

ОЦЕНКА АКТУАЛЬНОСТИ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СХЕМЫ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЯ С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

доктор технических наук, профессор **В. И. Посметьев**¹

кандидат технических наук **В. О. Никонов**¹

кандидат физико-математических наук, доцент **В. В. Посметьев**¹

¹ – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация

В настоящее время в РФ для вывозки леса используется широкая номенклатура лесовозных автомобилей отечественного и зарубежного производства. Несмотря на достигнутое совершенство современных конструкций лесовозных автомобилей, они имеют ряд недостатков, неоправданно снижающих их эффективность. В последние годы у нас в стране и за рубежом ведутся интенсивные исследования по разработке перспективных технологий транспорта леса на основе использования лесовозных автомобилей, управляемых автоматически, дистанционно и сочетанием этих способов. При этом разработчики, беря за основу накопленный опыт создания «автопилотов» для работы в карьерах, на дорогах общего пользования, тракторных агрегатов в сельскохозяйственном производстве и в других отраслях, сталкиваются с трудностями адаптации таких машин для условий их движения по лесным дорогам. Основной проблемой внедрения и эффективного использования лесовозных автомобилей «автопилотов» является отсутствие или неразвитость технических средств обеспечения информационно-коммуникационных технологий транспортной сети на обширных территориях лесного фонда, находящихся в сфере деятельности лесозаготовительных предприятий и их отдаленность от конечного потребителя. С целью изучения возможности применения дистанционного управления для лесовозных автомобилей авторами предложена принципиальная схема конструкции лесовозного автомобиля с дистанционным управлением, смонтированного на базе шасси серийного автомобиля КАМАЗ 63501-996 с колесной формулой 8 × 8 и снабженного манипулятором СФ-85С. Для полноценного обоснования рабочих и конструктивных параметров предлагаемой конструкции лесовозного автомобиля с дистанционным управлением сформулированы задачи для комплексного исследования машины с учетом отечественного и зарубежного опыта, а также специфических особенностей эксплуатации в условиях лесозаготовительного производства.

Ключевые слова: лесозаготовка, вывозка древесины, лесовозный автомобиль, дистанционное управление, автопилот, эксплуатация, сортиментовоз, бортовой компьютер.

EVALUATION OF RELEVANCE AND JUSTIFICATION OF CHOICE OF TIMBER TRUCK SCHEME WITH REMOTE CONTROL

DSc in Engineering, Professor **V. I. Posmetyev**¹

PhD in Engineering **V. O. Nikonov**¹

PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor **V. V. Posmetyev**¹

¹ – Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation

Abstract

Currently in Russia there is a wide range of hauling vehicles of domestic and foreign production for hauling forest. Despite the perfection of modern hauling cars constructions, they have several disadvantages, unnecessarily reducing their effectiveness. In recent years in our country and abroad, the intensive research is held on the development of promising technologies for the transport of forest based on the use of logging vehicles operated automatically, remotely and using combination of these methods. The developers, based on accumulated experience of the creation of "autopilot" to work in the quarries, roads, and tractor units in agricultural production and in other industries, are faced with the difficulties of adapting such machines for the conditions of their movement on forest roads. The main problem of the implementation and effective use of "autopilot" hauling vehicles is

the absence or underdevelopment of the technical means of ensuring information and communication technologies of transport network in the vast territories of the forest fund within the scope of activities of logging companies and their remoteness from the end consumer. With the aim of studying the possibility of using remote control for logging vehicles, the authors propose a concept design of a timber truck with remote control, mounted on the chassis of serial trucks 63501-996 with the wheel formula 8×8 and equipped with manipulator SF-85C. For a full justification of working and design parameters of the proposed design of the timber truck with remote control, tasks for a comprehensive study of the machine are set, taking into account domestic and foreign experience and specific features of operation in terms of timber production.

Keywords: logging, hauling wood, timber truck, remote control, autopilot, operation, short log truck, trip computer.

Работа лесовозных автомобилей (ЛА) характеризуется крайне тяжелыми условиями, как при промышленных лесозаготовках, так и при ограниченных объемах вывозки древесины, заготавливаемой в малолесных районах страны. Несмотря на значительные затраты на строительство и поддержание в рабочем состоянии лесовозные дороги изобилуют выбоинами, значительными продольными и поперечными уклонами, затяжными подъемами и спусками, многочисленными поворотами с предельными минимальными радиусами, заболоченными труднопроходимыми участками, и другими недостатками [1].

Современная технология вывозки заготавливаемой древесины с помощью ЛА, управляемых водителями, предусматривает традиционные операции погрузки на верхнем складе, транспортировании древесины и последующую ее разгрузку на нижнем складе или непосредственно у потребителя. Наиболее трудоемкие операции погрузки и разгрузки древесины осуществляются как с помощью стационарных и мобильных кранов, так и с помощью манипуляторов ЛА, причем последний способ является в настоящее время преобладающим [2].

По разным оценкам затраты на вывозку леса ЛА составляют от 22 до 58 % от общих расходов на лесозаготовки и зависят от таких факторов, как: совершенство конструкций и эффективность используемых ЛА, принятой технологии производства работ, дальности транспортирования и состояния лесовозных дорог, рельефа местности, объема лесозаготовок, сезонности работ, развитости инфраструктуры верхнего и нижних складов и др. [3]. По этой причине вопросам совершенствования существующих и созданию принципиально новых конструкций ЛА придается первостепенное значение.

В настоящее время в РФ для вывозки леса ис-

пользуется широкая номенклатура лесовозных автомобилей отечественного и зарубежного производства. Отечественные ЛА серийно выпускаются в основном двумя автозаводами – Камским (КАМАЗ 43118, 43118-46, 693320, 693321, 693330, 693331, 63501-996, 65225, 6379, 6379-10-01 и др.) и Уральским (Урал 44202, 55571, 55571-40С, 5557-60, 55571-70, 5557-72М, 4320-NEXT, 4320-1912, 4320-82М, 63685, 43204-70 и др.) [4, 5]. Многочисленные модификации и варианты исполнения отечественных ЛА по грузоподъемности, проходимости и оснащенности соответствующим технологическим оборудованием отличаются достаточно высокой эффективностью при сопоставимой стоимости с зарубежными аналогами. Выполненные по колесным формулам 6×4 ; 6×6 ; 8×8 и оснащенные двигателями мощностью от 130 до 182 кВт они вполне хорошо адаптированы к работе по всем видам дорог и местности, в зимний период при низких температурах по недостаточно обустроенным лесным дорогам, а в летний – при распутице.

Из зарубежных производителей наибольшее применение в РФ нашли ЛА Белорусского автозавода с колесными формулами 4×4 ; 6×4 ; 6×6 и мощностью двигателей в пределах 184-320 кВт (МАЗ 543403-220, 641808-220-011, 6303А8-326, 6303А8-328, 6312А9-326-012, 6312В9-426-012, 6312В9-476-012, 631708-364-000Р2, 6317Х9-444-000, 6317Х9-464-000, 6317Х9-465-000, 631219, 6312В9, 6312В5, 6430В9-1470-012) [6]. ЛА Украинского производства представлены моделями Кременчугского автозавода с колесными формулами 6×4 и 6×6 и оснащенные двигателями мощностью от 190 до 220 кВт (КрАЗ 6511М4, 6233М61К, 6233М6, 643721К, 64372) [7]. Достаточно широко для транспортирования леса в РФ используются также ЛА с колесными формулами 6×4 и 6×6 и двигателями мощностью от 210 до 400 кВт известных фирм Германии

(MAN TGS 33.480 BB-WW и Mercedes-Benz Actros 3346 и др.) [8], Швеции (SCANIA P420, P440, P500, G480 и др.) [9], Франции (Reno Premium и др.) [10].

Большинство отечественных и зарубежных разработчиков и изготовителей ЛА по требованию заказчика оснащают свои машины манипуляторами, аутригерами, одно или двухосными и одно или двухскатными прицепами-ропусками, полуприцепами сортиментовозами, системами видеонаблюдения, лебедками для самовытаскивания автомобиля и подтрелевки леса, системами предпускового подогрева двигателей при низких температурах, спальными местами, системой климат-контроля, радиосвязью и другими полезными сервисными устройствами и системами.

Несмотря на достигнутое совершенство современных конструкций ЛА они имеют ряд недостатков, неоправданно снижающих их эффективность. Так, ручное управление требует обустройство кабины водителя, что уменьшает полезную длину грузовой платформы на 18-25 % и удорожает машину. Тяжелые и опасные условия работы водителя в течение рабочей смены приводят к повышенной утомляемости и профессиональным заболеваниям, что неизбежно отражается на снижении производительности ЛА. Отчетная документация о выполняемой работе осуществляется вручную водителем, на что затрачивается непроизводительное время и что снижает точность и достоверность фиксируемой информации из-за субъективного фактора. Кроме этого организация оптимального и оперативного управления парком ЛА затруднена при вывозке леса на больших по площади территориях лесозаготовительных предприятий и отдаленности их от потребителей.

В последние годы у нас в стране и за рубежом ведутся интенсивные исследования по разработке перспективных технологий транспорта леса на основе использования ЛА, управляемых автоматически (лесовозных автомобилей «автопилотов» (ЛАА)), дистанционно (лесовозных автомобилей с дистанционным управлением (ЛАД)) и сочетанием этих способов. При этом разработчики, беря за основу накопленный опыт создания «автопилотов» для работы в карьерах, на дорогах общего пользования, тракторных агрегатов в сельскохозяйственном производстве и в других отраслях, сталкиваются с трудностями адаптирования таких машин для условий их движения по лесным дорогам.

Основной проблемой внедрения и эффективного использования ЛАА является отсутствие или неразвитость технических средств обеспечения информационно-коммуникационных технологий транспортной сети на обширных территориях лесного фонда, находящихся в сфере деятельности лесозаготовительных предприятий и их отдаленность от конечного потребителя. Кроме этого все еще недостаточны надежная работа и разрешающая способность отечественной системы глобального позиционирования (ГЛОНАСС) и его зарубежных аналогов (GPS и NAVSTAR – США, Galileo – стран ЕС, Compass – Китая, IRNSS – Индии, Quaszenith – Японии), а также относительно высокая стоимость технического оснащения и услуг использования этих систем [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

В этих условиях экономически целесообразным является вывозка древесины с помощью ЛАД. Дистанционное управление достаточно широко используется за рубежом на машинах для трелевки леса, погрузочно-разгрузочных и других видах работ, но выполняемых лишь в пределах видимости оператора. В РФ дистанционное управление широко внедряется на колесных и гусеничных машинах при выполнении опасных и специфических операций подразделениями МЧС и министерства обороны. Принципиальное отличие транспортных средств ЛАД от ЛАА заключается в независимости первых от территориальной обустроенности инфраструктуры и глобальной системы позиционирования. Это в сочетании с существенным удешевлением и доступностью элементной базы электронных и радиотехнических устройств, электро- и гидроприводов, при прочих равных условиях, позволяет получить конкурентные преимущества при использовании ЛАД на предприятиях с различными объемами лесозаготовок. Кроме этого система управления ЛАД может в режиме реального времени переключаться на режим управления ЛАА, что позволяет при выезде ЛАД с лесовозной дороги на магистрали общего пользования с твердым покрытием и с обустроенной соответствующей инфраструктурой, обеспечить надежное управление и в режиме ЛАА.

С целью изучения возможности применения дистанционного управления для ЛА авторами была предложена принципиальная схема конструкции ЛАД сортиментовоза, смонтированного на базе шасси серийного автомобиля КАМАЗ 63501-996 с колесной

формулой 8×8 и снабженного манипулятором СФ-85С (рис. 1). Для надежного управления оператором машина снабжена неуправляемыми передней и задней видеокамерами, закрепленными соответственно на передней упорной стенке и заднем торце грузовой платформы, а также управляемой видеокамерой, установленной на конце стрелы манипулятора. Причем последняя используется как при погрузке и разгрузке древесины, так и при движении ЛАД по дороге дополнительно к видеокамере, расположенной на передней упорной стенке машины

Очевидным и особенно важным достоинством при внедрении принимаемой схемы ЛАД, является использование в его конструкции серийно выпускаемых агрегатов и узлов – шасси автомобиля и технологического оборудования в составе манипулятора с соответствующей гидроаппаратурой и неоткидными стойками. Кроме этого в машине используется комплект аппаратуры дистанционного управления, состоящий из доступных изделий массового производства – видеокамер, радаров и других унифицированных и стандартных электронных и радиотехнических элементов и устройств, а также элементов и устройств электро- и гидроприводов серийного производства. Оригинальными узлами в предлагаемой конструкции ЛАД являются лишь простые в изготовлении грузовая платформа и стенка упорная.

ЛАД осуществляет вывозку древесины аналогично ее вывозке традиционными ЛА по схеме – погрузка на верхнем складе или вырубке, транспортирование и разгрузка на нижнем складе или непосредственно

у потребителя (рис. 2). В комплект аппаратуры управления, устанавливаемого на машину входят три видеокамеры, четыре радара путевого и бокового обзора, светотехнические приборы, электро- и гидроприводы, электронные блоки управления системами ЛАД и бортовой компьютер. Управление ЛАД осуществляется с рабочего места оператора, устанавливаемого либо стационарно в помещении (рис. 2, з), либо на транспортном средстве или передвижном прицепе-фургоне. Комплект аппаратуры оператора включает в себя компьютер, прямо-передающее устройство и панель управления системами машины.

Аппаратура компактна, экономична по энергопотреблению, небольшая по весу, что позволяет использовать ее оператором также в носимом варианте. Во всех случаях электроснабжение аппаратуры управления ЛАД обеспечивается источниками бесперебойного питания. Наличие двух компьютеров (бортового и на рабочем месте) позволяет в режиме реального времени автоматизировать процесс контроля работы, диагностики систем оценки технического состояния ЛАД, а также хранения и передачи фиксируемой информации заинтересованным лицам. Кроме этого компьютеризированный комплекс ЛАД фиксирует и документально подтверждает в режиме реального времени текущие и суммарные объемы выполняемой работы. С целью предотвращения аварийных ситуаций по причине отказа аппаратуры управления, как на самой ЛАД, так и на рабочем месте оператора, предусмотрена установка автоматической, управляемой бортовым компьютером «автономной системы безопасно

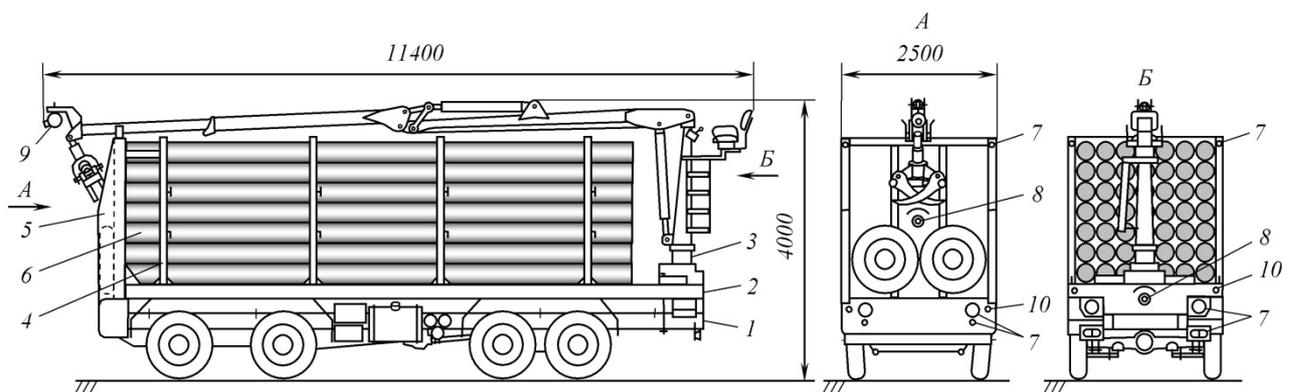


Рис. 1. Принципиальная схема конструкции сортиментовоза с дистанционным управлением на шасси автомобиля КАМАЗ 63501-996 колесной формулы 8×8 : 1 – шасси автомобиля; 2 – платформа; 3 – манипулятор СФ-85С; 4 – стойка неоткидная; 5 – стенка упорная; 6 – сортименты; 7 – светотехнические приборы; 8 и 9 – неуправляемая и управляемая видеокамеры; 10 – радар

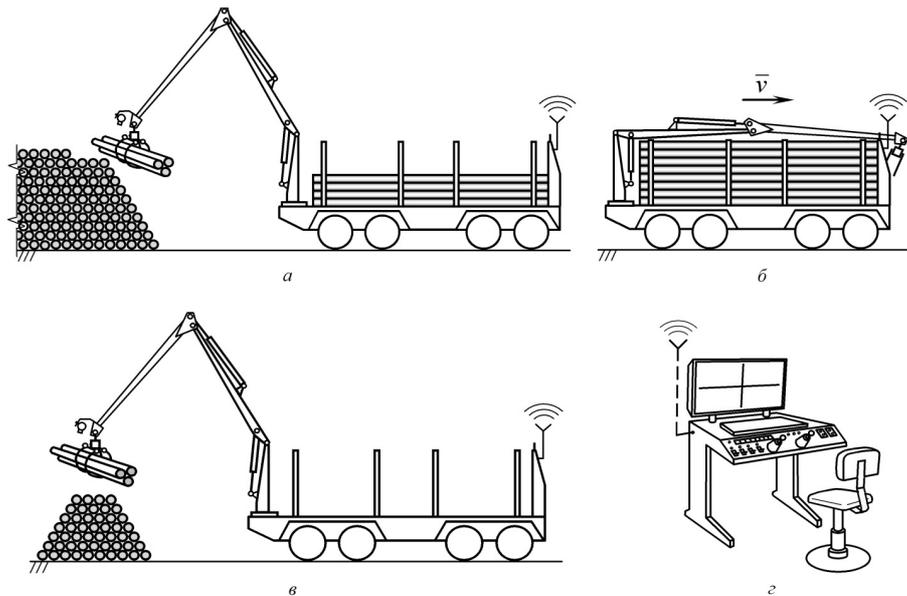


Рис. 2. Схема вывозки древесины сортиментовозом с дистанционным управлением: а – погрузка на верхнем складе; б – транспортирование; в – разгрузка на нижнем складе или непосредственно у потребителя; г – рабочее место оператора

го движения и остановки машины», срабатывающей в случае внезапной непредвиденной остановки ЛАД на дороге или в случае незапланированного прекращения выполнения погрузочно-разгрузочных операций манипулятором. Для предупреждения окружающих, находящихся в опасной близости от ЛАД, предусмотрено включение с рабочего места оператора аварийной и предупредительной сигнализации, а также дистанционное голосовое оповещение им с помощью установленных на машине динамиков.

Для полноценного обоснования рабочих и конструктивных параметров предлагаемой ЛАД необходимо с учетом отечественного и зарубежного опыта, а также специфических особенностей эксплуатации в условиях лесозаготовительного производства выполнить следующее комплексное исследование машины по определению:

- надежности функционирования системы дистанционного управления в реальных условиях эксплуатации машины;
- соответствия установленным нормам и правилам безопасности для транспортных средств по лесным и дорогам общего пользования;
- влияния природно-климатических факторов на функционирование ЛАД;
- степени утомляемости оператора при управлении ЛАД в течении рабочей смены как со стационарного

и передвигаемого рабочих мест, так и с носимого пульта оператора;

- влияния дистанционного управления на точность прохождения машиной поворотов с минимально допустимым радиусом, а также на ее способность к маневрированию на площадке при погрузке и разгрузке древесины;

- влияния дистанционного управления на технологическое время операций погрузки, транспортирования и разгрузки машины;

- уточнения грузовой характеристики манипулятора на примере модели СФ-85С с учетом продольной и поперечной устойчивости машины и возможных ограничений, накладываемых использованием дистанционного управления;

- рационального количества и мест установки на машине видеокамер, радаров и светотехнических приборов, а также устройств защиты их от повреждений и воздействий дождя и снега;

- оптимальных эргономических схем и параметров панелей стационарного и переносного пультов управления оператора;

- рационального способа организации оказания в случае необходимости оперативной технической помощи ЛАД;

- эксплуатационных показателей: производительности, средней скорости движения с грузом и без

него по лесным и дорогам общего пользования с твердым покрытием, удельного расхода топлива;

– эффективности использования ЛАД в сравнении с традиционными аналогичными по грузоподъемности ЛА.

Внедрение в лесозаготовительных предприятиях ЛАД позволит: существенно ускорить серийное производство машины благодаря высоким уровням унификации и стандартизации используемых в ее конструкции агрегатов, узлов и систем; повысить производительность такой машины за счет увеличения объема

перевозимой древесины вследствие отсутствия кабины водителя, а также уменьшения времени простоев из-за меньшей зависимости от неблагоприятных погодных условий; снизить удельный расход топлива; создать безопасные и комфортабельные условия труда оператору; обеспечить контроль и документальное подтверждение рабочих параметров машины в режиме реального времени; оптимизировать потребное количество и марочный состав, а также оперативно управлять парком ЛАД в условиях большой территориальной распространенности лесозаготовителей и потребителей.

Библиографический список

1. Посметьев, В. И. Напольный малогабаритный стенд для исследования подвесок автомобилей [Электронный ресурс] / В. И. Посметьев, В. О. Никонов // Воронежский научно-технический вестник. – 2016. – № 1 (15). – С. 58-65.
2. Шегельман, И. Р. Вывозка леса автопоездами. Техника. Технология. Организация [Текст] / И. Р. Шегельман, В. И. Скрышник, А. В. Кузнецов, А. В. Пладов. – СПб, Издательство ПРОФИКС, 2008. – 304 с.
3. Майоров, И. Г. Экономическая доступность лесных ресурсов и транспортная доступность [Текст] / И. Г. Майоров, А. Г. Третьяков // Экономические науки. – 2014. – № 10 (119). – С. 24-28.
4. КАМАЗ Спецавтотехника на шасси КАМАЗ. Часть IV автоцистерны, автофургоны, лесовозная техника [Электронный ресурс] / ОАО Торгово-финансовая компания КАМАЗ. – 166 с.
5. Лесовозы, трубовозы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uralaz.ru/models/lesovozy-trubovozy/>.
6. Лесовозная техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://maz.by/ru/products/cargo_vehicle/lesovozy/.
7. KRAZ. Каталог автомобилей. Catalogueoftrucks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.autokraz.com.ua/downloads/catalogue_2015.pdf – Загл. с экрана.
8. Лесовоз Mercedes-Benz Actros 3 3346 A [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://Zvezda-truck.ru/catalog/timbertrucks/lesovoz_mercedes_actros_3_3346_a.
9. Лесовозы Scania (Скания) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.severscan.ru/trucks/lesovozy/>.
10. Грузовой автомобиль Renault Premium distribution [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://trucksformer.ru/ru/configurator/model/19/>
11. Posmetyev, V. I. Shatalov Substantiation and evaluation of effectiveness of perspective constructions of forest tractors ancillary equipment [Text] / V. I. Posmetyev, V. A. Zelikov, M. V. Drapalyuk, M. A. Latysheva, E. V. Shatalov // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 11. – № 3 – pp. 1840-1855.
12. Hellstrom, T. A software framework for agricultural and forestry robots [Text] / Thomas Hellstrom, Ola Ringdahl // Industrial Robot: An International Journal. – Vol. 40. – Issue 1, - pp. 20-26. – DOI : 10.1108/01439911311294228.
13. Kaartinen, H. Accuracy of Kinematic Positioning Using Global Satellite Navigation Systems under Forest Canopies [Text] / Harri Kaartinen, Juha Hyypä, Mikko Vastaranta, Antero Kukko, Anttoni Jaakkola, Xiaowei Yu, Jiri Pyorala, Xinlian Liang, Jingbin Liu, Yungshen Wang, Risto Kaijaluoto, Timo Melkas, Markus Holopainen, Hannu Hyypä // Forests. – 2015. – 6(9). – pp. 3218-3236. DOI : 10.3390/f6093218.
14. Ringdahl, O. Enhanced Algorithms for Estimating Tree Trunk Diameter Using 2D Laser Scanner [Text] / Ola Ringdahl, Peter Hohnloser, Thomas Hellström, Johan Holmgren, Ola Lindroos // Remote Sens. – 2013. – 5(10). – pp.

4839-4856.DOI : 10.3390/rs5104839.

15. Patent DE 102015010749, Int. Cl. B60R 16/02, B62D 13/06, B62D 53/12, B62D 59/04. Fahrzeug [Text] / Schuele Edgar, Vogt Achim, Wetzels Peter (DE). – № DE 102015010749 ; priority data 17.08.2015 ; date of patent 24.03.2016.

16. Verberne, F.M.F.Trust in smart systems : sharing driving goals and giving information to increase trustworthiness and acceptability of smart systems in cars [Text] / F.M.F.Verberne, J.R.C. Ham, C.J.H.Midden // Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. – 2012. – 54(5). – pp.799-810.

17. Merat, N. Preface to the special section on human factors and automation in vehicles designing highly automated vehicles with the driver in mind [Text] / N. Merat, J. D. Lee // Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. – 2012. – 54. – pp. 681-686. <http://dx.doi.org/10.1177/0018720812461374>.

References

1. Posmetev V. I., Nikonov V. O. *Napolnii malogabaritnii stend dlya issledovaniya podvesok avtomobilei* [Outdoor compact stand for study suspension vehicles]. *Voronezhskii nauchno-tehnicheskii vestnik* [Voronezh Science and Technology Gazette]. 2016, no 1 (15), pp. 58-65. (In Russian).

2. Shegelman I. R., Skripnik V. I., Kuznecov A. V., Pladov A. V. *Vivozkalesaavtopoezdami. Tehnika. Tehnologiya. Organizaciya* [Removal of the wood by road trains. Equipment. Technology. Organization]. Saint-Petersburg, 2008, 304 p. (In Russian).

3. Maiorov I. G., Tretyakov A. G. *Ekonomicheskaya dostupnost lesnih resursov I transportnaya dostupnost* [Economic accessibility of forest resources and accessibility]. *Ekonomicheskie nauki* [Economic science], 2014, no 10 (119), pp. 24-28. (In Russian).

4. *KAMAZ Specavtotehnika na shassi KAMAZ. Chast IV avtocisterni, avtofurgoni, lesovoznayatehnika* [KAMAZ special vehicles on KAMAZ chassis. Part IV trucks, vans, logging machinery]. OAO Torgovo-finansovayakompaniya KAMAZ, 2015, 166 p. (In Russian).

5. *Lesovozi, trubovozi* [Timber trucks, pipe trucks]. Available at : <http://www.uralaz.ru/models/lesovozy-trubovozy>. (In Russian).

6. *Lesovoznaya tehnika* [Forestry equipment]. Available at : http://maz.by/ru/products/cargo_vehicle/lesovozy. (In Russian).

7. *KRAZ. Katalog avtomobilei. Catalogue of trucks* [KRAZ. Catalog of automobiles. Catalogue of trucks]. Available at : http://www.autokraz.com.ua/downloads/catalogue_2015.pdf. (In Russian).

8. *Lesovoz Mercedes-Benz Actros 3 3346 A* [Timber Mercedes-Benz Actros 3346 3 A]. Available at : http://Zvezdatruck.ru/catalog/timbertrucks/lesovoz_mercedes_actros_3_3346_a. (In Russian).

9. *Lesovozi Scania (Skaniya)* [Timber trucks Scania (Scania)]. Available at : <http://www.severscan.ru/trucks-/lesovozy>. (In Russian).

10. *Gruzovoiavtomobil Renault Premium distribution* [Renault Premium distribution truck]. Available at : <http://trucksformer.ru/ru/configurator/model/19>. (In Russian).

11. Valeriy I. Posmetyev, Vladimir A. Zelikov, Michael V. Drapalyuk, Margarita A. Latysheva and Evgeniy V., Shatalov Substantiation and evaluation of effectiveness of perspective constructions of forest tractors ancillary equipment, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016, Vol. 11 no. 3, pp. 1840-1855.

12. Thomas Hellström, Ola Ringdahl, (2013) "A software framework for agricultural and forestry robots", Industrial Robot: An International Journal, Vol. 40 Iss: 1, pp. 20-26; doi : 10.1108/01439911311294228.

13. HarriKaartinen, JuhaHyypa, MikkoVastaranta, Antero Kukko, AnttoniJaakkola, Xiaowei Yu, Jiri Pyorala, Xinlian Liang, Jingbin Liu, Yungshen Wang, RistoKaijaluo, TimoMelkas, Markus Holopainen and HannuHyypa "Accuracy of Kinematic Positioning Using Global Satellite Navigation Systems under Forest Canopies", Forests 2015, 6(9), pp. 3218-3236 ; doi : 10.3390 / f6093218.

14. Ola Ringdahl, Peter Hohnloser, Thomas Hellström, Johan Holmgren and Ola Lindroos "Enhanced Algo-

rithms for Estimating Tree Trunk Diameter Using 2D Laser Scanner" Remote Sens. 2013, 5(10), pp. 4839-4856 ; doi : 10.3390/rs5104839.

15. Patent DE 102015010749, Int. Cl. B60R 16/02, B62D 13/06, B62D 53/12, B62D 59/04. Fahrzeug [Text] / Schuele Edgar, Vogt Achim, Wetzels Peter (DE). – № DE 102015010749 ; priority data 17.08.2015 ; date of patent 24.03.2016.

16. Verberne, F.M.F., Ham, J.R.C. & Midden, C.J.H. (2012). Trust in smart systems : sharing driving goals and giving information to increase trustworthiness and acceptability of smart systems in cars. Human Factors, 54(5), pp. 799-810.

17. Merat, N., & Lee, J. D. (2012). Preface to the special section on human factors and automation in vehicles designing highly automated vehicles with the driver in mind. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 54, pp. 681-686. <http://dx.doi.org/10.1177/0018720812461374>.

Сведения об авторах

Посметьев Валерий Иванович – профессор кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», доктор технических наук, профессор, г. Воронеж, Российской Федерации; e-mail: posmetyev@mail.ru.

Никонов Вадим Олегович – доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», кандидат технических наук, г. Воронеж, Российской Федерации; e-mail: 8888nike8888@mail.ru.

Посметьев Виктор Валерьевич – доцент кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», кандидат физико-математических наук, доцент, г. Воронеж, Российской Федерации; e-mail: victorvpo@mail.ru.

Information about authors

Posmetyev Valerii Ivanovich – professor of department of production, repair and operation of cars Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov», DSc in Engineering, Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: posmetyev@mail.ru.

Nikonov Vadim Olegovich – Associate Professor of production, repair and operation of cars Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov», PhD in Engineering, Voronezh, Russian Federation; e-mail: 8888nike8888@mail.ru.

Posmetyev Viktor Valerevich – Associate Professor of mechanization of forestry and design of cars Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov», PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: victorvpo@mail.ru.