

Information about authors

Kazakov Igor Vladimirovich – leading researcher of the Department of FBI "All-Russian research Institute for silviculture and mechanization of forestry", candidate of candidate of technical Sciences, Pushkino, Russian Federation; e-mail: kazakov.igor2015@bk.ru.

Kazakov Vladimir Ivanovich – chief researcher of the Department of reforestation, seed and non-timber forest products, the FBI "All-Russian research Institute for silviculture and mechanization of forestry", doctor of agricultural Sciences, senior researcher, Pushkino, Russian Federation; e-mail: kazakov@vniilm.ru

DOI: 10.12737/article_59c21945f18ee9.68805491

УДК 630*383.01

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ, ОСНАЩЁННЫХ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТНОЙ ОСЬЮ ПРИЦЕПА

доктор технических наук, профессор **П.И. Попиков**¹,

кандидат технических наук, доцент **В.В. Белозоров**¹,

аспирант **К.А. Меняйлов**¹

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

В статье предложена концепция системного конструирования лесных машин в новых экономических условиях. Приведены основные положения выбора механизма для управления прицепа автопоезда на основе технико-экономического сравнения вариантов. Определяются основные характеристики управления автопоездом и повышения эффективности технологического процесса транспортировки. В предлагаемой работе рассматриваются вопросы управляемости транспортных средств, что представляет значительный интерес с целью применения такого оборудования для лесных машин, которое обеспечивало бы движение по различной опорной поверхности (снег, песок, болото и тд). Предлагается усовершенствовать электропневматическую конструкцию привода прицепа, учитывая при этом многочисленные и изменяющиеся факторы. Дан анализ конструкций лесовозных автопоездов. Рассмотрены преимущества и недостатки транспортировки древесины многозвенным автопоездом. Рассматриваются основные типы дорожных участков. В статье проанализированы факторы, оказывающие влияние на эксплуатационное состояние дорог. Примыкания дорог являются местами, где, наиболее часто возникают ДТП. Рассмотрена вероятность обеспечения надёжности функционирования отдельных элементов автомобильной дороги, а также дороги в целом во время сложных условий эксплуатации при наличии технических или экономических преимуществ в сравнении с традиционными решениями. Представлен график определения скорости автопоезда по предложенной методике для различных условий и факторов. В работе предлагается метод нахождения передаточных функций сложной многомассовой механической системы «ВАД». Экономическая эффективность работы автолесовоза определяется удельными приведёнными затратами на транспортировку лесоматериалов, представляющие собой отношение сумм затрат.

Ключевые слова: эффективность, транспорт, дорожная сеть, безопасность.

IMPROVEMENT OF EFFICIENCY OF OPERATION OF FOREST-MOTOR VEHICLES BASED BY THE DEVICE FOR CONTROLLING THE SWING AXLE OF THE TRAILER

Doctor of Technical Sciences **P. I. Popikov**¹,
Candidate of Technical Sciences **V. V. Belozorov**¹,
graduate student **K.A. Menyaylov**¹

1- FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov» Voronezh, Russian Federation

Abstract

The concept of systemic design of forest machines in the new economic conditions is proposed in the article. The main provisions of the choice of a mechanism for controlling the trailer of a road train on the basis of a technical and economic comparison of options are given. The main characteristics of the management of the road train and the efficiency of the technological process of transportation are determined. The proposed work deals with the issues of controllability of vehicles, which is of considerable interest for the purpose of using such equipment for forest machines, which would provide movement over a different reference surface (snow, sand, marsh etc). It is proposed to improve the electropneumatic design of the trailer drive, taking into account the numerous and changing factors. The analysis of timber car trailer constructions is given. The advantages and disadvantages of wood transportation by multi-tier road train are considered. The main types of road sections. The article analyzes the factors influencing the operational condition of roads. The road junctions are the places where the road accident most often occurs. The probability of ensuring reliability of functioning of separate elements of the highway and also road in general in time of close conditions of operation with technical or economic advantages in comparison with traditional decisions is considered. A graph is presented for determining the speed of the road train according to the proposed method for various conditions and factors. The method of finding the transfer functions of a complex multi-mass mechanical system "VAD" is proposed. The economic efficiency of the truck fleet is determined by the specific costs of transportation of timber, representing the ratio of the sums of costs.

Keywords: efficiency, transport, road network, safety.

Условия работы транспортных средств в лесном комплексе РФ имеют свои особенности.

Многие участки лесозаготовки находятся на большом расстоянии от мест переработки древесины и стоянки подвижного состава. Поэтому перевозка автопоездом лесоматериалов по необорудованным лесовозным дорогам, особенно в осенне-весенний периоды года при неблагоприятных погодных и дорожных условиях представляет значительные трудности. Исследования ЦНИИМЭ дали понять, что в ранее сложившейся структуре лесозаготовительного производства стандартные схемы транспорта леса не отвечают современным требованиям, отсюда возникает необходимость перехода к специализации транспортных средств по новым технологиям [1].

Современная наука рассматривает автопоезд, водителя и среду перемещения (дорожное

покрытие с мостами, освещением, информационным обеспечением, а также природно-климатические и метеорологические условия) как единую сложную динамическую систему. Постоянное идеальное состояние отдельных компонентов системы «ВАД» невозможно: узлы и детали автопоезда изнашиваются и выходят из строя, водитель устает и отвлекается, а среда перемещения в зависимости от погодных и дорожных параметров постоянно меняется.

В отличие от характерных свойств перемещения одиночного автомобиля, в характере движения автопоезда, имеющего в составе, как правило, минимум два транспортных звена, шарнирно соединенных друг с другом, имеется несколько отличительных черт, которые наблюдаются, как при прямолинейном, так и при криволинейном движении [2,4].

Первая особенность состоит в том, что имеет место уширение габаритной полосы движения (ГПД) лесовоза.

При повороте траектория середины ходовой оси прицепа перемещается от основной траектории автопоезда к центру.

Вторая - изменение взаимного положения транспортных звеньев при достижении некоторого значения скорости движения автопоезда («виляние» его при прямолинейном перемещении).

Третью особенность - наличие бокового увода колёс и бокового скольжения, а также возможность «заноса» автопоезда при высокой скорости движения и плохом состоянии дорожного покрытия.

Четвёртая - перераспределение нормальных нагрузок на ходовые оси транспортных звеньев и возникновение сил взаимодействия между ними вследствие наличия упругих тягово-сцепных устройств транспортных звеньев, а также асинхронности торможения звеньев. Эти силы и их реакции усложняют динамику движения многосвязного лесовозного автопоезда, приводя при неблагоприятных дорожных условиях (низкий коэффициент сцепления колеса с дорогой) и неквалифицированных действиях водителя (резкое нажатие педали тормоза или газа) к «складыванию» и боковому «заносу» прицепа, а в отдельных случаях и к отрыву прицепного звена

При повороте ГПД автопоезда приобретает весьма сложную форму. Эта форма и размер полосы криволинейного движения зависят от геометрических, кинематических, конструктивных, эксплуатационных и др. факторов. Наиболее важные из них – скорость движения автопоезда, состояние дорожного покрытия, техническое состояние узлов и механизмов тормозного и рулевого приводов, конструкция поворотного устройства прицепа. При криволинейном движении автопоезда каждое его кинематическое звено описывает самостоятельную траекторию, центр кривизны которой не совпадает с центром кривизны основной траектории тягача.

Таким образом, характерной особенностью криволинейного движения автопоезда является наличие смещения траекторий кинематических звеньев по отношению к основной траектории тягача. Вследствие этого смещения при повороте ав-

топоезда наблюдается резкое уширение ГПД.

Под ГПД автопоезда понимается площадь дорожного полотна, ограниченная проекциями траекторий наружной и внутренней габаритных точек транспортного средства по отношению к мгновенному центру кривизны. Наружной составляющей является проекция крайней точки переднего крыла тягача, внутренней – проекция ребра заднего борта прицепа.

ГПД автопоезда делится его основной траекторией на две части: наружную и внутреннюю. Параметры наружной части полосы при заданном режиме поворота определяются габаритами тягача, а внутренняя часть зависит от габаритов прицепа, углов его складывания и положительного сдвига траектории движения. Необходимо отметить, что чем больше положительный сдвиг траектории движения прицепа, тем шире внутренняя часть ГПД.

Следовательно, для обеспечения управляемости и устойчивости необходимо, чтобы автопоезд при повороте и торможении вписывался в «безопасную» полосу дороги.

Для определения параметров ГПД можно использовать аналитические зависимости. Ширина наружной составляющей ГПД:

$$B_n = \sqrt{(R_o + 0,5B_o)^2 + (L_o + C_o')^2} - R_o, \quad (1)$$

где R_o – радиус поворота тягача;

B_o – габаритная ширина тягача;

L_o – габаритная длина тягача; C_o' – передний свес тягача.

Ширина внутренней составляющей ГПД автопоезда B_e :

$$B_e = 0,5 B_n + C_k, \quad (2)$$

где B_n – габаритная ширина прицепа;

C_k – сдвиг траектории движения прицепа.

Примыкания дорог являются местами, где наиболее часто возникают ДТП. В нашей стране на перекрёстках происходит около 25% общего

числа аварий.

Данные статистики, свидетельствуют о том, что около 45

% аварий автопоездов происходят на поворотах с радиусами менее 100 м. В этой связи особую значимость приобретает предупреждение смещения траекторий транспортных звеньев при повороте многосвязного лесовозного автопоезда. Величина этого смещения существенно зависит от типа связи между звеньями автопоезда (неуправляемая или управляемая).

Характер движения автомобиля и автопоезда принципиально отличаются один от другого. Одиночный автомобиль, квалифицированно управляемый в нормальных условиях, совершает вполне предсказуемые и контролируемые водителем перемещения. Автопоезду же даже при самом квалифицированном управлении свойственна некоторая неопределенность его перемещения.

Исследованиями выявлены факторы возникновения сдвига траектории движения прицепа в отрицательном направлении относительно траектории тягача (рис. 1). Такой значительный сдвиг является результатом действия двух факторов: большой величины заднего свеса крюка у тягача и быстрого его поворота. При повороте возникает «складывание» звеньев прицепа с отрицательным углом γ_2 . Такой характер изменения углов γ_2 может создавать аварийную ситуацию – выезд прицепа за пределы дороги.

Траектория середины задней оси прицепа имеет и большой положительный сдвиг C_k , в следствие смещения прицепа к центру поворота. Положительный сдвиг траектории прицепа C_k увеличивается в процессе поворота от 0 в момент отклонения ходовой оси прицепного звена от первоначального прямолинейного направления до некоторого максимального значения, по времени, совпадающим с моментом максимума угла складывания, т.е. в начале выхода из поворота. Далее сдвиг C_k вновь уменьшается до 0 при выходе автопоезда на прямолинейное направление. [3,5]. Отрицательный сдвиг C_k является источником угрозы аварии на входе в поворот, положительный же сдвиг на выходе также создаёт опасную ситуацию, сужая свободную поло-

су для встречного движения.

Авторами предложено оборудование, использование которого позволит оптимизировать параметры движения лесовозных автопоездов. Эксплуатация автопоездов, оборудованных электропневматическими системами (улучшение управляемости и устойчивости) позволит повысить скорость движения, а следовательно снизить себестоимость транспортировки лесоматериалов и повысить эффективность функционирования подвижного состава [7].

Устройство для управления поворотной осью представлено на рисунке 2.

Нами создано устройство для управления поворотной осью лесовозного автопоезда. Оно включает систему фиксации положения нижнего поворотного круга 3, состоящей из подвижного контакта 4, смонтированного на валу рулевой колонки 5 и соединенного электрической цепью с положительной клеммой аккумулятора 6.

Два неподвижных контакта 7 и 8, установленные на корпусе рулевой колонки 5 и подключены к контактному прерывателю 9, который соединен с электрическим датчиком пройденного пути 10, смонтированным на вторичном валу коробки скоростей 11. Электрический датчик 10 соединен с выводом трехфазного синхронного электродвигателя 12. Ротор 13 электродвигателя 12 имеет жесткое соединение с первичным валом 14 механического демультипликатора 15, на вторичном валу которого закреплен подвижный контакт 16, соединенный проводами с положительной клеммой аккумулятора 6 и реле времени 27. На корпусе механического демультипликатора 15 смонтирован неподвижный контакт 17 и подключен к обмотке электромагнита 18 клапана 19. Клапан 19 соединен пневмолиниями с компрессором 21, ресивером 20, и тормозной камерой 22. Шток 23 тормозной камеры 22 соединен с тормозной колодкой 24. Тормозная колодка 24 шарнирно соединена одним концом со штоком 23, а другим – с балкой подкатной поворотной тележки 25. Тормозная колодка 24 имеет контакт с нижним поворотным кругом 3, который соединен с верхним поворотным кругом 26 автоприцепа 2. В начале поворота автопоезда до мо-

мента, при котором передняя ось прицепа достигнет точки срабатывания датчика пройденного пути, поворотный круг автоприцепа находится в зафиксированном положении. Затем начинается растормаживание поворотного круга автоприцепа, при этом ось автоприцепа под действием боковой силы поворачивается на некоторый угол. В результате, прицеп автопоезда имеет траекторию поворота с большим радиусом, по сравнению с базовым, при этом габаритная полоса криволинейного движения уменьшается на 10-15% при повороте на 90°. Большая часть этого оборудования объединена электропневматическим приводом и управляется компьютером (дополнительный регулятор системы «водитель – автомобиль – окружающая среда»). На рис. 3 показаны

экспериментальные зависимости «складывания» углов γ_1 и γ_2 автопоезда КамАЗ-5320 + ГКБ-8350, проведённые в полевых условиях на территории Учебно-опытного лесничества ВГЛТУ, от времени при повороте на 90°. Использование устройства для управления поворотной осью прицепа автопоезда даёт следующие результаты: в начальный период времени, до момента разблокирования поворотного круга прицепа, угол γ_1 исследуемого автопоезда имеет несколько большее значение, чем γ_1 базового при прочих равных параметрах поворота; далее после разблокирования поворотного круга происходит резкое уменьшение γ_1 исследуемого автопоезда из-за появления угла складывания γ_2 .

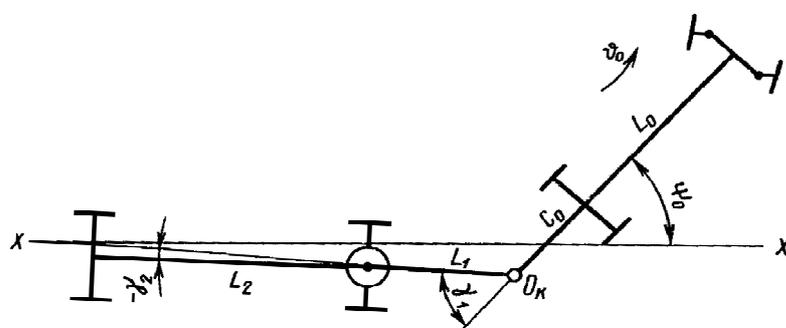


Рис. 1. Схема возникновения отрицательного сдвига при повороте лесовозного автопоезда КамАЗ-5320 + ГКБ-8350: γ_1, γ_2 – углы между продольными осями автопоезда; L_1, L_2 – базы кинематических звеньев прицепа

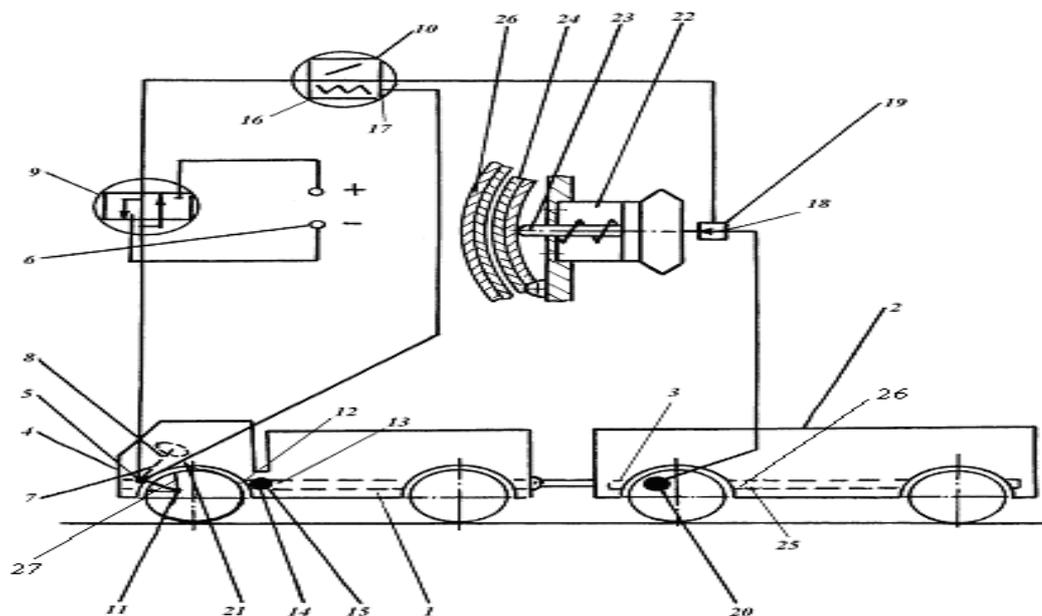


Рис. 2. Конструктивная схема устройства для управления поворотной осью прицепа

При движении автопоезда, оборудованного устройством для управления поворотной осью прицепа, величина отрицательного сдвига C_k будет меньше

в сравнении с базовым автопоездом, так как поворотный круг опытного прицепа заблокирован ($\gamma_2=0$).

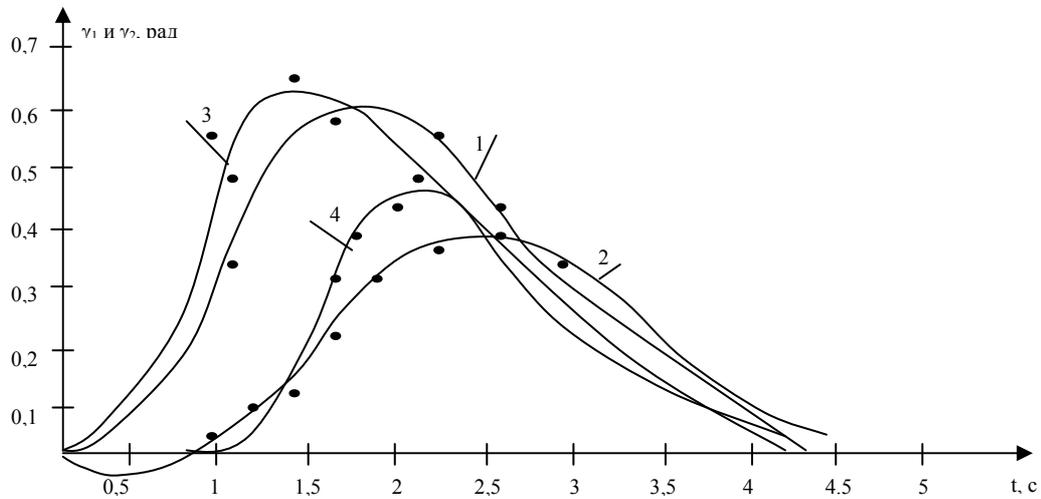


Рис. 3. Зависимость углов складывания γ_1 и γ_2 от времени при повороте на 90° : 1, 2 – изменение углов складывания γ_1 и γ_2 базового автопоезда; 3, 4 – изменение углов складывания γ_1 и γ_2 опытного автопоезда.

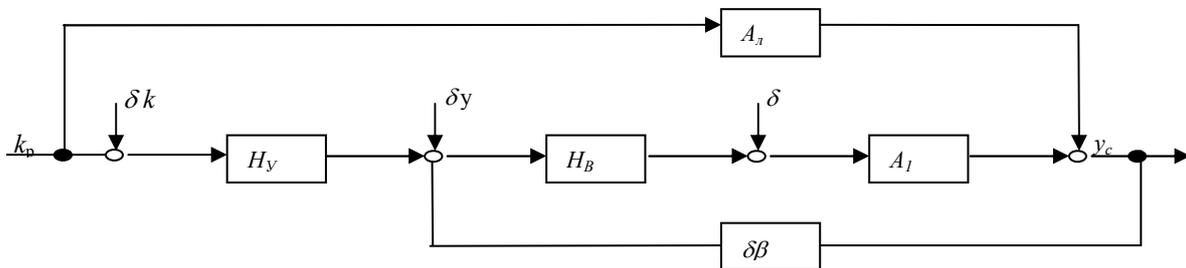


Рис. 4. Одноконтурная схема управляемого движения экспериментального лесовозного автопоезда: A_1 – передаточная функция автомобиля-тягача;

Предложенная схема описывается следующей системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} y_c &= (1 - G_2) A_1 \delta\beta + G_2 \delta y + G_1 \delta k + G_1 k_p - (1 - G_2) \frac{v^2}{p^2} k_p \\ \beta &= -G_2 \delta\beta + G_2 A_1^{-1} \delta y + G_1 A_1^{-1} \delta k + G_1 A_1^{-1} k_p + G_2 A_1^{-1} \frac{v^2}{p^2} k_p \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

где $G_1 = H_y G_2$ – передаточная характеристика разомкнутой части системы (автомобиля);

$$G_2 = \frac{A_1 H_B}{1 + A_1 H_B} - \text{передаточная характеристика замкнутой части системы (автоприцепа)}.$$

$$v_{кр}^2 = \frac{k_p L_2}{m} \frac{\alpha(1 + \beta)^2}{\frac{\lambda}{1 + \lambda} (\alpha + \alpha\beta^2 + 2\beta) + \frac{\alpha\beta(1 + \lambda)(1 + \beta)^2}{\alpha + \alpha\beta^2 + 2\beta} + \alpha(1 + \beta) + \lambda\beta(1 + \alpha\beta)}, \quad (4)$$

Получено уравнение критической скорости движения прицепа, с предлагаемым поворотным устройством:

где L_2 – база второго звена прицепа; m – масса прицепа; α – коэффициент регулирования; λ – коэффициент внешнего возмущения.

Три параметра движения автопоезда (радиус $R_2 = L_2 / \text{tg} \gamma_2$, углы складывания γ_1 и γ_2) оказывают влияние на критическую скорость. Исследования проводились при следующих параметрах движения: поворот на 90° , основная траектория – без кругового участка, $k_n=0,07 \text{ м}^{-1}$, $v_0=7,14 \text{ м/с}$.

Анализ системы уравнений показывает, что в сравнении с базовым экспериментальный автопоезд обладает большей устойчивостью (8-12%).

Таким образом, использование устройства для управления поворотной осью автоприцепа позволяет уменьшить величину положительного и отрицательного сдвига траектории движения автоприцепа, что обеспечивает более точное вписывание его колеи в колею автомобиля, а также уменьшить максимальный сдвиг траектории S_k до 0,5 м для КамАЗ-5320 + ГКБ-8350 и до 0,8 м для КамАЗ-5320 + 2ГКБ-8350, а максимальный угол складывания γ_{max} на 25...30 рад.

Экономическая эффективность функционирования лесовозного автопоезда, оснащённого устройством для управления поворотной осью прицепа в технологической схеме лесозаготовок [6], в сравнении с одиночным автомобилем возрастает на 14...21%.

Библиографический список

1. Анисимов Г. М. Лесные машины: [Текст]: учеб. пособие / Г. М. Анисимов, С. Г. Жендаев, А. В. Жуков – Москва: «Лесная промышленность», 1989 г. – 512 с.
2. Высоцкий, М. С. Автомобили: Специализированный подвижной состав учеб. пособие [Текст]: учеб. пособие / М.С. Высоцкий. – Минск: Высш. шк., 1989. – 219 с.
3. Закин, Я. Х. Конструкция и расчет автомобильных поездов [Текст]: учеб. пособие / Я. Х. Закин, М. М. Щукин, С. Я. Марголис. – М.: Машиностроение, 1968. – 329 с.
4. Ковальчук, Е. Ф. Основы машиностроительного производства [Текст]: учеб. пособие / Е.Ф. Ковальчук, Н. Т. Косов, В. Т – М.: Высшая школа, 1999. – 364 с.
5. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учеб. для вузов / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин – М.: Наука, 2001. – 535 с.
6. Корчалин, В. А. Расчет экономической эффективности внедрения новой техники на автотранспортных предприятиях [Текст]: учеб. пособие / В. А. Корчалин, Д. В. Птицин, Киев: Техника, 1980. – 167 с.
7. Пат. 2240247 Россия, МПК – 7 В62 D 13/02. Устройство для управления поворотной осью прицепа автопоезда / Д.Д. Репринцев, В.В. Белозоров, И.Т. Черных; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2003103224/11; заявл. 03.02.03., опубл. 20.11.04. Бюлл. № 32.
8. Setinc, M. Optimization of a highway project planning using a modified genetic algorithm /M. Setinc, M. Gradisar, L. Tomat//Optimization. -2015. -Vol. 64. -Issue 3. -pp. 687-707.
9. Janssen, Thomas Stahlbau Design and construction in existing contexts: Replacement of the first High

Bridge Levensau //Janssen Thomasstahlbau. -2015. -Vol. 84. -Issue 3. -pp. 182-194.

10. Setinc, M. Optimization of a highway project planning using a modified genetic algorithm /M. Setinc, M. Gradisar, L. Tomat//Optimization. -2015. -Vol. 64. -Issue 3. -pp. 687-707.

11. Burdett, R. Block models for improved earthwork allocation planning in linear infrastructure construction /R. Burdett, E. Kozan, R. Kenley//Engineering optimization. -2015. -Vol. 47. -Issue 3. -pp. 347-369.

References

1. Anisimov GM Forest machines: [Text]: Textbook. Allowance / GM Anisimov, S.G., Zhendayev, A.V. Zhukov - Moscow: "Forest industry", 1989. - 512 p.

2. Vysotsky, MS Cars: Specialized rolling stock. Allowance [Text]: Textbook. Allowance / M.S. Vysotsky. - Minsk: Higher Education. Shk., 1989. - 219 p.

3. Zakin, Ya. H. Construction and calculation of automobile trains [Text]: Proc. Allowance / Ya. H. Zakin, MM Shchukin, S. Ya. Margolis. - M.: Mechanical Engineering, 1968. - 329 p.

4. Kovalchuk, EF Foundations of machine-building production [Text]: textbook / EF. Kovalchuk, NT Kosov, V. T. - M.: Higher School, 1999. - 364 p.

5. Kuznetsov, E. S. Technical exploitation of cars [Text]: Textbook. For higher education institutions / ES Kuznetsov, A. P. Boldin - M.: Nauka, 2001.- 535 p.

6. Korchalin, VA Calculation of the economic efficiency of the introduction of new technology in motor transport enterprises [Text]: teaching aid / VA Korchalin, DV Ptitsin, Kiev: Engineering, 1980. - 167 p.

7. Pat. 2240247 Russia, IPC - 7 B62 D 13/02. The device for steering the trailer axle of the trailer of a road train / D.D. Reprintsev, V.V. Belozorov, I.T. Black; Applicant and patent owner of VGLTA. - No. 2003103224/11; Claimed. 03.02.03., Publ. 20.11.04. Bull. No. 32.

8. Setinc, M. Optimization of a highway project planning using a modified genetic algorithm /M. Setinc, M. Gradisar, L. Tomat//Optimization. -2015. -Vol. 64. -Issue 3. -pp. 687-707.

9. Janssen, Thomas Stahlbau Design and construction in existing contexts: Replacement of the first High Bridge Levensau //Janssen Thomasstahlbau. -2015. -Vol. 84. -Issue 3. -pp. 182-194.

10. Setinc, M. Optimization of a highway project planning using a modified genetic algorithm /M. Setinc, M. Gradisar, L. Tomat//Optimization. -2015. -Vol. 64. -Issue 3. -pp. 687-707.

11. Burdett, R. Block models for improved earthwork allocation planning in linear infrastructure construction /R. Burdett, E. Kozan, R. Kenley//Engineering optimization. -2015. -Vol. 47. -Issue 3. -pp. 347-369.

Сведения об авторах

Попиков Пётр Иванович – профессор кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», доктор технических наук, профессор, г. Воронеж, Российской Федерации; email: popikovpetr@yandex.ru.

Белозоров Виктор Васильевич – заместитель начальника автоколонны №3 АО «ВПАТП №3», кандидат технических наук, доцент, г. Воронеж, Российской Федерации; email: NVP2012@yandex.ru.

Меняйлов Константин Александрович – аспирант кафедры организации перевозок и безопасности движения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российской Федерации; email: kos_menyailov@mail.ru.

Information about authors

Popikov Petr Ivanovich - Professor of department of mechanization of forestry and design of Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov", the doctor of technical science, professor, Voronezh, the Russian Federation; email: popikov-petr@yandex.ru.

Belozorov Victor Vasilievich - Deputy chief of a motorcade No. 3 of JSC VPATP№3, Candidate of Technical Sciences, the associate professor, Voronezh, the Russian Federation; email: NVP2012@yandex.ru.

Menyaylov Konstantin Alexandrovich - Graduate student of department of the organization of transportations and safety of the movement of Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov", Voronezh, the Russian Federation; email: kos_menyailov@mail.ru