

Методика определения влияния природных факторов на стоимость строительства земляного полотна лесовозных дорог

Д.В. Бурмистров^{1 a}, В.Г. Козлов^{2 b}, А.В. Скрыпников^{2 c}, А.Ю. Арутюнян^{1 d}

¹Ухтинский государственный технический университет, ул. Первомайская 13, Ухта, Республика Коми, Россия

²Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции 19, Воронеж.

^aotimohova@ugtu.net, ^bvya-kozlov@yandex.ru, ^cskrypnikovvsafe@mail.ru

Статья поступила 20.03.2016, принята 29.04.2016

Установлено, что расчет стоимости строительства лесовозных дорог по укрупненным показателям не обеспечивает достаточной точности. Возможность использования ЭВМ позволяет учесть различные параметры лесовозной дороги и влияние некоторых природных факторов на стоимость строительства, а именно произвести расчет стоимости строительства не одного километра дороги, а одного погонного метра, чем обеспечить учет изменения природных факторов на всем протяжении рассчитываемого участка. Цель исследования — рассчитать для каждого вида дорожно-строительных работ уравнение регрессии с независимыми переменными в закодированном виде. Объект исследования — лесовозная дорога. Методы исследования — методы регрессионного и корреляционного анализа. Применяемые коды аналогичны используемым в системе автоматизированного проектирования дорог. Для определения множественных криволинейных регрессий была составлена программа: определение среднеарифметического отклонения для каждой из независимых переменных, а также массива среднеарифметических отклонений, элементов системы и правых частей линейных уравнений, свободного члена уравнения регрессии и коэффициента регрессии. С целью увеличения объема исходной информации использован способ оптимизации решения задач. Предлагаются расчеты стоимости рубки и корчевки в зависимости от диаметра лесонасаждений, вида и густоты леса; снятия растительного слоя в зависимости от применяемого типа механизма, категории трудности разработки грунта, типа навесного оборудования; разравнивания, уплотнения и профилирования в зависимости от типа механизма, толщины слоя, категории трудности разработки; возведения земляного полотна в зависимости от типа применяемого механизма, категории трудности разработки, типа навесного оборудования, расстояния перемещения грунта.

Ключевые слова: стоимость строительства; лесовозная дорога; природные факторы; грунт.

Technique for determining the influence of natural factors on the cost of construction for the roadbed of logging roads

D.V. Burmistrov^{1 a}, V.G. Kozlov^{2 b}, A.V. Skrypnikov^{2 c}, A.Yu. Arutyunyan^{1 d}

¹Ukhta State Technical University; 13, Pervomayskaya St., Ukhta, Republic of Komi, Russia

²Voronezh State University of Engineering Technologies; 19, Revolution ave., Voronezh, Russia

^aotimohova@ugtu.net, ^bvya-kozlov@yandex.ru, ^cskrypnikovvsafe@mail.ru

Received 20.03.2016, accepted 29.04.2016

According to consolidated index of construction cost, the calculation of the construction cost for logging roads has been found out no to provide sufficient accuracy. Computer application allows to take into account various parameters of a logging road, as well as the influence of some environmental factors on the construction cost. Thus it allows to calculate the construction cost not for a kilometer of the road but for a running meter, i.e. to consider changes in natural factors throughout the calculated area. The purpose of the research is to calculate the regression equation with independent variables in encrypted form for each type of road construction works. The object of the research is a logging road. Research methods are the methods of regression and correlation analyzes. The codes applied are similar to the ones, used in computer-aided road design. To define multiple curvilinear regressions, a program has been compiled: determination of medium-arithmetic deviation for each of the independent variables, determination of an array of arithmetic mean deviation, determination of system elements and right parts of linear equations, determination of the constant term for regression equation, determination of the regression coefficient. In order to increase the initial information, an optimization method for solving the problem has been used. Cost calculations have been proposed for cutting and grubbing, depending on the plantation diameter and the type and density of the forest; for topsoil removal, depending on the type of mechanism used, difficulty of excavation, type of attachable equipment; for leveling, compacting and grading, depending on the type of the mechanism, thickness of a layer, difficulty of development; for construction of roadbed, depending on the type of mechanism, difficulty of development, attachable equipment, distance of soil handling.

Key words: cost of construction; logging road; natural factors; soil.

Введение

Как показывает анализ, автоматизация инженерных расчетов и чертежных работ не привела к суще-

ственному повышению качества проектов и сокращению сроков проектирования, что может быть достигнуто путем разработки систем автоматизированного

проектирования (САПР). В настоящее время практически во всех отраслях проблема автоматизации проектирования находит комплексные решения в следующих направлениях:

– *технологическом*, включающем разработку структур банков данных, систем управления базами данных, операционных систем, управляющих программ;

– *концептуальном*, позволяющем обобщать опыт проектирования и вести отработку системы принципов проектирования;

– *методологическом*, определяющем процесс проектирования и проектирующих программ на основе современных средств вычислительной техники и методов системного проектирования;

– *теоретическом*, обеспечивающем решение задач декомпозиции объекта проектирования, анализа общего проектного решения и построения модели функционирования объекта.

В системе автоматизированного проектирования лесовозных автомобильных дорог (САПР ЛАД) одно из важнейших мест должна занять (как составная часть) система имитационного моделирования процесса функционирования проектируемой дороги, определяющая основные транспортно-эксплуатационные показатели по принимаемым проектным решениям.

Развиваясь ускоренными темпами, автоматизация проектирования дорог к настоящему времени сформировалась в виде ряда технологических линий проектирования (ТЛП).

Решая проблему декомпозиции автомобильной дороги как сложного по структуре объекта проектирования, ТЛП еще разобщены, не связаны в систему автоматизированного проектирования. Причины этого различны, включая расхождения в принципах проектирования в разных ТЛП, отсутствие связи по входным и выходным данным в базе данных, различный уровень разработки проектирующих программ и т. д. На наш взгляд, одна из основных причин, задерживающих перерастание ТЛП в систему автоматизированного проектирования — это отсутствие в связке ТЛП объединяющей их подсистемы автоматизированного анализа общего проектного решения, построенной на единой модели функционирования автомобильной дороги.

Таким образом, качественный скачок в автоматизации проектирования, перерастание ТЛП в систему САПР ЛАД обуславливается развитием ТЛП по всем направлениям, но самое главное — по теоретическому направлению, требующему создания подсистемы имитационного моделирования функционирования автомобильной дороги для решения одной из основных задач проектирования — автоматизированной оценки проектных решений. Такая подсистема позволяет решить главную задачу проектирования — оптимизировать проектное решение в соответствии с принятой концепцией проектирования. Для эффективной оценки проектных решений, их оптимизации подсистема моделирования процесса функционирования дороги в качестве входных параметров должна включать целый комплекс основных параметров, решений, спроектированных в различных ТЛП. Выходными параметрами, определяющими качество проектного решения, принято считать стоимость строительства (реконструкции)

дороги, уровень безопасности движения, показатели текущих затрат и ежегодных экономических эффектов. В последнее время резко возрастает роль таких выходных параметров, как энергоёмкость перевозок, экологические показатели.

Расчет стоимости строительства лесовозных дорог по укрупненным показателям не обеспечивает достаточной точности. Использование ЭВМ позволяет учесть различные параметры лесовозной дороги, а также влияние некоторых природных факторов на стоимость строительства, в частности — производить расчет стоимости строительства не одного километра, а одного погонного метра дороги, чем обеспечивается учет изменения природных факторов на всем протяжении рассчитываемого участка [1–3].

Цель исследования. Получить для каждого вида дорожно-строительных работ уравнение регрессии с независимыми переменными в закодированном виде. **Объект исследования** — лесовозная дорога. **Методы исследования** — методы регрессионного и корреляционного анализов.

Наиболее простой вид зависимости получаем с помощью регрессионного анализа.

Общий вид уравнения множественной регрессии следующий:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где f — функция любого вида, связывающая независимые переменные (факторы) с зависимой переменной y .

Для каждого вида работ рассчитывается свое уравнение регрессии с независимыми переменными в закодированном виде. Применяемые коды аналогичны кодам, используемым в системе автоматизированного проектирования дорог (табл. 1 и 2) [2–5]. Вся нормативно-справочная информация соответствует СНиП и ЕНиР.

Таблица 1

Код грунта

Наименование грунта	Код грунта
Супесь легкая крупная	11
Супесь легкая	12
Супесь пылеватая	13
Супесь тяжелая пылеватая	14
Суглинок легкий	21
Суглинок пылеватый	22
Суглинок тяжелый	23
Суглинок тяжелый пылеватый	24
Глина песчаная	31
Глина пылеватая полужирная	32
Глина жирная	33
Песок гравелистый	34
Песок крупный	41
Песок средней крупности	42
Песок мелкий	43
Песок пылеватый	44

Таблица 2

Код леса

Наименование леса	Код леса
Густой крупный	11
Густой средней крупности	12
Густой мелкий	13
Средний крупный	14
Средний средней крупности	21
Средний мелкий	22
Редкий крупный	23
Редкий средней крупности	24
Редкий мелкий	31

Методика определения влияния некоторых природных факторов на стоимость строительства земляного полотна. Даны серии парных наблюдений величин зависимостей переменной y и двух или нескольких независимых переменных x_i . Использование линейной зависимости y от x_1 при применении множественной регрессии для ряда задач может серьезно ухудшить анализ этой зависимости или даже совсем исключить возможность ее использования [6–8]. Поэтому для определения искомой зависимости была составлена программа определения множественных криволинейных регрессий.

Данная программа предназначена для определения множественных криволинейных регрессий по следующим законам:

$$y = a_o + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{i=1}^n a'_i x_i^2, \quad (1)$$

$$y = a_o + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{x_i}. \quad (2)$$

Вычислительная схема метода следующая:

– определяется массив среднearифметических отклонений:

$$m_i = \sum_{j=1}^n \frac{a_{ji}}{n}, \quad i = 1, \dots, 2t - 1; \quad (3)$$

– определяется среднearифметическое отклонение для каждой из независимых переменных:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_{ij} - m_j)^2}{n}} \quad j = 1, \dots, 2t - 1; \quad (4)$$

– определяются элементы системы и правые части линейных уравнений:

$$B_{ki} = \sum_{j=1}^n (a_{jk} - a_{ji}) - nm_k m_i, \quad k = 1, 2t - 1; \quad (5)$$

$$C_k = \sum_{i=1}^n a_{in} x_{it} - nm_k m_{2t-1}, \quad i = 1, 2t - 1; \quad (6)$$

– определяется свободный член уравнения регрессии:

$$a_o = m_{2t-1} - \sum_{i=1}^{2(t-1)} z_i m_i; \quad (7)$$

– определяется коэффициент регрессии:

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (a_{i,2t-1} - x_{i,1})^2}{\sum_{i=1}^n (a_{i,2t-1} - m_{2t-1})^2}}, \quad (8)$$

где t — количество случайных величин, включая не исследуемую функцию; n — длина выборки для каждой из случайных величин; x_{ij} — массив значений случайных величин, записанных по строкам (включая исследуемую функцию); $a_{n,2t-1}$ — массив случайных величин, записанных по строкам, содержащий для закона (1) — x_i, x_i^2, y_i , для закона (2) — $x_i, \frac{1}{x_i}, y_i$.

С целью увеличения объема исходной информации был использован способ оптимизации решения задач. Применена блочная структура программ для подготовки входной информации, ее обработки и вывода на печать результатов расчета [3–5].

Результаты

Влияние вида грунта на ширину работ (m) по рубке деревьев, корчевке пней, снятию растительного слоя, засыпке ям, разравниванию и уплотнению грунта как функция от B — ширины земляного полотна по верху, H — рабочей отметки, Γ — вида грунта выражается зависимостью:

$$\begin{aligned} \text{Ш} = & -7,704 + 0,9998B + 3,8202H + 0,0061H^2 + \\ & + 0,14999\Gamma - 0,001435\Gamma^2. \end{aligned} \quad (9)$$

Влияние вида грунта на объем работ (p .) по возведению земляного полотна в зависимости от ширины земляного полотна, рабочей отметки и вида грунта следующее:

$$\begin{aligned} V = & -6,7581 + 0,66367B + 3,8223H + 0,81452H^2 + \\ & + 1,04999\Gamma - 0,0014406\Gamma^2. \end{aligned} \quad (10)$$

Стоимость (p .) рубки деревьев, корчевки пней в зависимости от диаметра деревьев:

$$\begin{aligned} C_k = & \frac{C_{M-CM}}{10000} \times \\ & \times \left(-0,05129 + 0,10495D - \frac{0,000888}{D} + 0,02438\text{ШЛ} - \frac{0,55484}{\text{ШЛ}} \right), \end{aligned} \quad (11)$$

где C_{M-CM} — стоимость машино-смены механизма, производящего корчевку пней.

Стоимость (p .) снятия растительного слоя в зависимости от применяемого типа механизма, категории трудности разработки грунта, типа навесного оборудования:

$$C_{сн.р.сл.} = 0,002453 + 0,0001429TM + 0,001267TM^2 - 0,002991KTP + 0,0001619KTP^2 - 0,003826HO + 0,0006645HO^2. \quad (12)$$

Стоимость ($p.$) разравнивания, уплотнения и профилирования грунта в зависимости от типа механизма, толщины слоя, категории трудности разработки:

$$C_{разравн} = 0,031295 + 0,003209TM - 0,0005902TM^2 - 0,01535HCL - 0,017212HCL^2 - 0,0002849KTP + 0,003893KTP^2. \quad (13)$$

Стоимость ($p.$) возведения земляного полотна в зависимости от типа применяемого механизма, категории

трудности разработки, типа навесного оборудования, расстояния перемещения грунта:

$$C_{з-м} = 0,024847 + 0,01235TM + 0,008472TM^2 + 0,00462KTP + 0,003032KTP^2 - 0,002094HO - 0,002847HO^2 - 0,007743L - 0,000064L^2. \quad (14)$$

После преобразования получаем окончательный вид зависимости ($p.$):

$$C_{общ} = Ш \left(C_k + C_{сн.р.сл.} \right) + V \left(C_{разравн} + C_{з-м} \right). \quad (15)$$

Для упрощения расчетов по разработанной методике была составлена программа по расчету стоимости строительства земляного полотна дороги (рис. 1).

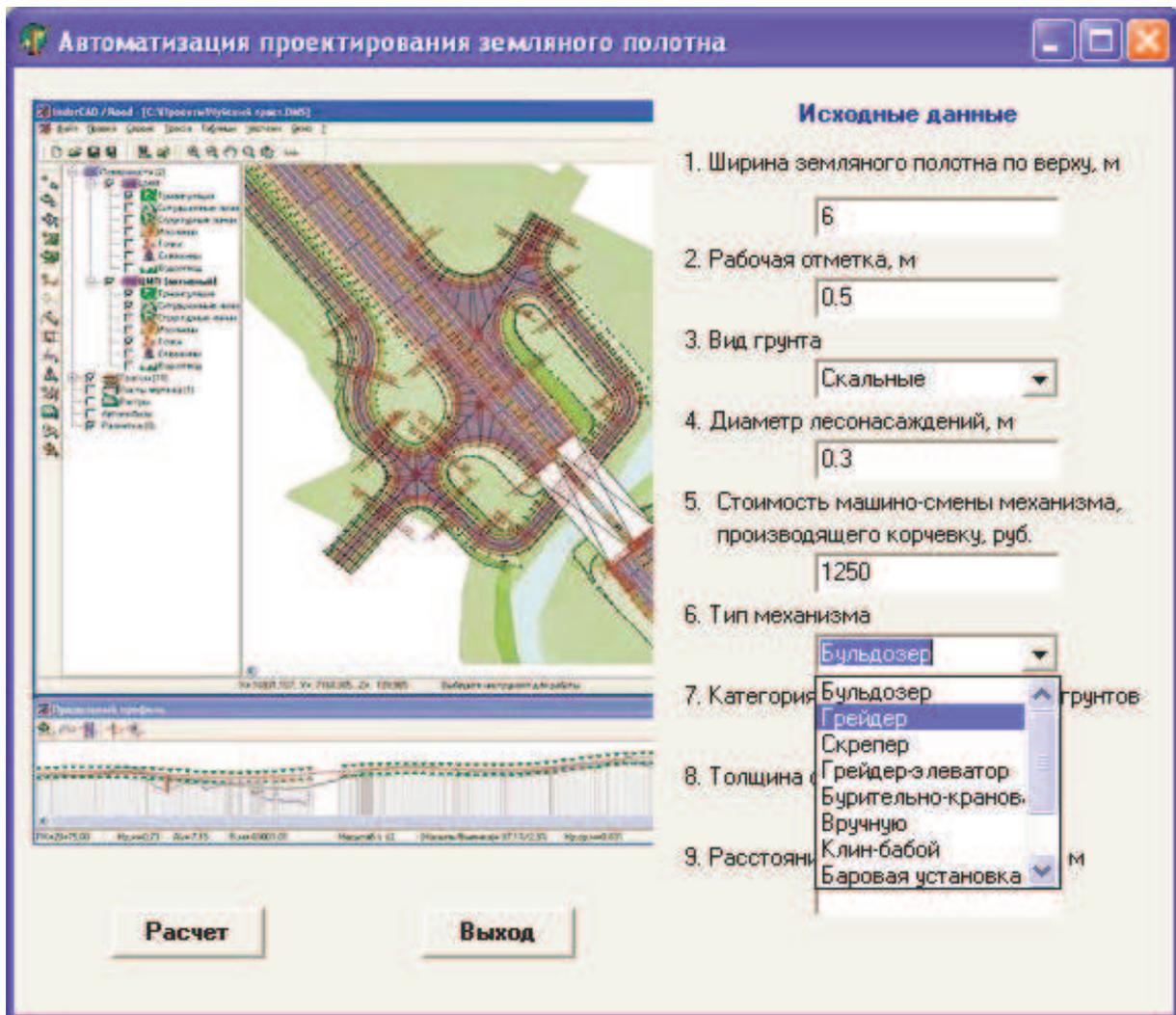


Рис. 1. Программа расчета стоимости строительства земляного полотна

Выводы

Разработанная методика определения стоимости строительства земляного полотна дороги позволяет учесть изменения природных факторов на всем протяжении рассчитываемого участка. Для упрощения ре-

шения составлена программа определения множественных криволинейных регрессий. Для каждого вида дорожно-строительных работ рассчитано свое уравнение регрессии с независимыми переменными в закодированном виде.

Литература

1. Скрыпников А.В. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации: моногр. М.: изд-во ФЛИНТА: Наука, 2012. 310 с.
2. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Метод оптимизации планов ремонта участков лесных автомобильных дорог [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6; URL: www.science-education.ru/100-5155 (дата обращения: 13.03.2016.)
3. Скрыпников А.В. Анализ тягово-динамических качеств тракторов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4. URL: www.science-education.ru/110-9803 (дата обращения: 13.03.2016.)
4. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Логачев В.Н., Вакулин А.И. Информационные технологии для решения задач управления в условиях рационального лесопользования: материалы VI международной научной конференции «Современные проблемы науки и образования» // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 2. С. 77-78.
5. Скрыпников А.В. Повышение безопасности движения автомобилей и автопоездов по дорогам в районах лесозаготовок // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 2. С. 76-77.
6. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Оптимизация межремонтных сроков лесовозных автомобильных дорог // Фундаментальные исследования. 2011. Ч. 3, № 8. С. 667-671.
7. Скрыпников, А.В. Модель определения экономических границ зон действия поставщиков материалов в условиях вероятностного характера дорожного строительства лесовозных автомобильных дорог // Фундаментальные исследования. 2011. № 8. С. 379-385.
8. Скрыпников А.В. Имитационное моделирование транспортного потока для оценки транспортно-эксплуатационных характеристик лесовозных автомобильных дорог // Системы управления и информационные технологии. 2008. № 3 (33). С. 276-278.
9. Бурмистрова О.Н., Бурмистрова О.Н., Пластинина Е.В. Анализ расчетных и экспериментальных данных по допускаемым скоростям движения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 3. С. 299-303.
10. Арутюнян А.Ю. Анализ методов управления качеством дорожных покрытий // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. по материалам междунар. заоч. научно – практ. конф. Воронеж, 2014. Т. 2, № 5-4. С. 17-21.
11. Бурмистрова О.Н., Арутюнян А.Ю., Бурмистрова О.Н., Сушков С.И. Влияние внешней среды и дорожных условий на работу водителей лесотранспорта // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. по материалам междунар. заоч. научно-практ. конф. Воронеж, 2014. Т. 2, № 5-4. С. 54-59.
12. Арутюнян А.Ю. Анализ методов оценки надежности сложных технических комплексов // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии АПК: материалы междунар. научно-практ. конф., 8-9 апр. 2015 г. Воронеж, 2015. С. 76-81.
13. Арутюнян А.Ю. Анализ транспортного потока для формирования базиса управления дорожным движением при перевозке грузов для агропромышленного комплекса // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии АПК: материалы междунар. научно-практ. конф., 8-9 апр. 2015 г. Воронеж, 2015. С. 95-103.
14. Арутюнян А.Ю. Способы оценки требуемого уровня надежности функционирования комплексного технического обеспечения // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии АПК: материалы междунар. научно-практ. конф., 8-9 апр. 2015 г. Воронеж, 2015. С. 587-594.
15. Арутюнян А.Ю. Оценка транспортно-эксплуатационных качеств участков автомобильной дороги М-4 «Дон» с помощью передвижной дорожной лаборатории [Электронный ресурс] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студ. науч. конф. Воронеж, 2015. Ч.1. С. 155-161. URL: WWW.nauka.vsau.ru/2015/06/03 (дата обращения: 09.09.2015).
16. Burmistrova O.N., Timokhova O.M. Passage of a random signal via a Mechanical system of logging machines // The collection includes the 7th International Scientific and Practical Conference «Science and Society » by SCIEURO in London, 23-30, March 2015.
17. Burmistrova O.N., Timokhova O.M. Polymeric coatings with nanomaterials as a method of improving the wear resistance of machine parts / Proceedings of the 1st International Academic Conference “Science and Education in Australia, America and Eurasia: Fundamental and Applied Science” (Australia, Melbourne, 25 June 2014). Melbourne: Melbourne IADCES Press, 2014. Vol. 1. P. 103-107.
18. Burmistrova O.N., Sushkov S.I., Sushkov A.S., Burmistrov V.A. Development of theoretical foundations of rational distribution of industrial facilities Forest Complex // Materiály X mezinárodní vědecko – praktická Konference «efektivní nástroje Moderních věd - 2014» 27 dubna - 05 května 2014 roku Díl 33 Technické vědy Praha. Publishing house «education and science» s.r.o. C. 3-10.
19. Burmistrova O.N., Sushkov S.I., Burmistrov V.A. Perfection of a technique of the automated control systems Lifecycle machines Forest Complex // Materiály X mezinárodní vědecko – praktická Konference «efektivní nástroje Moderních věd - 2014» 27 dubna - 05 května 2014 roku Díl 33 Technické vědy Praha. Publishing house «education and science» s.r.o. C. 10-15.
20. Burmistrova O.N., Sushkov S.I., Burmistrov V.A. Justification of the position of the genetic approach to solving multicriteria optimization // Materiály X mezinárodní vědecko – praktická Konference «efektivní nástroje Moderních věd - 2014» 27 dubna - 05 května 2014 roku Díl 33 Technické vědy Praha. Publishing house «education and science» s.r.o. C. 29-35.

References

1. Skrypnikov A.V. The methods, models and algorithms of improving the performance of transport and forest roads in the design, construction and operation: monogr. M.: izd-vo FLINTA: Nauka, 2012. 310 p.
2. Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V. Optimization method of repair of forest roads sections plans [Elektronnyi resurs] // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2011. № 6; URL: www.science-education.ru/100-5155 (data obrashcheniya: 13.03.2016.)
3. Skrypnikov A.V. Analysis of the dynamic qualities of the trailer tractors [Elektronnyi resurs] // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2013. № 4. URL: www.science-education.ru/110-9803 (data obrashcheniya: 13.03.2016.)
4. Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V., Logachev V.N., Vakulin A.I. Information technologies to solve control problems under rational forest // International Journal of Experimental Education. 2012. № 2. P. 77-78.
5. Skrypnikov A.V. Improved security of movement of cars and trucks on roads in logging areas // International Journal of Experimental Education. 2012. № 2. P. 76-77.

6. Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V. Optimization of reserve maintenance periods of logging roads // *Fundamental research*. 2011. Ch. 3, № 8. P. 667-671.
7. Skrypnikov, A.V. Model definition of economic boundaries of zones of action of suppliers materials in a probabilistic nature of road construction of logging roads // *Fundamental research*. 2011. № 8. P. 379-385.
8. Skrypnikov A.V. Simulation modeling of traffic flow to assess the transport and operational characteristics of logging roads // *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii*. 2008. № 3 (33). P. 276-278.
9. Burmistrova O.N., Burmistrova O.N., Platinina E.V. Analysis calculated and experimental data on the permitted movement velocity // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2015. № 3. P. 299-303.
10. Arutyunyan A.Yu. Analysis quality management of road surfaces // *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika: sb. nauch. tr. po materialam mezhdunar. zaoch. nauchno - prakt. konf. Voronezh*, 2014. T. 2, № 5-4. P. 17-21.
11. Burmistrova O.N., Arutyunyan A.Yu., Burmistrova O.N., Sushkov S.I. Effect of the environment and road conditions on the work of drivers lesotransporta // *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika: sb. nauch. tr. po materialam mezhdunar. zaoch. nauchno-prakt. konf. Voronezh*, 2014. T. 2, № 5-4. P. 54-59.
12. Arutyunyan A.Yu. The analysis methods for assessing the reliability of complex technical systems // *Sistemnyi analiz i modelirovanie protsessov upravleniya kachestvom v innovatsionnom razvitii APK: materialy mezhdunar. nauchno-prakt. konf.*, 8-9 apr. 2015 g. Voronezh, 2015. P. 76-81.
13. Arutyunyan A.Yu. Analysis of traffic in the current to form the basis of traffic management with the carriage of goods for the agroindustrial complex // *Sistemnyi analiz i modelirovanie protsessov upravleniya kachestvom v innovatsionnom razvitii APK: materialy mezhdunar. nauchno-prakt. konf.*, 8-9 apr. 2015 g. Voronezh, 2015. P. 95-103.
14. Arutyunyan A.Yu. Methods for assessing the required level of reliability of functioning of the complex logistics // *Sistemnyi analiz i modelirovanie protsessov upravleniya kachestvom v innovatsionnom razvitii APK: materialy mezhdunar. nauchno-prakt. konf.*, 8-9 apr. 2015 g. Voronezh, 2015. P. 587-594.
15. Arutyunyan A.Yu. Evaluation of performance of transport and car-term portions of the road M-4 "Don" with the help of a mobile road laboratory [Elektronnyi resurs] // *Molodezhnyi vektor razvitiya agrarnoi nauki: materialy 66-i stud. nauch. konf. Voronezh*, 2015. Ch.1. P. 155-161. URL: WWW.nauka.vsau.ru/2015/06/03 (data obrashcheniya: 09.09.2015).
16. Burmistrova O.N., Timokhova O.M. Passage of a random signal via a Mechanical system of logging machines // *The collection includes the 7th International Scientific and Practical Conference «Science and Society » by SCIEURO in London*, 23-30, March 2015.
17. Burmistrova O.N., Timokhova O.M. Polymeric coatings with nanomaterials as a method of improving the wear resistance of machine parts / *Proceedings of the 1st International Academic Conference "Science and Education in Australia, America and Eurasia: Fundamental and Applied Science"* (Australia, Melbourne, 25 June 2014). Melbourne: Melbourne IADCES Press, 2014. Vol. 1. P. 103-107.
18. Burmistrova O.N., Sushkov S.I., Sushkov A.S., Burmistrov V.A. Development of theoretical foundations of rational distribution of industrial facilities Forest Complex // *Materiály X mezinárodní vědecko-praktická Konference «efektivní nástroje Moderních věd - 2014» 27 dubna - 05 května 2014 roku Díl 33 Technické vědy Praha*. Publishing house «education and science» s.r.o. P. 3-10.
19. Burmistrova O.N., Sushkov S.I., Burmistrov V.A. Perfection of a technique of the automated control systems Lifecycle machines Forest Complex // *Materiály X mezinárodní vědecko-praktická Konference «efektivní nástroje Moderních věd - 2014» 27 dubna - 05 května 2014 roku Díl 33 Technické vědy Praha*. Publishing house «education and science» s.r.o. P. 10-15.
20. Burmistrova O.N., Sushkov S.I., Burmistrov V.A. Justification of the position of the genetic approach to solving multi-criteria optimization // *Materiály X mezinárodní vědecko-praktická Konference «efektivní nástroje Moderních věd - 2014» 27 dubna - 05 května 2014 roku Díl 33 Technické vědy Praha*. Publishing house «education and science» s.r.o. P. 29-35.