

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ СВЯЗЕЙ И ЗАВИСИМОСТЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ОПТИМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ РИТМИЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Д.В. Бурмистров¹, Р.В. Могутнов², О.В. Рябова³, Ю.А. Сафонова⁴,
А.В. Скрыпников⁴, С.В. Дорохин⁵, С.А. Поставничий⁵, Е.В. Чирков⁵

¹ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», 169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13

²Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54А

³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 394006, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84

⁴ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19

⁵ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8

burmistrdv@mail.ru

Приоритетной задачей эмпирического изучения динамики дорожного строительства является установление вероятностных связей между его параметрами и определение условий формирования случайных факторов, оцениваемых критериями годовой и производственной ритмичности. Для анализа и обоснования основных направлений проводимых исследований выбран метод экспертных оценок, который можно отнести к одному из новейших и развивающихся методов анализа деятельности организаций, прогнозирования экспериментальных и исследовательских работ. Основные направления экспериментального исследования были обусловлены распределением предложенных групп факторов, влияющих на ритмичность строительства лесовозных дорог. Дальнейшее исследование было направлено на изучение связей и зависимостей системы «дорожное строительство», определяющих составление оптимальной программы работ; составление массива исходных данных, характеризующего ритмичность производства отдельных дорожно-строительных процессов; выявление вероятностных зависимостей, обуславливающих оптимальные методы организации ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог. Перечисленные направления экспериментального исследования по результатам проведенного экспертного анализа наиболее целесообразно проводить, основываясь на анализе производственно-хозяйственной и организационно-технологической деятельности лесопромышленных предприятий, выполняющих различные виды дорожно-строительных работ по отдельным календарным периодам. При выполнении экспериментальных исследований необходимо уделять внимание определению фактического уровня производства в рамках комплексного потока, служащего основой для разработки оптимальных методов организации и планирования строительства лесовозных автомобильных дорог. В соответствии с изложенным были спланированы и проведены экспериментальные исследования вероятностных связей и зависимостей, определяющих оптимальные методы организации и планирования ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог на базе лесопромышленных предприятий республики Коми.

Ключевые слова: лесовозные автомобильные дороги, метод экспертных оценок, ритмичное строительство

Ссылка для цитирования: Бурмистров Д.В., Могутнов Р.В., Рябова О.В., Сафонова Ю.А., Скрыпников А.В., Дорохин С.В., Поставничий С.А., Чирков Е.В. Исследование вероятностных связей и зависимостей, определяющих оптимальные методы организации и планирования ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 1. С. 70–76. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-1-70-76

Изучение динамики строительства лесовозных автомобильных дорог направлено, прежде всего, на установление групп случайных факторов различного порядка, влияющих на ход сооружения лесовозных автомобильных дорог.

Цель работы

Учет влияния случайных факторов на ход строительства при проектировании организации и планировании дорожно-строительных работ для определения эффективности деятельности дорожно-строительных подразделений [1–6], установление вероятностных связей между па-

раметрами динамики дорожного строительства, роли и места их в формировании случайных факторов [7–12] оцениваются критериями годовой и производственной ритмичности.

Материалы и методы

Масштабность проблемы исследования организации и планирования строительства лесовозных автомобильных дорог требует установления первоочередных, наиболее важных и эффективных направлений ее решения [13–17]. С целью установления масштабов экспериментальных исследований, т. е. определения структурной единицы

управления производством, видов и объемов работ, подлежащих обследованию, а также с целью предварительного установления основных факторов, определяющих ритмичность, во время строительного сезона 2016 г. был проведен экспертный анализ организационно-технологической деятельности [18].

Метод экспертных оценок является одним из новейших и развивающихся методов анализа деятельности организаций, прогнозирования экспериментальных и исследовательских работ и может быть с успехом применен для предварительного анализа и обоснования основных направлений экспериментального исследования вопросов ритмичности строительства лесовозных автомобильных дорог. Метод получил широкое развитие в России [19–21], США [22] и других странах для прогнозирования деятельности организаций и отраслей хозяйства. Преимущество метода экспертных оценок заключается в возможности включения в число анализируемых вероятностных факторов таких показателей, по которым тяжело получить количественную информацию.

Результаты и обсуждение

В настоящем исследовании экспертный анализ организационно-технологической деятельности проведен на пяти лесопромышленных предприятиях.

Аналізу подлежали 10 выделенных факторов, влияющих на ритмичность дорожно-строительного производства и на потери рабочего времени.

В качестве экспертов были привлечены руководители дорожно-строительных хозяйств и отделов.

Группа экспертов каждого из обследуемых трестов состояла из 8–10 человек. Всего в качестве экспертов были приглашены 42 человека.

В карточках экспертного анализа деятельности лесопромышленных предприятий каждый из экспертов присуждал факторам по степени влияния их на ритмичность и потери рабочего времени ранги — P_{ij}^q , где P_{ij}^q — ранг, присужденный i -м экспертом j -му фактору в q -м лесопромышленном предприятии; i — номера экспертов, $i = 1, 2, \dots, n$, $n = 10$; j — число выделенных факторов, $j = 1, 2, \dots, m$, $m = 10$; q — количество обследованных трестов, $q = 1, 2, \dots, t$, $t = 5$.

Ранг «1» присуждался наиболее существенному фактору, т. е. фактору, который в наибольшей мере влияет на ритмичность производства, ранг «2» — менее важному и т. д.

Обработка результатов экспертного анализа произведена с учетом степени компетентности экспертов.

В ходе опроса экспертов выявлена средняя величина степени их компетентности. За базовую

степень (0) принята компетентность руководителя организаций (одного эксперта). Для сравнения рангов, присужденных группой экспертов одному и тому же фактору, введен «весовой коэффициент» компетентности B_i , представляющий собой десятичное выражение степени компетентности.

В соответствии с «весовым коэффициентом» по разработанному «правилу относительной компетентности» определены приведенные ранги факторов — Pnp_{ij}^q

$$Pnp_{ij}^q = P_{ij}^q + (P_{i_k}^{q_j} - P_{ij}^q)B_i, \quad (1)$$

где $P_{i_k}^{q_j}$ — ранг, присужденный наиболее компетентным экспертом i_k лесопромышленного предприятия j -му фактору в q -м тресте.

«Правило относительной компетенции» позволяет более точно распределить ранги между факторами. Контрольные суммы рангов в этом случае должны быть равны между собой

$$\sum_{j=1}^m P_{ij}^q = \sum_{j=1}^m Pnp_{ij}^q. \quad (2)$$

Оценка факторов по степени влияния на ритмичность производства O_j^q группой экспертов треста определена по формуле

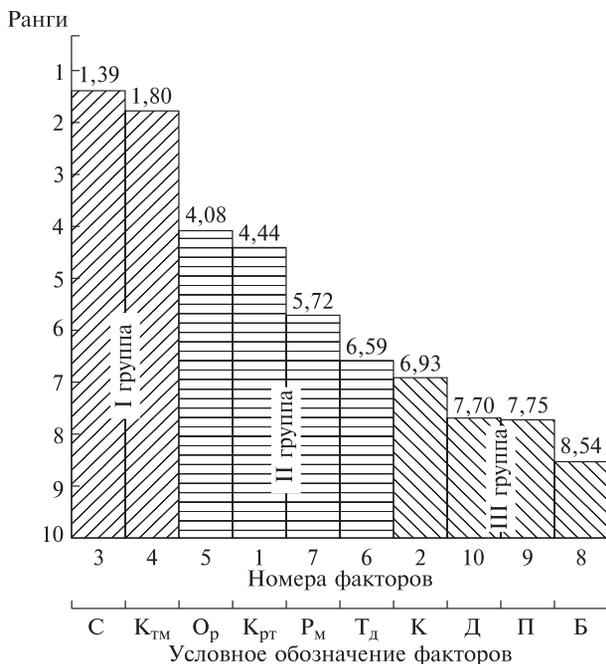
$$O_j^q = \frac{\sum_{j=1}^m Pnp_{ij}^q}{i}. \quad (3)$$

По такой схеме обработаны результаты экспертного анализа пяти лесопромышленных предприятий. На основании оценок факторов по трестам определены общие оценки выделенных факторов

$$O_j = \frac{\sum_{q=1}^t O_j^q}{q}. \quad (4)$$

Результаты опроса экспертов позволили распределить выделенные факторы степени влияния на ритмичность производства и потери рабочего времени в определенном порядке, что позволяет обосновать положения рабочей гипотезы в части установления для последующего экспериментального исследования структурной единицы управления производством и основных причин, вызывающих аритмию выполнения работ.

По результатам экспертного анализа построена гистограмма, которая дает наглядное представление о распределении факторов по степени влияния на потери рабочего времени и ритмичность производства.



Гистограмма распределения факторов по степени влияния на ритмичность производства и потери рабочего времени

Histogram of the distribution of factors by the degree of influence on the rhythm of production and loss of working time

В соответствии с результатами экспертного анализа все факторы, определяющие ритмичность строительства лесовозных автомобильных дорог, по масштабности воздействия их на производство, можно разделить на 3 группы (см. гистограмму):

I группа — недостатки и срывы в снабжении строек с материалами, изделиями, конструкциями С, недостаточное количество производственного транспорта и механизмов К_{тм}. Это группа «внешних» факторов;

II группа — недостаточный уровень организации производства в целом и в пределах рабочих мест в частности О_р, недостатки в комплектовании бригад рабочей силой и техникой К_{рт}, несвоевременность и срывы в ремонте и обслуживании механизмов Р_м, нарушения трудовой производственной дисциплины Т_д. Эти факторы названы «внутренними». Уменьшение удельного веса влияния на ритмичность производства «внутренних» факторов зависит от степени организации и планирования работ самой дорожно-строительной организации;

III группа — недостаточно высокий уровень квалификации рабочих К, отсутствие необходимой инструктивной и технической документации по организации производства и технологии строительства Д, ненадежность и неритмичность работы производственных предприятий П, недостатки в бытовом обслуживании рабочих и

санитарно-гигиенических условиях труда Б. Это «смешанные» факторы, интенсивность влияния которых на ход ритмичного производства зависит как от работы самой дорожно-строительной организации, так и от работы вышестоящих учреждений и организаций.

Выводы

На основании полученного распределения факторов, устанавливающих влияние каждой из выделенных групп на ритмичность, определены основные направления экспериментального исследования, к которым относятся:

- исследование связей и зависимостей системы «дорожное строительство», определяющих составление оптимальной программы работ;
- формирование массива исходных данных, характеризующего ритмичность производства отдельных дорожно-строительных процессов;
- определение вероятностных зависимостей, обуславливающих оптимальные методы организации ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог.

Как показывает экспертный анализ, указанные направления экспериментального исследования наиболее целесообразно проводить на базе анализа производственно-хозяйственной и организационно-технологической деятельности лесопромышленных предприятий, выполняющих различные виды дорожно-строительных работ по отдельным календарным периодам.

Особое внимание при проведении экспериментального исследования должно быть уделено установлению фактического уровня производства в пределах комплексного потока как основы для разработки оптимальных методов организации и планирования строительства лесовозных автомобильных дорог.

В соответствии с изложенным были спланированы и проведены экспериментальные исследования вероятностных связей и зависимостей, определяющих оптимальные методы организации и планирования ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог на базе лесопромышленных предприятий республики Коми.

Список литературы

- [1] Гулевский В.А., Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Ломакин Д.В., Микова Е.Ю. Экспериментальная оценка сцепных качеств и ровности покрытий при различных состояниях автомобильных дорог и погодных условиях // Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2018. Т. 11. № 1 (56). С. 112–118.
- [2] Kozlov V.G., Gulevsky V.A., Skrypnikov A.V., Logoyda V.S., Menzhulova A.S. Method of Individual Forecasting of Technical State of Logging Machines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, v. 327 (4), p. 042056. DOI: 10.1088/1757-899X/327/4/042056

- [3] Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Морковин В.А. Модель режимов движения транспортных потоков на лесовозных автомобильных дорогах // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2014. № 2 (338). С. 61–67.
- [4] Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Трофимов Ю.И., Леонова М.Н. Техногенное воздействие мобильных сельскохозяйственных машин на почву // Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2013. № 1. С. 51–56.
- [5] Dorokhin S.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2017, v. 12, no. 2, pp. 511–515.
- [6] Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Борисов В.А. Лесотранспорт как система водитель–автомобиль–дорога–среда. М.: МГУЛ, 2010. 370 с.
- [7] Kozlov V.G. Mathematical modeling of damage function when attacking file server // Journal of Physics: Conference Series, 2018, v. 1015, p. 032069.
- [8] Курьянов В.К., Афоничев Д.Н., Бурмистрова О.Н., Скрыпников А.В. Повышение удобства и безопасности движения лесовозных автопоездов на кривых малого радиуса // Вестник Центрально-Черноземного регионального отделения наук о лесе, 2002. Т. 4. № 1. С. 178–187.
- [9] Скворцова Т.В., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В. Обоснование ресурсных показателей при строительстве лесовозных автомобильных дорог // В мире научных открытий, 2011. № 9–6 (21). С. 1841–1848.
- [10] Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Кондрашова Е.В., Бурмистров Д.В. Выбор критерия принятия решений при управлении информационным обеспечением автомобильного транспорта // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2016. № 4–4. С. 686–689.
- [11] Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Дорохин С.В., Логачев В.Н., Чистяков А.Г. Обоснование необходимого минимального уровня видимости дорожной разметки // Современные проблемы науки и образования, 2014. № 6. С. 48.
- [12] Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Ломакин Д.В., Логойда В.С. Методика определения влияния природных факторов на стоимость строительства земляного полотна лесовозных дорог // Современные наукоемкие технологии, 2016. № 11–2. С. 305–309.
- [13] Умаров М.М., Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Микова Е.Ю. Применение цифровых моделей местности для трассирования лесных автомобильных дорог // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2018. № 2 (262). С. 58–69.
- [14] Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Автоматизированный расчет уровня загрязнения поверхностного стока на автомобильной дороге. Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2003. 26 с.
- [15] Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В., Логачев В.Н. Математическая модель процессов загрязнения почв и растений придорожной полосы лесных автомобильных дорог // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2012. № 5. С. 117–119.
- [16] Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Автоматизированный расчет уровня параметрического загрязнения окружающей среды объектами автомобильно-транспортного комплекса. Воронеж: ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2003. 20 с.
- [17] Поляков Ю.А., Курьянов В.К., Скрыпников А.В. Оценка транспортно-эксплуатационных качеств горных лесовозных автомобильных дорог в системе автоматизированного проектирования. Воронеж: ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2001. 149 с.
- [18] Скрыпников А.В. Методы построения эпюр скорости как основы оценки соответствия проекта дороги требованиям движения. Воронеж: ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2001. 17 с.
- [19] Курьянов В.К., Рябова О.В., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Тарарыков А.В. Моделирование влияния проектируемых дорожных условий на эмиссию токсичных веществ // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2008. Т. 2. № 3 (13). С. 180–184.
- [20] Рябова О.В., Курьянов В.К., Скрыпников А.В. Обеспечение безопасности на различных участках автомобильных дорог // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия Технические науки, 2004. № S9. С. 198–202.
- [21] Михайлулов Е.А., Курьянов В.К., Скрыпников А.В. Учет ровности и шероховатости покрытий в тяговых расчетах // Лесное хозяйство Поволжья: Межвузовский сб. науч. работ. Саратов: Саратовский государственный аграрный ун-т им. Н.И. Вавилова, 2002. С. 583–586.
- [22] Заец О.С., Скрыпников А.В., Чернышова Е.В. Оценка эффективности системы защиты информации автоматизированной системы проектирования сложных многокомпонентных продуктов // Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики: Сб. тр. 5-й науч.-практ. интернет-конф. Тольятти, Тольяттинский гос. ун-т, 27–28 января 2015 г. Ульяновск: SIMJET, 2015. С. 31–38.

Сведения об авторах

Бурмистров Дмитрий Валерьевич — канд. техн. наук, научный сотрудник ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», burmistrdrv@mail.ru

Могутнов Роман Викторович — научный сотрудник, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», r-mogutnov@mail.ru

Рябова Ольга Викторовна — д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ), esodorvrm@mail.ru

Сафонова Юлия Александровна — канд. техн. наук, доцент кафедры высшей математики и информационных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», kulakova7@yandex.ru

Скряпников Алексей Васильевич — д-р техн. наук, декан факультета «Управление и информатика в технологических системах» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», skrypnikovvsafe@mail.ru

Дорохин Сергей Владимирович — д-р техн. наук, доцент, декан автомобильного факультета, профессор кафедры автомобилей и сервиса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», dsvvtn@yandex.ru

Поставничий Сергей Алексеевич — аспирант кафедры автомобилей и сервиса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», dsvvtn@yandex.ru

Чирков Евгений Викторович — аспирант кафедры автомобилей и сервиса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», dsvvtn@yandex.ru

Поступила в редакцию 04.08.2018.

Принята к публикации 27.11.2018.

INVESTIGATION OF PROBABILISTIC RELATIONS AND DEPENDENCIES DETERMINING OPTIMUM METHODS OF ORGANIZATION AND PLANNING OF RHYTHMIC CONSTRUCTION OF HAULAGE ROADS

D.V. Burmistrov¹, R.V. Mogutnov², O.V. Ryabova³, Yu.A. Safonova⁴,
A.V. Skrypnikov⁴, S.V. Dorokhin⁵, S.A. Postavichy⁵, E.V. Tchirkov⁵

¹Ukhta State Technical University, 13, Pervomaiskaya st., 169300, Ukhta, Republic of Komi, Russia

²Military Educational and Scientific Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin», 54A, Old Bolshevikov st., 394064, Voronezh, Russia

³Voronezh State Technical University, 84, 20 years of October st., 394006, Voronezh, Russia

⁴Voronezh State University of Engineering Technologies, 19, Revolution st., 394036, Voronezh, Russia

⁵Voronezh State Forestry University G.F. Morozov, 8, Timiryazev st., 394087, Voronezh, Russia

burmistrdv@mail.ru

The priority task of empirical study of the dynamics of road construction is the establishment of probabilistic links between its parameters and the determination of the conditions for the formation of random factors estimated by the criteria of annual and production rhythm. For the analysis and substantiation of the main directions of the conducted studies, a method of expert assessments has been chosen, which can be attributed to one of the newest and most advanced methods for analyzing the activities of organizations, forecasting experimental and research works. The main directions of the experimental study were determined on the basis of the distribution of the proposed groups of factors influencing the rhythm of the construction of logging roads. A further study was aimed at studying the connections and dependencies of the «road construction» system, which determine the formulation of the optimal program of work; compilation of an array of initial data characterizing the rhythmicity of the production of individual road construction processes; the identification of probabilistic dependencies that determine the optimal methods for organizing the rhythmic construction of logging roads. The listed directions of the pilot study based on the results of the expert analysis are most expedient to conduct based on the analysis of production, economic and organizational and technological activities of timber enterprises that perform various types of road construction work for individual calendar periods. The main attention in the implementation of experimental research should be given to determining the actual level of production within the integrated flow, which serves as the basis for the development of optimal methods for organizing and planning the construction of timber roads. In accordance with the above, experimental studies of probabilistic relationships and dependencies determining optimal methods for organizing and planning the rhythmic construction of logging roads on the basis of forestry enterprises of the Komi Republic were planned and conducted.

Keywords: logging roads, method of peer reviews, rhythmic construction

Suggested citation: Burmistrov D.V., Mogutnov R.V., Ryabova O.V., Safonova Yu.A., Skrypnikov A.V., Dorokhin S.V., Postavichy S.A., Tchirkov E.V. *Issledovanie veroyatnostnykh svyazey i zavisimostey, opredelyayushchikh optimal'nye metody organizatsii i planirovaniya ritmichnogo stroitel'stva lesovoznykh avtomobil'nykh dorog* [Investigation of probabilistic relations and dependencies determining optimum methods of organization and planning of rhythmic construction of haulage roads]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 1, pp. 70–76. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-1-70-76

References

- [1] Gulevskiy V.A., Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Lomakin D.V., Mikova E.Yu. *Ehksperimental'naya otsenka stsepykh kachestv i rovnosti pokrytiy pri razlichnykh sostoyaniyakh avtomobil'nykh dorog i pogodnykh usloviyakh* [Experimental evaluation of coupling properties and smoothness of coatings under various conditions of highways and weather conditions]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Voronezh State Agrarian University], 2018, v. 11, no. 1 (56), pp. 112–118.

- [2] Kozlov V.G., Gulevsky V.A., Skrypnikov A.V., Logoyda V.S., Menzhulova A.S. Method of Individual Forecasting of Technical State of Logging Machines. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, v. 327 (4), p. 042056. DOI: 10.1088/1757-899X/327/4/042056
- [3] Kur'anov V.K., Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Morkovin V.A. Model' rezhimov dvizheniya transportnykh potokov na lesovoznykh avtomobil'nykh dorogakh [A model of traffic flow regimes on logging roads]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal [Bulletin of Higher Educational Institutions. Forest Journal], 2014, no. 2 (338), pp. 61–67.
- [4] Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Trofimov Yu.I., Leonova M.N. Tekhnogennoe vozdeystvie mobil'nykh sel'skokhozyaystvennykh mashin na pochvu [Technogenic impact of mobile agricultural machines on soil]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Voronezh State Agrarian University], 201, no. 1, pp. 51–56.
- [5] Dorokhin S.V. Mathematical model of the statistical identification of car transport informational provision. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2017, v. 12, no. 3, pp. 185–199.
- [6] Kuryanov V.K., Skrypnikov A.V., Borisov V.A. *Lesotransport kak sistema voditel'-avtomobil'-doroga-sreda* [Lesotransport as a driver-car-road-environment system: training manual for universities]. Moscow: MSFU, 2010. 370 p.
- [7] Kozlov V.G. Mathematical modeling of damage function when attacking file server. Journal of Physics: Conference Series, 2018, v. 1015, p. 032069.
- [8] Kuryanov V.K., Afonichev D.N., Burmistrova O.N., Skrypnikov A.V. Povyshenie udobstva i bezopasnosti dvizheniya lesovoznykh avtopoezdov na krivykh malogo radiusa [Increase of convenience and safety of movement of logging road trains on curves of small radius]. Vestnik Central'no-Chernozemnogo regional'nogo otdeleniya nauk o lese [Bulletin of the Central Black Earth Regional Division of Forest Sciences], 2002, v. 4, no. 1, pp. 178–187.
- [9] Skvortsova T.V., Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V. Obosnovanie resursnykh pokazateley pri stroitel'stve lesovoznykh avtomobil'nykh dorog [Justification of resource indicators in the construction of logging roads]. V mire nauchnykh otkrytiy [In the World of Scientific Discoveries], 2011, no. 9–6 (21), pp. 1841–1848.
- [10] Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Kondrashova E.V., Burmistrov D.V. Vybore kriteriya prinyatiya resheniy pri upravlenii informatsionnym obespecheniem avtomobil'nogo transporta [Choice of the criterion for decision-making in the management of information support of motor transport]. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2016, no. 4–4, pp. 686–689.
- [11] Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Dorokhin S.V., Logachev V.N., Chistyakov A.G. *Obosnovanie neobhodimogo minimal'nogo urovnya vidimosti dorozhnoy razmetki* [Justification of the required minimum visibility level of the road marking]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education], 2014, no. 6, p. 48.
- [12] Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Lomakin D.V., Logoida V.S. *Metodika opredeleniya vliyaniya prirodnykh faktorov na stoimost' stroitel'stva zemlyanogo polotna lesovoznykh dorog* [Methodology for determining the influence of natural factors on the cost of building roadbeds of logging roads]. Sovremennyye naukoemkie tekhnologii [Modern science-intensive technologies], 2016, no. 11–2, pp. 305–309.
- [13] Umarov M.M., Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Mikova E. Yu. Primeneniye tscifrovyykh modeley mestnosti dlya trassirovaniya lesnykh avtomobil'nykh dorog [Application of digital terrain models for tracing forest roads]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal [Bulletin of Higher Educational Institutions. Forest Journal], 2018, no. 2 (262), pp. 58–69.
- [14] Kuryanov V.K., Skrypnikov A.V., Skvortsova T.V., Kondrashova E.V. *Avtomatizirovannyi raschet urovnya zagryazneniya poverkhnostnogo stoka na avtomobil'noy doroge* [Automated calculation of the level of pollution of surface runoff on an automobile road]. Voronezh: Voronezh. gos. lesotekhn. akad, 2003, p. 26.
- [15] Kondrashova E.V., Skvortsova T.V., Skripnikov A.V., Logachev V.N. *Matematicheskaya model' processov zagryazneniya pochvy i rasteniy pridorozhnoy polosy lesnykh avtomobil'nykh dorog* [Mathematical model of processes of pollution of soils and plants of a roadside strip of forest highways]. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2012, no. 5, pp. 117–119.
- [16] Kuryanov V.K., Skrypnikov A.V., Skvortsova T.V., Kondrashova E.V. *Avtomatizirovannyi raschet urovnya parametricheskogo zagryazneniya okruzhayushchey sredy ob'ektami avtomobil'no-transportnogo kompleksa* [Automated calculation of the level of parametric pollution of the environment by the objects of the automotive transport complex]. Voronezh: Voronezh. gos. lesotekhn. akad, 2003, no. 20.
- [17] Polyakov A.A., Kuryanov V.K., Skripnikov A.V. *Ocenka transportno-ehkspluatatsionnykh kachestv gornyykh lesovoznykh avtomobil'nykh dorog v sisteme avtomatizirovannogo proektirovaniya* [Estimation of transport-operational qualities of mountain forest roads in the computer-aided design system]. Voronezh: Voronezh. gos. lesotekhn. un-t im. G.F. Morozova., 2001, 149 p.
- [18] Skrypnikov A.V. *Metody postroyeniya ehpyur skorosti kak osnovy ocenki sootvetstviya proekta dorogi trebovaniyam dvizheniya* [Methods for constructing speed diagrams as a basis for assessing the compliance of a road project with traffic requirements]. Voronezh: Voronezh. gos. lesotekhn. un-t im. G.F. Morozova, 2001, p. 17.
- [19] Kuryanov V.K., Ryabova O.V., Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Tararykov A.V. *Modelirovaniye vliyaniya proektiruemykh dorozhnykh usloviy na ehmissiyu toksichnykh veshchestv* [Modeling the influence of projected road conditions on the emission of toxic substances]. Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo [Questions of modern science and practice. University of IN AND. Vernadsky], 2008, v. 2, no. 3 (13), pp. 180–184.
- [20] Ryabova O.V., Kuryanov V.K., Skrypnikov A.V. *Obespecheniye bezopasnosti na razlichnykh uchastkakh avtomobil'nykh dorog* [Providing security on various sections of highways]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Tekhnicheskie nauki [Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. North-Caucasian region. Series: Engineering], 2004, no. S9, pp. 198–202.
- [21] Mikhailusov E.A., Kuryanov V.K., Skrypnikov A.V. *Uchet rovnosti i sherohovatosti pokrytiy v tyagovykh raschetakh* [Allowance for the roughness and roughness of coatings in traction calculations]. Lesnoe hozyaystvo Povolzh'ya. Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh rabot [Forestry of the Volga region. Intercollegiate collection of scientific works], 2002, pp. 583–586.
- [22] Zaets O.S., Skripnikov A.V., Chernyshova E.V. *Ocenka ehffektivnosti sistemy zashchity informatsii avtomatizirovannoy sistemy proektirovaniya slozhnykh mnogokomponentnykh produktov* [Evaluation of the effectiveness of the information protection system of the automated system for designing complex multi-component products]. Trudy 5 nauch.-prakt. internet-konf. «Mezhdisciplinarnyye issledovaniya v oblasti matematicheskogo modelirovaniya i informatiki» [5th scientific-practical. conf. «Interdisciplinary research in the field of mathematical modeling and informatics»]. Tolyatti, 2015, pp. 31–38.

Authors' information

Burmistrov Dmitriy Valer'evich — Cand. Sci. (Tech.), Assistant of the Department of Engineering of Technological Machines and Equipment Ukhta State Technical University, burmistrdv@mail.ru

Mogutnov Roman Viktorovich — Teacher Military educational and scientific center of the Air Force «The Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin», r-mogutnov@mail.ru

Ryabova Ol'ga Viktorovna — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the Department of Construction and Operation of Highways at the Voronezh State Technical University, ecorvrn@mail.ru

Safonova Yulia Aleksandrovna — Cand. Sci. (Tech.), Associated Professor of the Department of Higher Mathematics and Information Technologies of the Voronezh State University of Engineering Technologies, kulakova7@yandex.ru

Skrypnikov Aleksey Vasil'yevich — Dr. Sci. (Tech.), Dean of the Faculty «Management and Informatics in Technological Systems» at the Voronezh State University of Engineering Technologies, skrypnikovvsafe@mail.ru

Dorokhin Sergey Vladimirovich — Dr. Sci. (Tech.), Associated Professor, Dean of the Automobile Faculty, Professor of the Department of Automobiles and Service of the Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, dsivr@yandex.ru

Postanichy Sergey Alekseevich — Post Graduand of the Department of Automobiles and Service of the Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, dsivr@yandex.ru

Chirkov Evgeniy Viktorovich — Post Graduand of the Department of Automobiles and Service of the Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, dsivr@yandex.ru

Received 04.08.2018.

Accepted for publication 27.11.2018.