л.с.) способен составить конкуренцию с лучшими зарубежными аналогами. Кроме этого, важным моментом является стоимость приобретения отечественных и белорусских автомобилей, которая будет ниже в 1,2-1,5 раза, в сравнении с иностранными машинами. В то же время открытым остается вопрос надежности рассмотренных образцов лесовозов отечественного, белорусского и китайского производства.

---



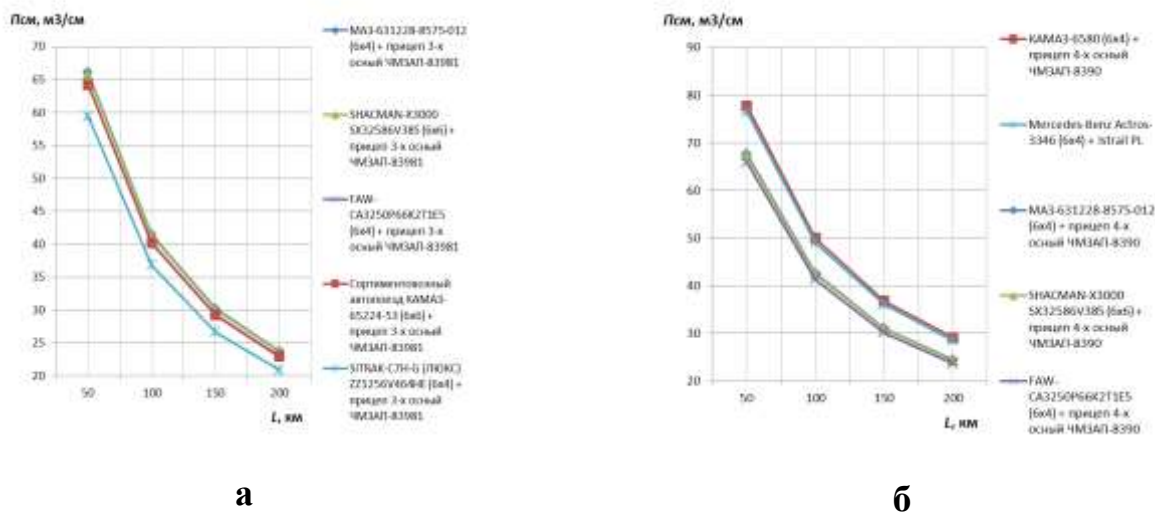


Рис. 2. – Эффективность лесовозных автопоездов: а – сменная производительность автопоездов-сортиментовозов с ГМ, оснащенных 3-х осными прицепами; б – сменная производительность автопоездов-сортиментовозов с ГМ, оснащенных 4-х осными прицепами

### Заключение

В настоящее время существует возможность приобретения лесовозных автопоездов отечественного и иностранного производства, несмотря на уход с нашего рынка «традиционных» иностранных производителей. Невзирая на более благоприятную ситуацию с доступностью лесовозной автотехники по сравнению с проблематикой приобретения импортных «традиционных» лесозаготовительных машин, серьезная зависимость нашей автомобильной отрасли от поставщиков из «дружественных» стран и, в первую очередь, Китая, в долгосрочной перспективе нежелательна для экономической безопасности нашей страны. Поэтому развитие ключевых производств, в том числе инновационных, с полным циклом изготовления, на национальной территории является приоритетной задачей на среднесрочную и долгосрочную перспективу развития экономики нашей страны.



## Литература

1. Väätäinen Kari, Anttila Perttu, Eliasson Lars, Enström Johanna, Laitila Juha, Prinz Robert, Routa Johanna. Roundwood and Biomass Logistics in Finland and Sweden // Croatian Journal of Forest Engineering, 2020. 42 (1). pp. 39-61. DOI: 10.5552/crojfe.2021.803. URL: [crojfe.com/archive/volume-42-no.1/roundwood-and-biomass-logistics-in-finland-and-sweden/](http://crojfe.com/archive/volume-42-no.1/roundwood-and-biomass-logistics-in-finland-and-sweden/)
2. Anttila Perttu, Ojala Johannes, Palander Teijo, Väätäinen Kari. The effect of road characteristics on timber truck driving speed and fuel consumption based on visual interpretation of road database and data from fleet management system. // Silva Fennica, 2023. 56 (4). DOI: 10.14214/sf.10798. URL: [silvafennica.fi/article/10798](http://silvafennica.fi/article/10798)
3. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Кузнецов А.В., Васильев А.С. Анализ эффективности лесовозного автотранспорта в реальных природно-производственных условиях // Инженерный вестник Дона, 2015. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3330](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3330).
4. Кузнецов А.В. Оценка эксплуатационной эффективности работы автопоездов-щеповозов // Инженерный вестник Дона, 2022. №8. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2022/7867](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2022/7867).
5. Кузнецов А.В. Анализ применения лесовозных автопоездов в реальных ареалах эксплуатации // Современные наукоемкие технологии, 2021. С.265-269. URL: [top-technologies.ru/ru/article/view?id=38732](http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38732).
6. Ильин Б.А. О направлениях совершенствования лесовозного автомобильного транспорта // Известия высших учебных заведений «Лесной журнал», 1990. № 2. С. 42-46.
7. Фомин В.М. Автомобили. Теория эксплуатационных свойств автомобилей. М., 2008. 112 с.
8. Кравец В.Н. Теория автомобиля. Нижний Новгород, 2013. 413 с.



9. Немцов В. П., Шестаков Б. А. Техническая эксплуатация автомобильного транспорта на лесозаготовительных предприятиях. М.: Лесн. пром-сть, 1985. 272 с.

10. Варывдин И. Операция "лесосплав". Автомобили-сортиментовозы // Основные средства. Транспорт. Спецтехника. Рынок. Цены, 2015. №6. С. 86-89. URL: [os1.ru/article/2235-avtomobili-sortimentovozy-operatsiya-lesosplav-ch-1](https://os1.ru/article/2235-avtomobili-sortimentovozy-operatsiya-lesosplav-ch-1)

11. Лесовоз Sisu Polar 8×8 для сложных условий // ЛПК Сибири. URL: [lpk-sibiri.ru/logging/timber-truck/lesovoz-sisu-polar-8x8-dlya-slozhnyh-usloviy/](https://lpk-sibiri.ru/logging/timber-truck/lesovoz-sisu-polar-8x8-dlya-slozhnyh-usloviy/) (дата обращения: 02.09.2024).

12. Сортиментовоз на шасси УРАЛ 8x8 // Пермский Завод Грузовой Техники URL: [tdgt.ru/permyak/projects/unikalnaya-spetstekhnika/sortimentovoz-na-shassi-ural-8kh8/?ysclid=lt1onz7iq1568204682](https://tdgt.ru/permyak/projects/unikalnaya-spetstekhnika/sortimentovoz-na-shassi-ural-8kh8/?ysclid=lt1onz7iq1568204682) (дата обращения: 02.09.2024).

13. Никонов В.О., Посметьев В.И. Оценка состояния современного парка отечественных и зарубежных лесовозных автотранспортных средств // Воронежский научно-технический Вестник, 2020. Т. 3. № 3 (33). С. 144-163.

14. Высоцкий М.С., Харитончик С.В. Оценка эффективности использования многозвенных автопоездов // Механика машин, механизмов и материалов, 2011. № 4 (17). С. 8-12.

15. Манипуляторы для леса и лома. // Великолукский машиностроительный завод. URL: [velmash.com/produkts/manipulyatory-dlya-lesa-i-loma-c1/](https://velmash.com/produkts/manipulyatory-dlya-lesa-i-loma-c1/) (дата обращения: 02.09.2024).

16. Гидроманипуляторы для леса. // ООО «Майкопский машиностроительный завод» URL: [maykop-mmz.com/catalog/192962](https://maykop-mmz.com/catalog/192962) (дата обращения: 02.09.2024).

17. Сортиментовозы // ТТП «ТехТранс». URL: [t-tr.ru/catalog/sortimentovozy/](https://t-tr.ru/catalog/sortimentovozy/) (дата обращения: 02.09.2024).



18. Никонов В.О., Посметьев В.И. Оценка эффективности использования существующих схем компонования лесовозных автопоездов // Воронежский научно-технический Вестник, 2022. Т. 1. № 1 (39). С. 81-97.
19. Каталог техники // ООО «Урал СТ». URL: [uralst.ru/?ysclid=lsok1mejzq178056141](http://uralst.ru/?ysclid=lsok1mejzq178056141) (дата обращения: 02.09.2024).
20. Прицепы МАЗ // ООО «Белмаш-Урал». URL: [mazrf.ru/priczepry/](http://mazrf.ru/priczepry/) (дата обращения: 02.09.2024).
21. Прицепы // ООО «Дизель-С». URL: [dizel-c.ru/product\\_category/priczepry/](http://dizel-c.ru/product_category/priczepry/) (дата обращения: 02.09.2024).
22. Полуприцепы и прицепы сортиментовозы и лесовозы // ООО «ЧМЗАП» URL: [cmzap.ru/catalog/lesovozyi\\_i\\_sortimentovozyi/](http://cmzap.ru/catalog/lesovozyi_i_sortimentovozyi/) (дата обращения: 02.09.2024).
23. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Кузнецов А.В., Пладов А.В. Вывозка леса автопоездами. Техника. Технология. Организация. СПб.: ПРОФИКС, 2008. 304 с.

### References

1. Väätäinen Kari, Anttila Perttu, Eliasson Lars, Enström Johanna, Laitila Juha, Prinz Robert, Routa Johanna. Croatian Journal of Forest Engineering, 2020. 42 (1). pp. 39-61. DOI: 10.5552/crojfe.2021.803. URL: [crojfe.com/archive/volume-42-no.1/roundwood-and-biomass-logistics-in-finland-and-sweden/](http://crojfe.com/archive/volume-42-no.1/roundwood-and-biomass-logistics-in-finland-and-sweden/)
  2. Anttila Perttu, Ojala Johannes, Palander Teijo, Väätäinen Kari. Silva Fennica, 2023. 56 (4). DOI: 10.14214/sf.10798. URL: [silvafennica.fi/article/10798](http://silvafennica.fi/article/10798)
  3. Shegel'man I.R., Skrypnik V.I., Kuznecov A.V., Vasil'ev A.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3330](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3330).
  4. Kuznecov A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022. №8. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2022/7867](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2022/7867).
-

5. Kuznecov A.V. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2021. pp. 265-269. URL: [top-technologies.ru/ru/article/view?id=38732](http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38732).
  6. Il'in B.A. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenii «Lesnoj zhurnal», 1990. № 2. pp. 42-46.
  7. Fomin V.M. Avtomobili. Teoriya jekspluacionnyh svojstv avtomobilej [Cars. Theory of performance properties of cars]. M., 2008. 112 p.
  8. Kravec V.N. Teoriya avtomobilja [The theory of the car]. Nizhnij Novgorod, 2013. 413 p.
  9. Nemcov V. P., Shestakov B. A. Tehnicheskaja jekspluacija avtomobil'nogo transporta na lesozagotovitel'nyh predpriyatijah [Technical operation of motor transport at logging enterprises]. M.: Lesn. prom-st', 1985. 272 p.
  10. Varyvdin I. Osnovnye sredstva. Transport. Spectehnika. Rynok. Ceny, 2015. №6. pp. 86-89. URL: [os1.ru/article/2235-avtomobili-sortimentovozy-operatsiya-lesosplav-ch-1](http://os1.ru/article/2235-avtomobili-sortimentovozy-operatsiya-lesosplav-ch-1)
  11. Lesovoz Sisu Polar 8×8 dlja slozhnyh uslovij [Sisu Polar 8×8 logging truck for difficult conditions]. URL: [lpk-sibiri.ru/logging/timber-truck/lesovoz-sisu-polar-8x8-dlya-slozhnyh-uslovij/](http://lpk-sibiri.ru/logging/timber-truck/lesovoz-sisu-polar-8x8-dlya-slozhnyh-uslovij/) (date accessed: 02.09.2024).
  12. Sortimentovoz na shassi URAL 8×8 [A road train for transporting logs on the URAL 8x8 chassis]. URL: [tdgt.ru/permyak/projects/unikalnaya-spetstekhnika/sortimentovoz-na-shassi-ural-8kh8/?ysclid=lt1onz7iq1568204682](http://tdgt.ru/permyak/projects/unikalnaya-spetstekhnika/sortimentovoz-na-shassi-ural-8kh8/?ysclid=lt1onz7iq1568204682) (date accessed: 02.09.2024).
  13. Nikonov V.O., Posmet'ev V.I. Voronezhskij nauchno-tehnicheskij Vestnik, 2020. T. 3. № 3 (33). pp. 144-163.
  14. Vysockij M.S., Haritonchik S.V. Mehanika mashin, mehanizmov i materialov, 2011. № 4 (17). pp. 8-12.
-



15. Manipuljatory dlja lesa i loma [Manipulators for timber and scrap] URL: [velmash.com/produkts/manipulyatory-dlya-lesa-i-loma-c1/](http://velmash.com/produkts/manipulyatory-dlya-lesa-i-loma-c1/) (date accessed: 02.09.2024).

16. Hidromanipuljatory dlja lesa [Hydraulic manipulators for the forest]. URL: [maykop-mmz.com/catalog/192962](http://maykop-mmz.com/catalog/192962) (date accessed: 02.09.2024).

17. Sortimentovozy [Road trains for transporting logs]. TTR «TehTrans» URL: [t-tr.ru/catalog/sortimentovozy/](http://t-tr.ru/catalog/sortimentovozy/) (date accessed: 02.09.2024).

18. Nikonov V.O., Posmet'ev V.I. Voronezhskij nauchno-tehnicheskij Vestnik, 2022. T. 1. № 1 (39). pp. 81-97.

19. Katalog tehniki [Catalog of equipment] URL: [uralst.ru/?ysclid=lsok1mejzq178056141](http://uralst.ru/?ysclid=lsok1mejzq178056141) (date accessed: 02.09.2024).

20. Pricepy MAZ [MAZ trailers]. URL: [mazrf.ru/priczepy/](http://mazrf.ru/priczepy/) (date accessed: 02.09.2024).

21. Pricepy [Trailers]. URL: [dizel-c.ru/product\\_category/pricepy/](http://dizel-c.ru/product_category/pricepy/) (date accessed: 02.09.2024).

22. Polupricepy i pricepy sortimentovozy i lesovozy [Semi-trailers and trailers of logging trucks]. URL: [cmzap.ru/catalog/lesovozyi\\_i\\_sortimentovozyi/](http://cmzap.ru/catalog/lesovozyi_i_sortimentovozyi/) (date accessed: 02.09.2024).

23. Shegel'man I.R., Skrypnik V.I., Kuznecov A.V., Pladov A.V. Vyvozka lesa avtopoezdami. Tehnika. Tehnologija. Organizacija [Removal of timber by road trains. Technic. Technology. Organization]. SPb.: PROFIKS, 2008. 304 p.

**Дата поступления: 25.08.2024**

**Дата публикации: 25.09.2024**