

ISSN 2073-7432

# МИР ТРАНСПОРТА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 4-1 (79) 2022

Научно-технический  
журнал

Издается с 2003 года

Выходит четыре раза в год

**№ 4-1(79) 2022**

# Мир транспорта и технологических машин

Учредитель - федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»**  
(ОГУ имени И.С. Тургенева)

Главный редактор:

**Новиков А.Н.** д-р техн. наук, проф.

Заместитель главного редактора:

**Васильев В.В.** к.т.н., доц.

Редколлегия:

Агеев Е.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Агуреев И.Е. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Бажиков А.В. д-р техн. наук, проф. (Украина)  
Басков В.Н. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Бондаренко Е.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Власов В.М. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Глаголев С.Н. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Демич М. д-р техн. наук, проф. (Сербия)  
Денисов А.С. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Жаковская Л. д-р техн. наук, проф. (Польша)  
Жанказиев С.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Зырянов В.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Мартюченко И.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Митусов А.А. д-р техн. наук, проф. (Казахстан)  
Нордин В.В. к.т.н., доц. (Россия)  
Прентковский О. д-р техн. наук, проф. (Литва)  
Прижикин П. д-р техн. наук, проф. (Чехия)  
Пушкарёв А.Е. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Ременцов А.Н. д-р пед. наук, проф. (Россия)  
Сарбаев В.И. д-р техн. наук, профессор (Россия)  
Сиваченко Л.А. д-р техн. наук, проф. (Беларусь)  
Юнгмайстер Д.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)  
Шарата А. д-р. наук, проф. (Польша)

Ответственный за выпуск: Акимочкина И.В.

Адрес редакции:

302030, Россия, Орловская обл., г. Орел,  
ул. Московская, 77  
Тел. +7 905 856 6556  
<https://oreluniver.ru/science/journal/mtitm>  
E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

Зарегистрировано в Федеральной службе по  
надзору в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор).  
Свидетельство: ПИ № ФС77-67027 от 30.08.2016г.

Подписной индекс: 16376  
по объединенному каталогу «Пресса России»  
на сайтах [www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru) и [www.akc.ru](http://www.akc.ru)

© Составление. ОГУ имени И.С. Тургенева,  
2022

## Содержание

### Эксплуатация, ремонт, восстановление

A.Ю. Родичев, К.К. Настепанин, И.В. Родичева, К.В. Васильев <b>Интеллектуальная система диагностики состояния систем и агрегатов автомобиля</b> .....	3
Б.С. Трофимов <b>Методика нормирования расходования топлива для легковых автомобилей в городских условиях эксплуатации</b> .....	13
I.Ф. Дяков <b>Прогнозирование ресурса рессорной подвески транспортного средства</b> .....	23

### Технологические машины

Ю.Н. Каманин, А.В. Паничкин, П.А. Кузин, А.С. Трегубов <b>Математическое моделирование проходки горных выработок по сверхпрочным породам</b> .....	34
А.Н. Рукавицын, Чжоу Пью Вей <b>Разработка методов управления движением рабочего органа роботизированного комплекса 3D-печати для обеспечения аддитивных технологий</b> .....	40
E.В. Субачев, Д.А. Никитин, В.С. Ершов, А.А. Акулов <b>Расчёт плотности распределения противогололедного реагента одной форсункой аэродромной поливомоечной машины</b> .....	48
В.И. Чернышев, О.В. Фоминова <b>Управляемые виброзащитные системы: динамическое программирование и оптимизация</b> .....	55

### Безопасность движения и автомобильные перевозки

В.П. Белокуров, Р.А. Кораблев, Э.Н. Бусарин, Э.Ю. Гукетлев <b>Моделирование пассажирских перевозок в зависимости от изменения пассажиропотока в течении года</b> .....	62
В.И. Рассоха, Н.А. Никитин <b>Определение зависимости вида ДТП от участка кольцевого пересечения</b> .....	70
С.П. Вакуленко, А.С. Кравцов, Л.Р. Айсина, А.П. Иванов <b>Организация совместных пассажирских автоперевозок на малоинтенсивных направлениях</b> .....	80
А.Н. Новиков, Е.В. Мирошников, А.В. Кулев, М.В. Кулев <b>Повышение безопасности дорожного движения на основе интеллектуальных транспортных систем</b> .....	86
Л.Е. Кущенко <b>Разработка информационной модели, предупреждающей водителя о движении по опасному участку</b> .....	94

### Вопросы экологии

C.А. Гусев, А.С. Терентьев <b>Оптимизация уровня экологической безопасности при грузоперевозке и переработке нефти</b> .....	102
О.Ю. Булатова, В.С. Булатов <b>Совершенствование городской транспортной системы путём внедрения основных трендов мобильности в условиях проведения массовых мероприятий</b> .....	111

### Образование и кадры

A.В. Кулев, М.В. Кулев <b>Анализ уровня подготовки студентов транспортных направлений в программной среде KNIME Analytics Platform</b> .....	119
С.Ю. Гришина, М.Н. Уварова, Е.В. Мищенко, Н.В. Польшакова <b>Аспект инженерного образования студентов в условиях цифровизации</b> .....	125

### Экономика и управление

Д.О. Ломакин, А.В. Симушикин <b>Комплексная оценка транспортной доступности региона</b> .....	133
---	-----

Журнал входит в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» ВАК по научным специальностям: 2.9.1. Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте, 2.9.4. Управление процессами перевозок, 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта, 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы, 2.9.9. Логистические транспортные системы

Scientific and technical journal  
Published since 2003  
A quarterly review  
**№ 4-1(79) 2022**

# World of transport and technological machines

Founder - Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orel State University named after I.S. Turgenev»  
(Orel State University)

*Editor-in-Chief*  
**A.N. Novikov** Doc. Eng., Prof

*Associate Editor*  
**V.V. Vasileva** Can. Eng.

*Editorial Board:*  
**E.V. Ageev** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**I.E. Agureev** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**A.V. Bazhinov** Doc. Eng., Prof. (Ukraine)  
**V.N. Baskov** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**E.V. Bondarenko** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**V.M. Vlasov** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**S.N. Glagolev** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**M. Demic** Doc. Eng., Prof. (Serbia)  
**A.S. Denisov** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**L. Zakowska** Ph.D., Doc. Sc., Prof. (Poland)  
**S.V. Zhan Kaziev** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**V.V. Zyryanov** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**I.G. Martyuchenko** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**A.A. Mitusov** Doc. Eng., Prof. (Kazakhstan)  
**V.V. Nordin** Can. Eng. (Russia)  
**O. Prentkovskis** Doc. Eng., Prof. (Lithuania)  
**P. Pribyl** Doc. Eng., Prof. (Czech Republic)  
**A.E. Pushkarev** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**A.N. Rementsov** Doc. Edc., Prof. (Russia)  
**V.I. Sarbaev** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**L.A. Sivachenko** Doc. Eng., Prof. (Belarus)  
**D.A. Yungmeyer** Doc. Eng., Prof. (Russia)  
**A. Szarata** Ph.D., Doc. Sc., Prof. (Poland)

*Person in charge for publication:*  
**I.V. Akimochkina**

*Editorial Board Address:*  
302030, Russia, Orel, Orel Region,  
Moskovskaya str., 77  
Tel. +7 (905)8566556  
<https://oreluniver.ru/science/journal/mtitm>  
E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

The journal is registered in Federal Agency of supervision in sphere of communication, information technology and mass communications. Registration Certificate ПИ № ФС77-67027 of August 30 2016

Subscription index: **16376**  
in a union catalog «The Press of Russia»  
on sites [www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru) и [www.akc.ru](http://www.akc.ru)

© Registration. Orel State University, 2022

## Contents

### *Operation, Repair, Restoration*

<b>A.Yu. Rodichev, K.K. Nastepanin, I.V. Rodicheva, K.V. Vasiliev</b> Intelligent system for diagnosing the state of vehicle systems and assemblies.....	3
<b>B.S. Trofimov</b> Methodology for regulation of fuel consumption for passenger cars in urban operating conditions .....	13
<b>I.F. Dyakov</b> Prediction of suspension resource vehicle.....	23

### *Technological machines*

<b>U.N. Kamanin, A.V. Panichkin, P.A. Kuzin, A.S. Tregubov</b> Mathematical modeling of mining workings by heavy-duty sales.....	34
<b>A.N. Rukavitsyn, Kyaw Phyoe Wai</b> Development of methods for controlling the movement of the working body of a robotic 3D printing complex to provide additive technologies.....	40
<b>E.V. Subachev, D.A. Nikitin, V.S. Ershov, A.A. Akulov</b> Calculation of distribution density of anti-ice reagent by a single nozzle of aerodrome water washing machine.	48
<b>V.I. Chernyshev, O.V. Fominova</b> Controlled vibration protection systems: dynamic programming and optimization.....	55

### *Road safety and road transport*

<b>V.P. Belokurov, R.A. Korablev, E.N. Busarin, E.Yu. Guketlev</b> Simulation of passenger traffic depending on changes in passenger flow during the year .....	62
<b>V.I. Rassokha, N.A. Nikitin</b> Determination of dependence of the road accident type on the segment of roundabout.....	70
<b>S.P. Vakulenko, A.S. Kravcov, I.R. Aysina, A.P. Ivanov</b> Organization of sharing passenger transportation by cars on low-intensity routes.....	80
<b>A.N. Novikov, E.V. Miroshnikov, A.V. Kulev, M.V. Kulev</b> Improving road safety based on intelligent transport systems.....	86
<b>L.E. Kushchenko</b> Development of an information model warning the driver about movement along a dangerous road section.....	94

### *Ecological Problems*

<b>S.A. Gusev, A.S. Terentyev</b> Optimization of the level of environmental safety during cargo transportation and oil refining .....	102
<b>O.Yu. Bulatova, V.S. Bulatov</b> Urban transport system improvement by the main trends of mobility introduction in the mass events conditions .....	111

### *Education and Personnel*

<b>A.V. Kulev, M.V. Kulev</b> Analysis of the level of training of students of transport directions in the KNIME Analytics Platform software environment .....	119
<b>S.Yu. Grishina, M.N. Uvarova, E.V. Mishchenko, N.V. Polshakova</b> Aspect of engineering education of students in conditions of digitalization .....	125

### *Economics and Management*

<b>D.O. Lomakin, A.V. Simushkin</b> Comprehensive assessment of the transport accessibility of the region .....	133
---	-----

*The journal is included in the «List of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of science, for the degree of doctor of sciences» of the Higher Attestation Commission (VAK) in the scientific specialties: 2.9.1. Transport and transport-technological systems of the country, its regions and cities, organization of production in transport, 2.9.4. Management of transportation processes, 2.9.5. Operation of motor transport, 2.9.8. Intelligent transport systems, 2.9.9. Logistic transport systems.*

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ**

Научная статья

УДК 629.08

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-3-12

А.Ю. РОДИЧЕВ, К.К. НАСТЕПАНИН, И.В. РОДИЧЕВА, К.В. ВАСИЛЬЕВ

# **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЯ**

**Аннотация.** В статье рассматривалась возможность диагностики состояния систем и агрегатов автомобиля с помощью искусственной нейронной сети. В процессе проведения эксперимента было выделено два различных состояния двигателя на основе изображений термограмм. Для автоматизированной классификации полученных с помощью тепловизора изображений термограмм применялось обучение сверточных нейронных сетей ResNet. Полученные данные были разбиты на выборке тренировки и тестирования. Данные разбивались в соотношении: 70 % - на обучение и 30 % - на тестирование. При последовательном разбиении обучающая выборка выбиралась в начале записи каждого отдельного опыта, а тестовая - в конце. Лучшие результаты были получены при обучении СНС ResNet18. Точность тестирования при случайном способе разбиения данных составила 100 %.

**Ключевые слова:** двигатель, диагностика, состояние, искусственная нейронная сеть (ИНС), сверточная нейронная сеть (СНС)

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Биргер, И.А. Техническая диагностика - М.: Машиностроение, 1978. - 240 с.
2. Вавилов, В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль - М.: ИД Спектр, 2009. - 544 с.
3. Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы: учеб. пособие для вузов - М.: Высш. Шк., 2003. - 431 с.
4. Гирин Р.В. Анализ метрологических характеристик тепловизион-ной системы технического диагностирования с нейронной сетью // Вестник Самарского гос. тех. ун-та. Серия «Технические науки». - 2018. - №4. - С. 66-81.
5. Гирин Р.В., Орлов С.П., Уютова О.Ю. Искусственная нейронная сеть для технической диагностики систем управления методом термографии // Труды IV Международной научно-технической конференции «Пром-Инжиринг» - 2018.
6. ГОСТ Р ИСО 13372-2013. Контроль состояния и диагностика машин. Термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2014. - 21 с.
7. ГОСТ Р ИСО 18434-1-2013. Контроль состояния и диагностика машин. Термография. Часть 1. Общие методы. - М.: Стандартинформ, 2014. - 28 с.
8. Feng Z, Liang M, Chu F. Recent advances in time-frequency analysis methods for machinery fault diagnosis: a review with application examples // Mech syst signal process. – 2013. - №38(1). – P. 165-205.
9. Li Y., Wang X., Si S., Huang S. Entropy based fault classification using the case western reserve university data: a benchmark study [Электронный ресурс] / IEEE Trans Reliab 2019. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1109/TR.2019.2896240>
10. Wang Z., Du W., Wang J., Zhou J., Han X., Zhang Z. et al. Research and application of improved adaptive momeda fault diagnosis method // Measurement. – 2019. – №140. – P. 63-75.
11. Wang Z., He W., Du W., Zhou J., Han X., Wang J. et al. Application of parameter optimized variational mode decomposition method in fault diagnosis of gearbox // IEEE Access. – 2019. - №7. – P. 71-82.
12. Li Y., Wang X., Liu Z., Liang X., Si S. The entropy algorithm and its variants in the fault diagnosis of rotating machinery: a review // IEEE Access. – 2018. - №6. – P. 23-41.
13. Zhang C., Harne R.L., Li B., Wang K. Statistical quantification of dc power generated by bistable piezoelectric energy harvesters when driven by random excitations // J Sound Vib. – 2019. - №442. – P. 70-86.
14. Zhang C., Liu Y., Wan F., Chen B., Liu J., Hu B. Multi-faults diagnosis of rolling bearings via adaptive customization of flexible analytical wavelet bases [Электронный ресурс] / Chinese J Aeronautics. - 2019. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.cja.2019.03.014>

## **№4-1(79) 2022 Эксплуатация, ремонт, восстановление**

15. Li Y., Li G., Yang Y., Liang X., Xu M.A. fault diagnosis scheme for planetary gearboxes using adaptive multiscale morphology filter and modified hierarchical permutation entropy // Mech syst signal process. – 2018. - №105. – P. 19-37.
16. Zhao M., Lin J. Health assessment of rotating machinery us-ing a rotary encoder // IEEE Trans Ind Electron. – 2017. - №65(3). – P. 48-56.
17. Yongbo L.I., Xiaoqiang D.U., Fangyi W.A.N., Xianzhi W.A.N.G., Huangchao Y.U. Rotating machinery fault diagnosis based on convolutional neural network and infrared thermal imaging // Chinese journal of aeronautics. – 2020. - №33(2). - P. 427-438.
18. Choudhary A., Mian T., Fatima S. Convolutional neural network based bearing fault diagnosis of rotat-ing machine using thermal images // Measurement. – 2021. - №176. - P. 109-196.
19. Shao H., Xia M., Han G., Zhang Y., Wan J. Intelligent fault diagnosis of rotor-bearing system under vary-ing working conditions with modified transfer convolu-tional neural network and thermal images // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2020. - №17(5). - P. 3488-3496.
20. Shao H., Li W., Xia M., Zhang Y., Shen C., Williams D., Kennedy A., de Silva C.W. Fault diagnosis of a rotor-bearing system under variable rotating speeds using twostage parameter transfer and infrared thermal images // IEEE Transactions on instrumentation and measurement. – 2021. - №70. - P. 1-11.
21. Jia Z., Liu Z., Vong C.M., Pecht M. A rotating machinery fault diagnosis method based on feature learning of thermal images // Ieee Access. – 2019. - №7. – P. 12348-12359.
22. Christian Szegedy, Sergey Ioffe, Vincent Vanhoucke, Alex Alemi. 2016. Inception-v4, Inception-ResNet and the Impact of Residual Connections on Learning. arXiv preprint arXiv:1602.07261
23. Christian Szegedy, Wei Liu, Yangqing Jia, Pierre Sermanet, Scott Reed, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Vincent Vanhoucke, Andrew Rabinovich. Going deeper with convolutions // The IEEE Conference on computer vision and pattern recognition. – 2020. - P. 1-9.
24. Christian Szegedy, Vincent Vanhoucke, Sergey Ioffe, Jon Shlens, Zbigniew Wojna. Rethinking the Incep-tion architecture for computer vision // The IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. - P. 2818-2826
25. Andreas Veit, Michael J. Wilber, Serge Belongie. Residual networks behave like ensembles of relatively shallow networks // Advances in neural information processing systems. - 2016. - P. 550-558.
26. Zifeng Wu, Chunhua Shen, Anton van den Hengel. Wider or Deeper // Revisiting the resnet model for vis-ual recognition arXiv preprint arXiv. - 2016. - 1611. – 10080.

### **Родичев Алексей Юрьевич**

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77  
К.т.н., доцент кафедры сервиса и ремонта машин  
E-mail: rodfox@yandex.ru

### **Настепанин Кирилл Константинович**

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302020, Россия, г. Орёл, Наугорское шоссе, 29  
Студент  
E-mail: nastepanin02@mail.ru

### **Родичева Ирина Владимировна**

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302020, Россия, г. Орёл, Наугорское шоссе, 29  
Аспирант  
E-mail: srmstu@mail.ru

### **Васильев Кирилл Владимирович,**

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77  
Студент  
E-mail: gm.vasiljev485@gmail.com

## **INTELLIGENT SYSTEM FOR DIAGNOSING THE STATE OF VEHICLE SYSTEMS AND ASSEMBLIES**

**Abstract.** The article considered the possibility of diagnosing the state of systems and assemblies of a car using an artificial neural network. During the experiment, two different states of the engine were identified based on the images of thermograms. ResNet convolutional neural networks were trained for automated classification of thermogram images obtained using a thermal imager. The data obtained was split into training and testing samples. The data was broken down in the ratio: 70% for training and 30% for testing. With sequential partitioning, the training sample was selected at the beginning of the recording of each individual experiment, and the test sample was selected at the end. The best results were obtained when training the CNN ResNet18. The accuracy of testing with a random method of data partitioning was 100%.

**Keywords:** engine, diagnostics, state, artificial neural network (ANN), high-precision neural network (SNN)

### **BIBLIOGRAPHY**

1. Birger, I.A. Tekhnicheskaya diagnostika - M.: Mashinostroenie, 1978. - 240 s.
2. Vavilov, V.P. Infrakrasnaya termografiya i teplovoy kontrol' - M.: ID Spektr, 2009. - 544 s.
3. Gaskarov, D.V. Intellektual'nye informatsionnye sistemy: ucheb. posobie dlya vuzov - M.: Vyssh. Shk., 2003. - 431 s.
4. Girin R.V. Analiz metrologicheskikh kharakteristik teplovizionnoy sistemy tekhnicheskogo diagnostirovaniya s neyronnoy set'yu // Vestnik Samarskogo gos. tekh. un-ta. Seriya «Tekhnicheskie nauki». - 2018. - №4. - S. 66-81.
5. Girin R.V., Orlov S.P., Uyutova O.Yu. Iskusstvennaya neyronnaya set' dlya tekhnicheskoy diagnostiki sistem upravleniya metodom termografii // Trudy IV Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Prom-Inzhiring». - 2018.
6. GOST R ISO 13372-2013. Kontrol' sostoyaniya i diagnostika mashin. Terminy i opredeleniya. - M.: Standartinform, 2014. - 21 s.
7. GOST R ISO 18434-1-2013. Kontrol' sostoyaniya i diagnostika mashin. Termografiya. Chast' 1. Obshchie metody. - M.: Standartinform, 2014. - 28 s.
8. Feng Z., Liang M., Chu F. Recent advances in time-frequency analysis methods for machinery fault diagnosis: a review with application examples // Mech syst signal process. - 2013. - №38(1). - R. 165-205.
9. Li Y., Wang X., Si S., Huang S. Entropy based fault classification using the case western reserve university data: a benchmark study [Elektronnyy resurs] / IEEE Trans Reliab 2019. - Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.1109/TR.2019.2896240>
10. Wang Z., Du W., Wang J., Zhou J., Han X., Zhang Z. et al. Research and application of improved adaptive momeda fault diagnosis method // Measurement. - 2019. - №140. - R. 63-75.
11. Wang Z., He W., Du W., Zhou J., Han X., Wang J. et al. Application of parameter optimized variational mode decomposition method in fault diagnosis of gearbox // IEEE Access. - 2019. - №7. - R. 71-82.
12. Li Y., Wang X., Liu Z., Liang X., Si S. The entropy algorithm and its variants in the fault diagnosis of rotating machinery: a review // IEEE Access. - 2018. - №6. - R. 23-41.
13. Zhang C., Harne R.L., Li B., Wang K. Statistical quantification of dc power generated by bistable piezoelectric energy harvesters when driven by random excitations // J Sound Vib. - 2019. - №442. - R. 70-86.
14. Zhang C., Liu Y., Wan F., Chen B., Liu J., Hu B. Multi-faults diagnosis of rolling bearings via adaptive customization of flexible analytical wavelet bases [Elektronnyy resurs] / Chinese J Aeronautics. - 2019. - Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.1016/j.cja.2019.03.014>
15. Li Y., Li G., Yang Y., Liang X., Xu M.A. fault diagnosis scheme for planetary gearboxes using adaptive multiscale morphology filter and modified hierarchical permutation entropy // Mech syst signal process. - 2018. - №105. - R. 19-37.
16. Zhao M., Lin J. Health assessment of rotating machinery using a rotary encoder // IEEE Trans Ind Electron. - 2017. - №65(3). - R. 48-56.

## **№4-1(79) 2022 Эксплуатация, ремонт, восстановление**

17. Yongbo L.I., Xiaoqiang D.U., Fangyi W.A.N., Xianzhi W.A.N.G., Huangchao Y.U. Rotating machinery fault diagnosis based on convolutional neural network and infrared thermal imaging // Chinese journal of aeronautics. - 2020. - №33(2). - R. 427-438.
18. Choudhary A., Mian T., Fatima S. Convolutional neural network based bearing fault diagnosis of rotating machine using thermal images // Measurement. - 2021. - №176. - P. 109-196.
19. Shao H., Xia M., Han G., Zhang Y., Wan J. Intelligent fault diagnosis of rotor-bearing system under varying working conditions with modified transfer convolutional neural network and thermal images // IEEE Transactions on Industrial Informatics. - 2020. - №17(5). - R. 3488-3496.
20. Shao H., Li W., Xia M., Zhang Y., Shen C., Williams D., Kennedy A., de Silva C.W. Fault diagnosis of a ro-tor-bearing system under variable rotating speeds using twostage parameter transfer and infrared thermal images // IEEE Transactions on instrumentation and measurement. - 2021. - №70. - R. 1-11.
21. Jia Z., Liu Z., Vong C.M., Pecht M. A rotating machinery fault diagnosis method based on feature learning of thermal images // Ieee Access. - 2019. - №7. - R. 12348-12359.
22. Christian Szegedy, Sergey Ioffe, Vincent Vanhoucke, Alex Alemi. 2016. Inception-v4, Inception-ResNet and the Impact of Residual Connections on Learning. arXiv preprint arXiv:1602.07261
23. Christian Szegedy, Wei Liu, Yangqing Jia, Pierre Sermanet, Scott Reed, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Vincent Vanhoucke, Andrew Rabinovich. Going deeper with convolutions // The IEEE Conference on computer vision and pattern recognition. - 2020. - R. 1-9.
24. Christian Szegedy, Vincent Vanhoucke, Sergey Ioffe, Jon Shlens, Zbigniew Wojna. Rethinking the Inception architecture for computer vision // The IEEE conference on computer vision and pattern recognition. - 2016. - R. 2818-2826
25. Andreas Veit, Michael J. Wilber, Serge Belongie. Residual networks behave like ensembles of relatively shallow networks // Advances in neural information processing systems. - 2016. - R. 550-558.
26. Zifeng Wu, Chunhua Shen, Anton van den Hengel. Wider or Deeper // Revisiting the resnet model for visual recognition arXiv preprint arXiv. - 2016. - 1611. - 10080.

### **Rodichev Alekse Yurievich**

Orel State University

Address: 302026, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Candidate of technical sciences

E-mail: rodfox@yandex.ru

### **Nastepanin Kirill Konstantinovich**

Orel State University

Address: 302020, Russia, Orel, Naugorskoe shosse, 29

Student

E-mail: nastepanin02@mail.ru

### **Rodicheva Irina Vladimirovna**

Orel State University

Address: 302020, Russia, Orel, Naugorskoe shosse, 29

Postgraduate student

E-mail: srmostu@mail.ru

### **Vasiliev Kirill Vladimirovich**

Orel State University

Address: 302026, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Student

E-mail: gm.vasiljev485@gmail.com

Научная статья

УДК 656.13

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-13-22

Б.С. ТРОФИМОВ

## МЕТОДИКА НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДОВАНИЯ ТОПЛИВА ДЛЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Аннотация.** В статье предложен алгоритм методики, позволяющий использовать взаимосвязь методов экспериментального наблюдения, методов статистики, теории вероятностей для установления закона распределения расходования топлива в городских условиях эксплуатации легкового автомобиля с доверительной вероятностью 0,95 и определения предельных значений этих норм. Научно-методический подход является новым в разрезе практики нормирования расходования топлива, позволяет применять поправочные коэффициенты к базовой норме таким образом, чтобы итоговое значение соответствовало величинам, установленным экспериментально. В статье приведен пример применения методики для нормирования расходования топлива автомобиля Renault Duster в зимних условиях эксплуатации города Омска.

**Ключевые слова:** закон распределения расходования топлива, городские условия эксплуатации, легковой автомобиль, предельные нормы расхода топлива, поправочные коэффициенты к базовой норме расхода топлива, автомобиль Renault Duster

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горяев Н.К., Хабибуллозода Х.Х. Обзор исследования факторов, влияющих на расход топлива грузовых автомобилей // Прогрессивные технологии в транспортных системах: Сборник матер. XIV Международ. науч.-практ. конф. – Оренбург: Оренбургский государственный университет. – 2019. – С. 172-175.
2. Горяев Н.К., Хабибуллозода Х.Х., Вавилова Е.Н. Совершенствование нормирования расхода топлива на транспортную работу для междугородных перевозок // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2019. – Т. 13. – №2. – С. 171-174.
3. Курганов В.М., Грязнов М.В., Дорофеев А.Н., Адувалин А.А. Методика нормирования материальных ресурсов для автобусов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – №1. – 2022. – С. 102-116.
4. Huertas J.I., Giraldo M., Quirama L.F., Díaz J. Driving cycles based on fuel consumption // Energies. – 2018. – 11, 3064. – Р. 125-142.
5. Gao J., Chen H., Li Y., Chen J., Zhang Y., Dave K., Huang Y. Fuel consumption and exhaust emissions of diesel vehicles in worldwide harmonized light vehicles test cycles and their sensitivities to eco-driving factors // Energy conversion and management. – №196. – Р. 605-613.
6. Мороз С.М. Технология автоматического индивидуального нормирования расхода топлива для автомобильных транспортных средств // Грузовик. – 2019. – №3. – С. 11-15.
7. Кривошипов С.И. Совершенствование программного обеспечения по нормированию расхода топлива для предприятий автотранспорта // Вісник СевНТУ. – 2014. – №152. – С. 74-77.
8. Курганов В.М., Дорофеев А.Н., Грязнов В.М. Нормирование расхода топлива с использованием информационных технологий // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2018. – Т. 15. – №2(60). – С. 237-248.
9. Кузнецов В.Н. Автоматизация расчета норм расхода топлива на предприятиях АПК // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – №1(171). – С. 164-169.
10. Yi S., Haoran Z., Xuan S., Fengjing S., Changying W., Yao L. GPS data in urban online ride-hailing: A comparative analysis on fuel consumption and emissions // Journal of cleaner production. – 2019. – Т. 227. – С. 495-505.
11. Perrotta F., Parry T., Neves L.C., Buckland T., Benbow E., Mesgarpour M. Verification of the HDM-4 fuel consumption model using a Big data approach: A UK case study // Transportation Research Part D: Transport and Environment. - №67. – Р. 109-118.
12. Рукомойников К.П., Купцова В.О., Сергеева Т.В. Математическая модель расхода топлива форвардера «Амкодор-2682» при выполнении лесохозяйственных работ // Изв. вузов. Лесн. журн. – 2020. – №6. – С. 148-158.
13. Ильянов С.В. Применение вероятностно-аналитической методики расчета расхода топлив для городских автобусов класса М3 // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – №4. – С. 125-132.
14. Бондаренко И.И. Современные системы инструментального offline-/online-контроля расхода топлива и мониторинга режимов работы автотракторной техники // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2021. – №4(73). – С. 4-14.
15. Адакин Р.Д., Соцкая И.М. Разработка программы «Технический сервис» для предприятий, работающих с системой ГЛОНАСС и содержащих большой автопарк // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – №2(54). – С. 93-98.

## **№4-1(79) 2022 Эксплуатация, ремонт, восстановление**

16. Самуилов В.М., Неволин Д.Г., Смердова А.А. Использование системы ГЛОНАСС на коммерческом предприятии ООО «УМИТ» // Инновационный транспорт. – 2021. – №2(40). – С. 83-86.
17. Миров Б.К., Панов Ю.В., Зенченко В.А., Почукаев М.И. Определение индивидуальных маршрутных норм расхода СУГ в горных условиях эксплуатации автомобиля // Транспорт на альтернативном топливе. – 2020. – №2(74). – С. 71-77.
18. Трофимова Л.С. Применение методов субъективных вероятностей в планировании работы автотранспортного предприятия // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – №3(66). – С. 97-104.
19. Трофимова Л.С. Математическая модель функционирования автотранспортного предприятия при перевозке грузов в городе // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – №2(69). – С. 69-79.
20. Трофимов А.В., Трофимов Б.С., Усович А.Н., Пекарев И.А. К вопросу организации на предприятии системы контроля за расходом топлива автомобилей с использованием данных навигационного терминала ГЛОНАСС // Вестник Сибирского Отделения Академии Военных Наук. – 2022. – №65. – С. 148-158.
21. Трофимов А.В., Трофимов Б.С. Об особенностях применения некоторых надбавок при нормировании расхода топлива на автомобильном транспорте // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации: Материалы Международ. науч.-практ. конф. – Омск: СибАДИ. – 2016. – С. 612-615.
22. Галушко, В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте – Киев: Вища школа, 1976. – 232 с.
23. О введение в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов»: Распоряжение Минтранса РФ от 14.03.2008 № АМ-23-р [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_76009/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76009/)
24. ГОСТ Р 54810-2011 Автомобильные транспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200093157>
25. ГОСТ 9018-89 Колонки топливораздаточные. Общие технические условия (с Изменениями № 1, 2) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200004639>

**Трофимов Борис Сергеевич**

Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)

Адрес: 644080, Российская Федерация, г. Омск, пр-т Мира, 5

К.т.н., доцент кафедры «Автомобильный транспорт»

E-mail: trofim\_bs@mail.ru

---

B.S. TROFIMOV

## **METHODOLOGY FOR REGULATION OF FUEL CONSUMPTION FOR PASSENGER CARS IN URBAN OPERATING CONDITIONS**

*Abstract. The article proposes an algorithm of the methodology that allows using the relationship of experimental observation methods, statistical methods, and probability theory to establish the law of distribution of fuel consumption in urban conditions of operation of a passenger car with a confidence probability of 0.95 and determine the limit values of these norms. The scientific and methodological approach is new in the context of the practice of rationing fuel consumption, it allows you to apply correction factors to the base rate, so that the final value corresponds to the values established experimentally. The article gives an example of the application of the methodology for rationing the fuel consumption of a Renault Duster car in the winter operating conditions of the city of Omsk.*

**Keywords:** distribution law of fuel consumption, urban operating conditions, passenger car, limiting fuel consumption rates, correction factors to the base fuel consumption rate, Renault Duster car

## **BIBLIOGRAPHY**

1. Goryaev N.K., Habibullozoda H.H. Obzor issledovaniya faktorov, vliyayushchikh na raskhod topliva gruzovykh avtomobiley // Progressivnye tekhnologii v transportnykh sistema: Sbornik mater. XIV Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. - Orenburg: Orenburgskiy gosudarstvennyy universitet. - 2019. - S. 172-175.
2. Goryaev N.K., Habibullozoda H.H., Vavilova E.N. Sovremenstvovanie normirovaniya raskhoda topliva na transportnyuyu rabotu dlya mezhdugorodnykh perevozok // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. - 2019. - T. 13. - №2. - S. 171-174.
3. Kurganov V.M., Gryaznov M.V., Dorofeev A.N., Aduvalin A.A. Metodika normirovaniya material'nykh resursov dlya avtobusov // Intellekt. Innovatsii. Investitsii. - №1. - 2022. - S. 102-116.
4. Huertas J.I., Giraldo M., Quirama L.F. , D?az J. Driving cycles based on fuel consumption // Energies. - 2018. - 11, 3064. - R. 125-142.
5. Gao J., Chen H., Li Y., Chen J., Zhang Y., Dave K., Huang Y. Fuel consumption and exhaust emissions of

diesel vehicles in worldwide harmonized light vehicles test cycles and their sensitivities to eco-driving factors // Energy conversion and management. - №196 . - R. 605-613.

6. Moroz S.M. Tekhnologiya avtomaticheskogo individual'nogo normirovaniya raskhoda topliva dlya avtotransportnykh sredstv // Gruzovik. - 2019. - №3. - S. 11-15.

7. Krivoshipov S.I. Sovremenstvovanie programmnogo obespecheniya po normirovaniyu raskhoda topliva dlya predpriyatiy avtotransporta // Visnik SevNTU. - 2014. - №152. - S. 74-77.

8. Kurganov V.M., Dorofeev A.N., Gryaznov V.M. Normirovaniye raskhoda topliva s ispol'zovaniem informatsionnykh tekhnologiy // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'nno-dorozhnogo universiteta. - 2018. - T. 15. - №2(60). - S. 237-248.

9. Kuznetsov V.N. Avtomatizatsiya rascheta norm raskhoda topliva na predpriyatiyakh APK // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2019. - №1(171). - S. 164-169.

10. Yi S., Haoran Z., Xuan S., Fengjing S., Changying W., Yao L. GPS data in urban online ridehailing: A comparative analysis on fuel consumption and emissions // Journal of cleaner production. - 2019. - T. 227. - S. 495-505.

11. Perrotta F., Parry T., Neves L.C., Buckland T., Benbow E., Mesgarpour M. Verification of the HDM-4 fuel consumption model using a Big data approach: A UK case study // Transportation Research Part D: Transport and Environment. - №67. - R. 109-118.

12. Rukomoynikov K.P., Kuptsova V.O., Sergeeva T.V. Matematicheskaya model` raskhoda topliva forvardera «Amkodor-2682» pri vypolnenii lesokhozyaystvennykh rabot // Izv. vuzov. Lesn. zhurn. - 2020. - №6. - S. 148-158.

13. Il`yanov S.V. Primenenie veroyatnostno-analiticheskoy metodiki rascheta raskhoda topliv dlya gorodskikh avtobusov klassa M3 // Intellekt. Innovatsii. Investitsii. - 2020. - №4. - S. 125-132.

14. Bondarenko I.I. Sovremennye sistemy instrumental'nogo offline-/online-kontrollya raskhoda topliva i monitoringa rezhimov raboty avtotraktornoy tekhniki // Vestnik Belorussko-Rossiyskogo universiteta. - 2021. - №4(73). - S. 4-14.

15. Adakin R.D., Sotskaya I.M. Razrabotka programmy «Tekhnicheskiy servis» dlya predpriyatiy, rabota-yushchikh s sistemoy GLONASS i soderzhashchikh bol'shoy avtopark // Vestnik APK Verkhnevolzh'ya. - 2021. - №2(54). - S. 93-98.

16. Samuylov V.M., Nevolin D.G., Smerdova A.A. Ispol'zovanie sistemy GLONASS na kommerscheskom predpriyatiy OOO «UMIT» // Innovatsionnyy transport. - 2021. - №2(40). - S. 83-86.

17. Mirov B.K., Panov Yu.V., Zenchenko V.A., Pochukaev M.I. Opredelenie individual'nykh marshrutnykh norm raskhoda SUG v gornykh usloviyah ekspluatatsii avtomobiliya // Transport na al'ternativnom topline. - 2020. - №2(74). - S. 71-77.

18. Trofimova L.S. Primenenie metodov sub"ekтивnykh veroyatnostey v planirovaniy raboty avtotransportnogo predpriyatiya // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2019. - №3(66). - S. 97-104.

19. Trofimova L.S. Matematicheskaya model` funktsionirovaniya avtotransportnogo predpriyatiya pri perevozke gruzov v gorode // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2020. - №2(69). - S. 69-79.

20. Trofimov A.V., Trofimov B.S., Usovich A.N., Pekarev I.A. K voprosu organizatsii na predpriyatiy sistemy kontrolya za raskhodom topliva avtomobiley s ispol'zovaniem dannykh navigatsionnogo terminala GLONASS // Vestnik Sibirskogo Otdeleniya Akademii Voennykh Nauk. - 2022. - №65. - S. 148-158.

21. Trofimov A.V., Trofimov B.S. Ob osobennostyakh primeneniya nekotorykh nadbavok pri normirovaniy raskhoda topliva na avtomobil'nom transporte // Arkhitekturno-stroitel'nyy i dorozhno-transportnyy kompleksy: problemy, perspektivy, novatsii: Materialy Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. - Omsk: SibADI. - 2016. - S. 612-615.

22. Galushko, V.G. Veroyatnostno-statisticheskie metody na avtotransporte - Kiev: Vishcha shkola, 1976. - 232 s.

23. O vvedenie v deystvie metodicheskikh rekomendatsiy «Normy raskhoda topliv i smazochnykh materialov»: Rasporyazhenie Mintransa RF ot 14.03.2008 № AM-23-r [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_76009/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76009/)

24. GOST R 54810-2011 Avtomobil'nye transportnye sredstva. Toplivnaya ekonomichnost'. Metody ispytaniy [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: <https://docs.cntd.ru/document/1200093157>

25. GOST 9018-89 Kolonki toplivorazdatochnye. Obshchie tekhnicheskie usloviya (s Izmeneniyami № 1, 2) [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: <https://docs.cntd.ru/document/1200004639>

**Trofimov Boris Sergeevich**

Siberian State Automobile and Highway University (SibADI)

Address: 644080, Russia, Omsk, av. Mira, 5

Candidate of technical sciences

E-mail: trofim\_bs@mail.ru

Научная статья  
УДК 629.33: 027  
doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-23-33

И.Ф. ДЬЯКОВ

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА РЕССОРНОЙ ПОДВЕСКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

**Аннотация.** Изложены вопросы прогнозирования ресурса подвески из листовой рессоры транспортного средства с использованием энергозатрат при циклическом нагружении. Приведена уточненная формула расчета энергозатрат, которая имеет более тесную связь с отказами деталей в условиях эксплуатации, чем километры пробега. Показано, что при движении транспортного средства происходит нагружение и разгружение подвески, описываемые методом расчета «петля гистерезиса».

**Ключевые слова:** прогнозирование, подвеска, нагрузочные режимы, деформация подвески, скорость роста микротрецин, зона текущего ремонта

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Горяев И.А. Зависимость затрат на запасные части от возраста подвижного состава автомобильного транспорта // Известие ЮУрГУ. – 2012. – №44. – С. 185–186.
- 2 Бажанов Ю.В., Бажанов М.Ю. Прогнозирование остаточного ресурса конструктивных элементов автомобилей в условиях эксплуатации // Фундаментальные исследования. – 2015.– №4.– С. 16-21.
3. Кулешов А.А., Литвин А.Г. Анализ современных методов прогнозирования ресурса узлов и деталей горнотранспортных машин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – Вып. 3.– С. 294-297.
4. Михлин, В.М. Прогнозирование технического состояния машин - М.: Колос. – 1976. – 287 с.
5. Данченко А.В., Ольгард Л.С., Бондарев С.В. и др. Прогнозирование остаточного ресурса ходовых частей подвижного состава, исчерпавших свой ресурс // Вестник Днепропетровского национального университета западного транспорта Академика Лазаряно. – 2007. – №15. – С. 86-87.
6. Кирилов А.Г., Ратников А.С., Кокарев О.П. Методика оперативного прогнозирования остаточного ресурса элементов тормозной системы // Владимирский государственный университет А.Г. и Н.Г. Столетовых. – 2020. – №17-1. – С. 168-172.
7. Косенко Е.Е. Методы оценки эксплуатационной надежности автомобилей // Инженерный вестник Дона. - №3. – 2017. – С. 1-9.
8. Трощенко, В.Т. Механическое поведение металлов при различных видах нагружения – Киев: Логос. – 2000. – 571 с.
9. Рассоха В.И. Методическое обеспечение стендовых испытаний на усталость узлов рамных металлоконструкций мобильных машин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 1999. – №1. – С. 62-66.
10. Голубеев, Ю.Ф. Нейросетевые методы в мехатронике - М.: Московский университет, 2007. – 157 с.
11. He Y., Liu G., Qiu Y. New adaptive strategy for the search for intensification and dieverin search of Taboos // Journal of computer research development. - №41. – 2004. - P. 162-166.
12. He Y., Qiu Y., Liu G., et al. Optimization of weights of neural network using adaptive approach to taboo search, in the second international Symposium on nerve nets // Chongqing, China. – 2005. - P. 672-676.
- 13 Breiman L. Обсуждение нейронных сетей и связанных с ними методов классификации // Journal of The Royal. Статистическое Общество. - 1994.– №56(3). – С. 409-456.
14. Лебедева, И.М. Макроэкономическое планирование и прогнозирование / под ред. Федоровой А.Ю. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 54 с.
15. Борисов В.В., Луферов В.С. Метод многомерного анализа и прогнозирования состояния сложных систем и процессов на основе нечетких когнитивных темпоральных моделей // Системы управления, связи и безопасности. - 2020. - №2. - С. 1-23.
16. Надежность и эффективность в технике: Справочник - М.: Машиностроение. - В 10 т. - Том 3, 1988. - 328 с.
17. Воскобоев В.Ф. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие. - М.: ИД «Альянс», «Путь». - Часть 1, 2008. - 200 с.
18. Гавришев, С.Е. Организационно-технологические методы повышения надежности и эффективности работы карьеров: монография. – Магнитогорск: МГТУ, 2002. – 231 с.
19. Лепетюха С.В., Якушев А.С. Состояние и перспективы развития технологического автотранспорта Лебединского ГОКа // Горный журнал. - 2007. - №7. - С. 25-27.
20. Насковец А.М., Пархомчик П.А., Егоров А.Н., Шишко С.А., Моисеенко В.И. Современное развитие карьерного транспорта производства ОАО «БЕЛАЗ»// Актуальные вопросы машиноведения. - 2018. - Т. 7. - С. 8-11.

**Дьяков Иван Федорович**

Ульяновский государственный технический университет

Адрес: 432027, Россия, г. Ульяновск, Северный Венец, 32

Д.т.н., профессор кафедры «Основы проектирования машин и инженерная графика

E-mail: i.dyakov@ulstu.ru

---

I.F. DYAKOV

## PREDICTION OF SUSPENSION RESOURCE VEHICLE

**Abstract.** The issues of forecasting the resource of the suspension from the leaf spring of the vehicle using energy consumption during cyclic loading are presented. A refined formula for calculating energy consumption is given, which has a closer connection with failures of parts in operating conditions than kilometers of mileage. It is shown that when the vehicle is moving, the suspension is loaded and unloaded, described by the «hysteresis loop» calculation method. The area of the hysteresis loop is used in predicting the suspension resource using a neural network. This makes it possible to increase the utilization rate of the vehicle by reducing costs and downtime during current repairs.

**Keywords:** forecasting, suspension, load conditions, suspension deformation, microcrack growth rate, maintenance area

## BIBLIOGRAPHY

1. Goryaev I.A. Zavisimost` zatrat na zapasnye chasti ot vozrasta podvizhnogo sostava avtomobil`nogo transporta // Izvestie YUUrGU. - 2012. - №44. - S. 185-186.
- 2 Bazhanov Yu.V., Bazhanov M.Yu. Prognozirovaniye ostatochnogo resursa konstruktivnykh elementov avtomobilev v usloviyakh ekspluatatsii // Fundamental`nye issledovaniya. - 2015. - №4. - S. 16-21.
3. Kuleshov A.A., Litvin A.G. Analiz sovremennoykh metodov prognozirovaniya resursa uzlov i detaley gornotransportnykh mashin // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten`. - 2004. - Vyp. 3. - S. 294-297.
4. Mikhlin, V.M. Prognozirovaniye tekhnicheskogo sostoyaniya mashin - M.: Kolos. - 1976. - 287 s.
5. Danchenko A.V., Ol`gard L.S., Bondarev S.V. i dr. Prognozirovaniye ostatochnogo resursa khodovykh chastej podvizhnogo sostava, ischernykh svoi resurs // Vestnik Dnepropetrovskogo natsional`nogo universiteta zaznichnogo transportu in Akademika Lazaryano. - 2007. - №15. - S. 86-87.
6. Kirilov A.G., Ratnikov A.S., Kokarev O.P. Metodika operativnogo prognozirovaniya ostatochnogo resursa elementov tormoznoy sistemy // Vladimirskiy gosudarstvennyy universitet A.G. i N.G. Stoletovykh. - 2020. - №17-1. - S. 168-172.
7. Kosenko E.E. Metody otsenki ekspluatatsionnoy nadezhnosti avtomobiley // Inzhenernyy vestnik Dona. - №3. - 2017. - S. 1-9.
8. Troshchenko, V.T. Mekhanicheskoe povedenie metallov pri razlichnykh vidakh nagruzheniya - Kiev: Logos. - 2000. - 571 s.
9. Rassokha V.I. Metodicheskoe obespechenie stendovykh ispytaniy na ustalost` uzlov ramnykh metallokonstruktsiy mobil`nykh mashin // Vestnik Orenburskogo gosudarstvennogo universiteta. - 1999. - №1. - S. 62-66.
10. Golubeev, Yu.F. Neyrosetevye metody v mekhantronike - M.: Moskovskiy universitet, 2007. - 157 s.
11. He Y., Liu G., Qiu Y. New adaptive strategy for the search for intensification and dieverin search of Taboos // Journal of computer research development. - №41. - 2004. - R. 162-166.
12. He Y., Qiu Y., Liu G., et al. Optimization of weights of neural network using adaptive approach to taboo search, in the second international Symposium on nerve nets // Chongqing, China. - 2005. - P. 672-676.
- 13 Breiman L. Obsuzhdenie neyronnykh setey i svyazannyykh snimi metodov klassifikatsii // Journal of The Royal. Statisticheskoe Obshchestvo. - 1994. - №56(3). - S. 409-456.
14. Lebedeva, I.M. Makroekonomiceskoe planirovanie i prognozirovaniye / pod red. Fedorovoy A.Yu. - SPb: Universitet ITMO, 2016. - 54 s.
15. Borisov V.V., Luferov V.S. Metod mnogomernogo analiza i prognozirovaniya sostoyaniya slozhnykh sistem i protsessov na osnove nechetkikh kognitivnykh temporal`nykh modeley // Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti. - 2020. - №2. - S. 1-23.
16. Nadezhnost` i effektivnost` v tekhnike: Spravochnik - M.: Mashinostroenie. - V 10 t. - Tom 3, 1988. - 328 s.
17. Voskoboev V.F. Nadezhnost` tekhnicheskikh sistem i tekhnogennyy risk: Uchebnoe posobie. - M.: ID «Al`yans», «Put`». - Chast` 1, 2008. - 200 s.
18. Gavrishev, S.E. Organizatsionno-tehnologicheskie metody povysheniya nadezhnosti i effektivnosti raboty kar`erov: monografiya. - Magnitogorsk: MGTU, 2002. - 231 s.
19. Lepetyukha S.V., YAkushov A.S. Sostoyanie i perspektivy razvitiya tekhnologicheskogo avtotransporta Lebedinskogo GOKa // Gornyy zhurnal. - 2007. - №7. - S. 25-27.

**№4-1(79) 2022 Эксплуатация, ремонт, восстановление**

20. Naskovets A.M., Parkhomchik P.A., Egorov A.N., Shishko S.A., Moiseenko V.I. Sovremennoe razvitiye kar'ernogo transporta proizvodstva OAO «BELAZ» // Aktual'nye voprosy mashinovedeniya. - 2018. - T. 7. - S. 8-11.

**Dyakov Ivan Fyodorovich**

Ulyanovsk State Technical University

Adress: 432027, Russia, Ulyanovsk, Severny Venets, 32

Doctor of technical sciences

E-mail: i.dyakov@ulstu.ru



Научная статья

УДК 629.1.03

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-34-39

Ю.Н. КАМАНИН, А.В. ПАНИЧКИН, П.А. КУЗИН, А.С. ТРЕГУБОВ

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОДКИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПО СВЕРХПРОЧНЫМ ПОРОДАМ

*Аннотация.* В статье приведено обоснование применения технологии механизированной проходки вертикальных шахтных стволов. Сделаны выводы о рациональных технологических параметрах разрушения груды забоя комбинированным механическим способом. Сделан вывод о необходимости проведения дополнительных экспериментальных исследований для уточнения физических констант горной породы и применения альтернативных критериев разрушения.

**Ключевые слова:** проходочный комплекс, ударный исполнительный орган, метод конечных элементов, механизированная проходка, шахтный ствол, гидромолот, резание горных пород, разрушение

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hartman L.H. Introductory mining engineering - New-Jersey: John Wiley & Sons, 2002. - 570 с.
2. MENDYKA P., Kotwica K., Stopka G. и др. Innovative roadheader mining head with assymetrical disc tools // 2016. - C. 489-496.
3. Клиmov В.Е., Ушаков Л.С., Трубин А.С. Импульсные технологии в строительстве // Материалы Международной научно-технической конференции. - Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. – 2016. - С. 137-140.
4. Acaroglu O., Ergin H. A new method to evaluate roadheader operational stability // Tunnelling and underground space technology. - 2006. - Т. 21. - С. 172-179.
5. Бате, К.Ю. Численные методы анализа и метод конечных элементов - М.: Стройиздат, 1982. - 448 с.
6. Kenneth B. Hydraulic hammer design & development project – Glasgow: Glasgow Caledonian University, 2012. – 358 с.
7. Bilgin N., Dincer T., Copur H., Erdogan M. Some geological and geotechnical factors affecting the performance of a roadheader in an inclined tunnel // Tunnelling and underground space technology. – 2004. – Vol. 19. - №6. – Р. 629-636.
8. Ansys. ANSYS mechanical user's guide. Release 16.2 - Southpointe: Ansys inc, 2015. – 1796 с.
9. Ушаков Л.С., Каманин Ю.Н., Клиmov В.Е. Решение задачи оптимизации процесса разрушения минерального массива планетарным ударно-скальвающим исполнительным органом технологической машины // Mining informational and analytical bulletin. – 2018. – Том. 1. – С.175-181.
10. Lu X., Wang D., Xu C. et al. Experimental investigation and field application of foam used for suppressing roadheader cutting hard rock in underground tunneling // Tunnelling and underground space technology. – 2015. –Vol. 49. – Р. 1-8.
11. Каманин Ю.Н., Паничкин А.В., Степанов А.А., Кулаков А.А. О конечно-элементном подходе к решению контактной динамической задачи ударного нагружения массива твердого материала исполнительным органом строительно-дорожной машины // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: Сборник трудов XVI Международной научно-технической конференции. - 2018. - С. 244-247.
12. Redelin R.A., Kravchenko V.A., Kamanin Y.N. et al. Study of effect of in-line hydropneumatic accumulators on output characteristics of hydraulic hammer // IOP Conf. Series: Earth and environmental science. – 2017. – Vol. 87. – Р. 6.
13. Рыбак Л.А., Мамаев Ю.А., Вирабян Л.Г. Синтез алгоритма коррекции траектории движения выходного звена робота-гексапода на основе теории искусственных нейронных сетей // Вестник Белгородского гос. техн. ун-та им. В.Г. Шухова. – 2016. - №12. - С. 142-152.
14. Яцун С.Ф., Рукавицын А.Н., Вальков А.Ф. Исследование движения параллельного микроманипулятора с пьезоэлектрическими приводами // Известия Курского государственного технического университета. - 2010. - №2(31). - С. 12-21.
15. Архангельская М.А., Вермель В.Д., Евдокимов Ю.Ю. и др. Корректировка управляющей программы обработки формообразующей оснастки для обеспечения точности изготовления деталей из полимерных композиционных материалов по результатам их измерений на координатно-измерительной машине // Изв. Самарского научного центра РАН. - 2016. - Т. 18. - №1(2). - С. 145-147.
16. Ганькин, Ю.А. Основы теории автотракторных двигателей: Рекомендовано Министерством общего и профессионального образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Механизация сельского хозяйства», «Сервис и техническая эксплуатация транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования в сельском хозяйстве» – Москва: РГАЗУ, 1997. – 304 с.

17. Карелина М.Ю. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебное пособие для студентов вузов по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2016. – 328 с.

18. Ершов В.С., Птицын Д.А., Акулов А.А., Махмудов З.М. Рассмотрение срока службы автомобиля с точки зрения технологии управления жизненным циклом изделия // Технологии информационного общества: Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». – Москва: ООО «Издательский дом Медиа паблишер», - 2021. – С. 126-127.

19. Гриб В.В., Карелина М.Ю., Петрова И.М., Филимонов М.А. Разработка алгоритма прогнозирования и мониторинга ресурса механических систем // Современные проблемы теории машин. – 2013. – №1. – С. 77-79.

20. Алексеенко, Е.В. Финансы автотранспортной и дорожной отраслей в условиях цифровизации экономики – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2020. – 244 с.

**Каманин Юрий Николаевич**

Орловский государственный университет  
имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77  
К.т.н., доцент кафедры подъемно-транспортных,  
строительных и дорожных машин  
E-mail: kamanchi22@mail.ru

**Паничкин Антон Валерьевич**

Орловский государственный университет  
имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77  
К.т.н., и.о. зав. каф. подъемно-транспортных,  
строительных и дорожных машин  
E-mail: terpa79@yandex.ru

**Кузин Павел Александрович**

Орловский государственный университет  
имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77  
Студент  
E-mail: pasha.kuzin.1976@mail.ru

**Трегубов Алексей Сергеевич**

Орловский государственный университет  
имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77  
Студент  
E-mail: PanVV95@yandex.ru

---

U.N. KAMANIN, A.V. PANICHKIN, P.A. KUZIN, A.S. TREGUBOV

## **MATHEMATICAL MODELING OF MINING WORKINGS BY HEAVY-DUTY SALES**

*Abstract. The article provides a justification for the use of the technology of mechanized sinking of vertical mine shafts. Conclusions are drawn about the rational technological parameters of the destruction of the slaughter breast by a combined mechanical method. It is concluded that it is necessary to conduct additional experimental studies to clarify the physical constants of the rock and to apply alternative destruction criteria.*

**Keywords:** tunneling complex, impact executive body, finite element method, mechanized sinking, mine shaft, hydraulic hammer, rock cutting, destruction

### **BIBLIOGRAPHY**

1. Hartman L.H. Introductory mining engineering - New-Jersey: John Wiley & Sons, 2002. - 570 s.
2. MENDYKA P., KOTWICA K., STOPKA G. i dr. Innovative roadheader mining head with assymetrical disc tools // 2016. - S. 489-496.
3. KLIMOV V.E., USHAKOV L.S., TRUBIN A.S. Impul'snye tekhnologii v stroitel'stve // Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii. - Natsional'nyy issledovatel'skiy Moskovskiy gosudarstvennyy stroitel'nyy universitet. - 2016. - S. 137-140.
4. ACAROGLU O., ERGIN H. A new method to evaluate roadheader operational stability // Tunnelling and underground space technology. - 2006. - T. 21. - C. 172-179.
5. BATE, K.YU. Chislennye metody analiza i metod konechnykh elementov - M.: Stroyizdat, 1982. - 448 s.
6. KENNETH B. Hydraulic hammer design & development project - Glasgow: Glasgow Caledonian University, 2012. - 358 c.
7. BILGIN N., DINCER T., COPUR H., ERDOGAN M. Some geological and geotechnical factors affecting the performance of a roadheader in an inclined tunnel // Tunnelling and underground space technology. - 2004. - Vol. 19. - №6. - P. 629-636.
8. ANSYS. ANSYS mechanical user's guide. Release 16.2 - Southpointe: Ansys inc, 2015. - 1796 c.
9. USHAKOV L.S., KAMANIN Yu.N., KLIMOV V.E. Reshenie zadachi optimizatsii protsessa razrusheniya mineral'nogo massiva planetarnym udarno-skalyvayushchim ispolnitel'nym organom tekhnologicheskoy mashiny // Mining informational and analytical bulletin. - 2018. - Tom. 1. - S. 175-181.
10. LU X., WANG D., XU C. et al. Experimental investigation and field application of foam used for suppressing roadheader cutting hard rock in underground tunneling // Tunnelling and underground space technology. - 2015. - Vol. 49. - P. 1-8.
11. KAMANIN Yu.N., PANICHKIN A.V., STEPANOV A.A., KULAKOV A.A. O konechno-elementnom podkhode k resheniyu kontaktnoy dinamicheskoy zadachi udarnogo nagruzheniya massiva tverdogo materiala ispolnitel'nym organom stroitel'no-dorozhnoy mashiny // Tekhnologicheskoe oborudovanie dlya gornoj i neftegazovoj promyshlennosti: Sbornik trudov XVI Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii. - 2018. - C. 244-247.

12. Redelin R.A., Kravchenko V.A., Kamanin Y.N. et al. Study of effect of in-line hydropneumatic accumulators on output characteristics of hydraulic hammer // IOP Conf. Series: Earth and environmental science. - 2017. - Vol. 87. - P. 6.
13. Rybak L.A., Mamaev Yu.A., Virabyan L.G. Sintez algoritma korrektcii traektorii dvizheniya vykhodnogo zvena roboata-geksapoda na osnove teorii iskusstvennykh neyronnykh setey // Vestnik Belgorodskogo gos. tekhn. un-ta im. V.G. Shukhova. - 2016. - №12. - S. 142-152.
14. Yatsun S.F., Rukavitsyn A.N., Val'kov A.F. Issledovanie dvizheniya parallelnogo mikromanipulya-tora s p`ezoelektricheskimi privodami // Izvestiya Kurskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2010. - №2(31). - S. 12-21.
15. Arkhangel'skaya M.A., Vermel' V.D., Evdokimov Yu.Yu. i dr. Korrektirovka upravlyayushchey programmy obrabotki formoobrazuyushchey osnastki dlya obespecheniya tochnosti izgotovleniya detaley iz polimernykh kom-pozitsionnykh materialov po rezul'tatam ikh izmereniy na koordinatno-izmeritel'noy mashine // Izv. Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. - 2016. - T. 18. - №1(2). - S. 145-147.
16. Gan'kin, Yu.A. Osnovy teorii avtotraktornykh dvigateley: Rekomendovano Ministerstvom obshchego i professional'nogo obrazovaniya v kachestve uchebnogo posobiya dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po spetsial'nostyam «Mekhanizatsiya sel'skogo khozyaystva», «Servis i tekhnicheskaya ekspluatatsiya transportnykh i transportno-tehnologicheskikh mashin i oborudovaniya v sel'skom khozyaystve» - Moskva: RGAZU, 1997. - 304 s.
17. Karelina M.Yu. Vypusknaya kvalifikatsionnaya rabota bakalavra: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov po napravleniyu podgotovki «Ekspluatatsiya transportno-tehnologicheskikh mashin i kompleksov» - Orel: Orlovskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni N.V. Parakhina, 2016. - 328 s.
18. Ershov V.S., Ptitsyn D.A., Akulov A.A., Makhmudov Z.M. Rassmotrenie sroka sluzhby avtomobilya s tochki zreniya tekhnologii upravleniya zhiznennym tsiklom izdeliya // Tekhnologii informatsionnogo obshchestva: Sbornik trudov XV Mezhdunarodnoy otrazhatelyoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Tekhnologii informatsionnogo obshchestva». - Moskva: OOO «Izdatel'skiy dom Media publisher». - 2021. - S. 126-127.
19. Grib V.V., Karelina M.Yu., Petrova I.M., Filimonov M.A. Razrabotka algoritma prognozirovaniya i monitoringa resursa mekhanicheskikh sistem // Sovremennye problemy teorii mashin. - 2013. - №1. - S. 77-79.
20. Alekseenko, E.V. Finansy avtotransportnoy i dorozhnoy otrazhatelyoy v usloviyah tsifrovizatsii ekonomiki - Moskva: Obshchestvo s ogranicennoy otvetstvennost'yu «Rusayns», 2020. - 244 s.

**Kamanin Yuriy Nikolaevich**

Orel state University

Address: 302030, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Candidate of technical sciences

E-mail: kamanchi22@mail.ru

**Kuzin Pavel Aleksandrovich**

Orel state University

Address: 302030, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Student

E-mail: pasha.kuzin.1976@mail.ru

**Panichkin Anton Valer'evich**

Orel state University

Address: 302030, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Candidate of technical sciences

E-mail: teppa79@yandex.ru

**Tregubov Aleksey Sergeevich**

Orel state University

Address: 302030, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Student

E-mail: PanVV95@yandex.ru

Научная статья

УДК62-529

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-40-47

А.Н. РУКАВИЦЫН, ЧЖО ПЬО ВЕЙ

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Аннотация.* Представлены результаты разработки роботизированного комплекса для обеспечения аддитивных технологий на основе пространственного манипулятора. Показано, что качество объемной печати может быть обеспечено за счет реализации в пространстве обобщенных или декартовых координат постоянного перемещения рабочего органа (экструдера) по требуемой траектории. Разработан метод организации управляемого движения рабочего органа 3-D принтера на основе задания множества узловых точек, движение между которыми осуществляется по прямолинейным траекториям. Для этого обратная задача о кинематическом положении решается в режиме реального времени. Разработанный и реализованный в среде Matlab алгоритм позволил определить значения обобщенных координат, скоростей, ускорений и сил при движении звеньев соответствующих конфигурациям пространственного манипулятора в заданных точках траектории.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, 3D-принтер, манипулятор, траектория, обратная задача кинематики, рабочий орган, ориентация, обобщенные координаты

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Зябрев, И.А., Порошин В.В. Разработка оборудования для аддитивной лазерной технологии // ПРОФЕССИОНАЛ ГОДА – 2017: Сб. статей V Международного научно-практического конкурса. - 2017. - С. 42-47.
2. Щелконогов А.Е., Дворниченко А.А., Загребина Е.С. Оптимизация параметров оборудования для производства модельной оснастки с помощью аддитивных технологий // Актуальные направления научных исследований: перспективы развития: Сб. матер. междунар. научно-практ. конф. - 2017. - С. 316-321.
3. Wadley H.N. Multifunctional periodic cellular metals // Philos. Trans. R. Soc. A 364. - 2006. – Р. 31-68.
4. Гуняева А.Г., Сидорина А.И., Курносов А.О. и др. Полимерные композиционные материалы нового поколения на основе связующего ВСЭ-1212 и наполнителей, альтернативных наполнителям фирм Porcher Ind. и Toho Tenax // Авиационные материалы и технологии. - 2018. - №3(52). С. 18-26.
5. Повод Г.В., Куренова С.В. К вопросу об использовании технологий 3-Д печати // Актуальные научные исследования в современном мире. - 2017. - №4-4(24). - С. 56-59.
6. Топозов, Н.К. Инновационная подготовка производства - Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. – 228 с.
7. Zheng, X. Ultra-light, Ultra-stiff Mechanical Metamaterials // AAAS. - 2014. - Р. 29.
8. Новиков А.Н., Родичев А.Ю., Горин А.В. и др. Влияние технологических факторов на качество формирования антифрикционного покрытия на деталях машин // Мир транспорта и технологических машин. - 2021. - №2(73). - С. 32-40.
9. Герасимов М.Д., Горшков П.С., Бражник Ю.В., Грудина В.А. Разработка предложений по использованию вариации насадок (сопел) для строительного 3D-принтера // Вестник Белгородского гос. техн. ун-та, им. В.Г. Шухова. - 2017. - №5. - С. 89-98.
10. Рыбак Л.А., Мамаев Ю.А., Малышев Д.И., Вирабян Л.Г. Программный модуль для реализации заданной траектории движения выходного звена робота-гексапода для 3D-печати изделий // Вестник Белгородского гос. техн. ун-та им. В.Г. Шухова. – 2016. - №8. - С. 155-165.
11. Пчелинцева С.В. Анализ сходимости процесса формирования программных траекторий с ограниченными отклонениями для манипуляторов с контурным управлением // Вестник Саратов. гос. техн. ун-та. - 2012. - Т. 1. - №2(64). - С. 402-409.
12. Рыбак Л.А., Мамаев Ю.А., Вирабян Л.Г. Синтез алгоритма коррекции траектории движения выходного звена робота-гексапода на основе теории искусственных нейронных сетей // Вестник Белгородского гос. техн. ун-та им. В.Г. Шухова. – 2016. - №12. - С. 142-152.
13. Яцун С.Ф., Рукавицын А.Н., Вальков А.Ф. Исследование движения параллельного микроманипулятора с пьезоэлектрическими приводами // Известия Курского государственного технического университета. - 2010. - №2(31). - С. 12-21.

14. Архангельская М.А., Вермель В.Д., Евдокимов Ю.Ю. и др. Корректировка управляющей программы обработки формообразующей оснастки для обеспечения точности изготовления деталей из полимерных композиционных материалов по результатам их измерений на координатно-измерительной машине // Изв. Самарского научного центра РАН. - 2016. - Т. 18. - №1(2). - С. 145-147.
15. Wai K.P., Rukavitsyn A., Rain T. Development of the method of generating programmed trajectories of the end effector of a 3D printer for additive technologies based on a spatial manipulation mechanism // Smart innovation, Systems and technologies. - 2020. - Т. 154. - С. 279-288.
16. Jang D., Meza L.R. and others. Fabrication and deformation of three-dimensional hollow ceramic nanostructures // Nat. Mater. - 2013. - №12. - P. 893-898.
17. Рукавицын А.Н., Ефремов Д.И. Моделирование движения механической системы с двумя степенями свободы в пакете «MATLAB/SIMMECHANICS» // Молодежь и наука: Шаг к успеху: сб. науч. статей 4-й Всерос. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых. – Курск: Юго-Западный государственный университет. - 2020. - С. 132-135.
18. Варнавский А.Н., Гадельшин А.Р., Салин Д.С. Исследование влияния показателей печати на качество и соотношение цена/качество результата изготовления изделий на бюджетном 3D-принтере // Вестник Белгородского гос. техн. ун-та, им. В.Г. Шухова. - 2018. - №12. - С. 124-132.
19. Андреев Ю.С., Тимофеева О.С., Яблочников Е.И. Проектирование и изготовление формообразующей оснастки в условиях мелкосерийного производства // Изв. вузов. Приборостроение. - 2016. - Т. 59. - №7. - С. 592-599.
20. Berger J.B., Wadley H.N.G., McMeeking R.M. Mechanical metamaterials at the theoretical limit of isotropic elastic stiffness // Nat. Mater. - 2017. - №543. – Р. 533-537.

**Рукавицын Александр Николаевич**

Юго-Западный государственный университет  
Адрес: 305040, Россия, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94  
К.т.н., доцент кафедры механики, мехатроники и робототехники  
E-mail: alruk75@mail.ru

**Чжо Пью Вей**

Юго-Западный государственный университет  
Адрес: 305040, Россия, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94  
Докторант  
E-mail: kyawkhankoo@gmail.com

A.N. RUKAVITSYN, KYAW PHYO WAI

## **DEVELOPMENT OF METHODS FOR CONTROLLING THE MOVEMENT OF THE WORKING BODY OF A ROBOTIC 3D PRINTING COMPLEX TO PROVIDE ADDITIVE TECHNOLOGIES**

**Abstract.** The article presents the results of the development of a robotic complex for providing additive technologies based on a spatial manipulator. The quality of volumetric printing is ensured by the continuous movement of the working body - the extruder along a trajectory specified in the space of generalized coordinates or in Cartesian space. A method is proposed for forming program trajectories of the manipulator's working body by specifying a set of nodal points, the movement between which is carried out along rectilinear trajectories. To do this, the inverse kinematics problem of position is solved at each moment of time. The developed algorithm, implemented in the Matlab environment, made it possible to determine the values of generalized coordinates, velocities, accelerations and forces during the movement of links corresponding to the configurations of the spatial manipulator at specified points of the trajectory.

**Keywords:** additive technologies, 3D-printer, manipulator, trajectory, inverse kinematics problem, working body, orientation, generalized coordinates

## **BIBLIOGRAPHY**

1. Zyabrev, I.A., Poroshin V.V. Razrabotka oborudovaniya dlya additivnoy lazernoy tekhnologii // PROFESSIONAL GODA - 2017: Sb. statey V Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo konkursa. - 2017. - S. 42-47.
2. Shchelkonogov A.E., Dvornichenko A.A., Zagrebina E.S. Optimizatsiya parametrov oborudovaniya dlya proizvodstva model'noy osnastki s pomoshch'yu additivnykh tekhnologiy // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanii: perspektivy razvitiya: Sb. mater. mezhdunar. nauchno-prakt. konf. - 2017. - S. 316-321.
3. Wadley H.N. Multifunctional periodic cellular metals // Philos. Trans. R. Soc. A 364. - 2006. - R. 31-68.
4. Gunyaeva A.G., Sidorina A.I., Kurnosov A.O. i dr. Polimernye kompozitsionnye materialy novogo pokoleniya na osnove svyazuyushchego VSE-1212 i napolniteley, al'ternativnykh napolnitelyam firm Porcher Ind. i Toho Tenax // Aviationsionnye materialy i tekhnologii. - 2018. - №3(52). S. 18-26.

5. Povod G.V., Kurenova S.V. K voprosu ob ispol'zovanii tekhnologiy 3-D pechatи // Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire. - 2017. - №4-4(24). - S. 56-59.
6. Topozov, N.K. Innovatsionnaya podgotovka proizvodstva - Chelyabinsk: Izdat. tsentr YUUrGU, 2010. - 228 s.
7. Zheng, X. Ultra-light, Ultra-stiff Mechanical Metamaterials // AAAS. - 2014. - P. 29.
8. Novikov A.N., Rodichev A.Yu., Gorin A.V. i dr. Vliyanie tekhnologicheskikh faktorov na kachestvo formirovaniya antifriktsionnogo pokrytiya na detalyakh mashin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2021. - №2(73). - S. 32-40.
9. Gerasimov M.D., Gorshkov P.S., Brazhnik Yu.V., Grudina V.A. Razrabotka predlozheniy po ispol'zovaniyu variatsii nasadok (sopel) dlya stroitel'nogo 3D-printera // Vestnik Belgorodskogo gos. tekhn. un-ta, im. V.G. Shukhova. - 2017. - №5. - S. 89-98.
10. Rybak L.A., Mamaev Yu.A., Malyshev D.I., Virabyan L.G. Programmnyy modul` dlya realizatsii zadannoy traektorii dvizheniya vykhodnogo zvena robota-geksapoda dlya 3D-pechatи izdeliy // Vestnik Belgorodskogo gos. tekhn. un-ta im. V.G. Shukhova. - 2016. - №8. - S. 155-165.
11. Pchelintseva S.V. Analiz skhodimosti protsessa formirovaniya programmnykh traektoriy s ogranichennymi otkloneniyami dlya manipulyatorov s konturnym upravleniem // Vestnik Saratov. gos. tekhn. un-ta. - 2012. - T. 1. - №2(64). - S. 402-409.
12. Rybak L.A., Mamaev Yu.A., Virabyan L.G. Sintez algoritma korrektii traektorii dvizheniya vykhodnogo zvena robota-geksapoda na osnove teorii iskusstvennykh nevronnykh setey // Vestnik Belgorodskogo gos. tekhn. un-ta im. V.G. Shukhova. - 2016. - №12. - S. 142-152.
13. Yatsun S.F., Rukavitsyn A.N., Val'kov A.F. Issledovanie dvizheniya parallel'nogo mikromanipulyatora s p`ezoelektricheskimi privodami // Izvestiya Kurskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2010. - №2(31). - S. 12-21.
14. Arkhangelskaya M.A., Vermel` V.D., Evdokimov Yu.Yu. i dr. Korrektirovka upravlyayushchey programmy obrabotki formoobrazuyushchey osnastki dlya obespecheniya tochnosti izgotovleniya detaley iz polimernykh kom-pozitsionnykh materialov po rezul'tatam ikh izmereniy na koordinatno-izmeritel'noy mashine // Izv. Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. - 2016. - T. 18. - №1(2). - S. 145-147.
15. Wai K.P., Rukavitsyn A., Rain T. Development of the method of generating programmed trajectories of the end effector of a 3D printer for additive technologies based on a spatial manipulation mechanism // Smart innovation, Systems and technologies. - 2020. - T. 154. - S. 279-288.
16. Jang D., Meza L.R. and others. Fabrication and deformation of threedimensional hollow ceramic nanostructures // Nat. Mater. - 2013. - №12. - R. 893-898.
17. Rukavitsyn A.N., Efremov D.I. Modelirovanie dvizheniya mekhanicheskoy sistemy s dvumya stepenyami svobody v pakete «MATLAB/SIMMECHANICS» // Molodezh' i nauka: Shag k uspeku: sb. nauch. statey 4-y Vseros. nauch. konf. perspektivnykh razrabotok molodykh uchenykh. - Kursk: Yugo-Zapadnyy gosudarstvennyy universitet. - 2020. - S. 132-135.
18. Varnavskiy A.N., Gadel'shin A.R., Salin D.S. Issledovanie vliyaniya pokazateley pechatи na kachestvo i sootnoshenie tsena/kachestvo rezul'tata izgotovleniya izdeliy na byudzhetnom 3D-printere // Vestnik Belgorodskogo gos. tekhn. un-ta, im. V.G. Shukhova. - 2018. - №12. - S. 124-132.
19. Andreev Yu.S., Timofeeva O.S., Yablochnikov E.I. Proektirovaniye i izgotovlenie formoobrazuyushchey osnastki v usloviyakh melkoseriynogo proizvodstva // Izv. vuzov. Priborostroenie. - 2016. - T. 59. - №7. - S. 592-599.
20. Berger J.B., Wadley H.N.G., McMeeking R.M. Mechanical metamaterials at the theoretical limit of isotropic elastic stiffness // Nat. Mater. - 2017. - №543. - R. 533-537.

**Rukavitsyn Alexander Nikolaevich**

South-West State University

Address: 305040, Russia, Kursk, 50 let Oktyabrya str.,94

Candidate of technical sciences

E-mail: alruk75@mail.ru

**Kyaw Phyo Wai**

South-West State University

Address: 305040, Russia, Kursk, 50 let Oktyabrya str.,94

Doctoral student

E-mail: kyawkhankoo@gmail.com

Научная статья

УДК 656.714, 351.814.1, 358.424, 656.13, 656.071.81

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-48-54

Е.В. СУБАЧЕВ, Д.А. НИКИТИН, В.С. ЕРШОВ, А.А. АКУЛОВ

## **РАСЧЁТ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНОГО РЕАГЕНТА ОДНОЙ ФОРСУНКОЙ АЭРОДРОМНОЙ ПОЛИВОМОЕЧНОЙ МАШИНЫ**

**Аннотация:** В рамках предложенной статьи определены ключевые особенности работы аэродромной поливомоечной машины (АПММ). Выявлена наиболее эффективная компоновка АПММ, способная обеспечить высокие эксплуатационные и технико-экономические показатели. Произведен расчёт плотности распределения противогололедного реагента одной форсункой аэродромной поливомоечной машины. Определен средний расход жидкости через одну форсунку за определенный отрезок времени. Определена оптимальная конфигурация расположения форсунок, способная обеспечить требуемое качество распыления воды и реагента для поддержания качественного сцепления шасси воздушного судна с полотном взлетно-посадочной полосы.

**Ключевые слова:** аэродромная поливомоечная машина, расчет, зона перекрытия факела форсунок, анализ конструкции, противогололедный реагент

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Карелина М.Ю., Титов Н.В., Коломейченко А.В. и др. Импортозамещающая технология восстановления и упрочнения рабочего оборудования строительных и дорожных машин // Строительные и дорожные машины. – 2015. – №8. – С. 34-37.
2. Карелина М.Ю., Петровская Е.А., Пыдрин А.В., Карелина М.Ю. Оптимизация ингибированного состава для обеспечения сохраняемости сельскохозяйственной техники // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 121. – С. 89-93.
3. Ганькин, Ю.А. Основы теории автотракторных двигателей: Рекомендовано Министерством общего и профессионального образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Механизация сельского хозяйства», «Сервис и техническая эксплуатация транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования в сельском хозяйстве» – Москва: РГАЗУ, 1997. – 304 с.
4. Карелина М.Ю. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебное пособие для студентов вузов по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2016. – 328 с.
5. Ершов В.С., Птицын Д.А., Акулов А.А., Махмудов З.М. Рассмотрение срока службы автомобиля с точки зрения технологии управления жизненным циклом изделия // Технологии информационного общества: Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». – Москва: ООО «Издательский дом Медиа паблишер». - 2021. – С. 126-127.
6. Гриб В.В., Карелина М.Ю., Петрова И.М., Филимонов М.А. Разработка алгоритма прогнозирования и мониторинга ресурса механических систем // Современные проблемы теории машин. – 2013. – №1. – С. 77-79.
7. Алексеенко, Е.В. Финансы автотранспортной и дорожной отраслей в условиях цифровизации экономики – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2020. – 244 с.
8. Ершов В.С., Хамков А.А., Акулов А.А., Шадрин С.С. Исследования углов крена автомобиля при прохождении поворотов в зависимости от изменения его массы // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2020. – №4(26). – С. 1.
9. Ершов В.С., Акулов А.А., Карелина М.Ю. Разработка мобильной установки для оцинковывания элементов металлических конструкций автомобильно-дорожной инфраструктуры // Наука и творчество: вклад молодежи: Сборник материалов всероссийской молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Махачкала: Типография ФОРМАТ. - 2020. – С. 212-215.
10. Lukin M., Prusov E., Roshchina S., Karelina M., Vatin N. Multi-span composite timber beams with rational steel reinforcements // Buildings. - 2021. - №2. - С. 1-12.
11. Панько, Ю.В. Функциональные области управления предприятием: монография – Саратов: Амирит, 2020. – 126 с. – ISBN 978-5-00140-759-1;
12. Mamaev A., Balabina T., Karelina M. Method for determining road rut depth and power related to rutting upon wheel rolling // Transportation research procedia 14. Сеп. «14th International conference on organization and traffic safety management in large cities, OTS 2020». - SPb: Elsevier B.V. - 2020. - С. 430-435.
13. Ганькин, Ю.А. Основы теории автотракторных двигателей - М: РГАЗУ, 1997. - 304 с.
14. Максикова Е.Д., Голик С.А. Оптимизация транспортного процесса промышленных предприятий // Вестник Иркутского университета. – 2018. – №21. – С. 191-193.
15. Abid S.R., Ali S.H., Kadhum A.L., Al-gasham T.S., Gunasekaran M., Fediuk R., Vatin N., Karelina M. Impact performance of steel fiber-reinforced self-compacting concrete against repeated drop weight impact // Crystals. - 2021. - №2. - С. 1-17.

16. Прудовский Б.Д., Терентьев А.В. Методы определения множества Парето в некоторых задачах линейного программирования // Записки Горного института. - Том 211. – СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». - 2015. - С. 89-90.
17. Вельможин, А.В. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 560 с.
18. Кацыв, Д.П., Алексеев С.Р., Красникова Н.А. Оценка эффективности имитационных моделей транспортных систем // Автоматизация управления предприятиями промышленности и транспортного комплекса: Сб. науч. тр. – Москва: МАДИ (ГТУ). - 2006. - С. 96-100.
19. Программа расчета экологической безопасности автомобилей, эксплуатирующихся в аэропортах: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. - №2021668270; Заявл. 18.11.21; Опубл. 18.11.21 // Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет.
20. Yefimenko D.B., Ptitsyn D.A., Akulov A.A., Smirnov P.I. Modeling of fuel consumption of passenger cars based on their technical characteristics // Systems of signals generating and processing in the field of on board communications: Conference proceedings. – Moscow. - 2021. – Р. 9416138.

**Субачев Евгений Владимирович**

ООО «Завод Спецагрегат»

Адрес: 456300, Россия, Миасс, Объездная дорога, 2/17

Генеральный директор

E-mail: 777\_sev@mail.ru

**Никитин Дмитрий Александрович**

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Адрес: 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64 проезд

Заместитель начальника УНИР

E-mail: d.nikitin@madi.ru

**Ершов Владимир Сергеевич**

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Адрес: 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64 проезд

Преподаватель кафедры «Детали машин и теория механизмов»

E-mail: vsershov21@gmail.ru

**Акулов Алексей Андреевич**

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Адрес: 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64 проезд

Преподаватель кафедры «Детали машин и теория механизмов»

E-mail: a.akulov.98@mail.ru

---

E.V. SUBACHEV, D.A. NIKITIN, V.S. ERSOV, A.A. AKULOV

**CALCULATION OF DISTRIBUTION DENSITY OF ANTI-ICE REAGENT BY A SINGLE NOZZLE OF AERODROME WATER WASHING MACHINE**

*Abstract:* Within the framework of the proposed article, the key features of the operation of an airfield watering machine (APMM). The most efficient layout of the APMM, which is capable of having high operational and technical and economic indicators, has been revealed. The calculation of the probability of distribution of anti-icing reagent by one nozzle of an airfield watering machine was made. A certain flow rate of the medium liquid through one nozzle for a period of time. A certain optimal value of the stock of nozzles required of the required quality of spraying of water and a reagent to use the high-quality grip of the aircraft with the runway.

*Keywords:* airfield watering machine, calculation, nozzle flame overlap zone, design analysis, anti-icing agent

**BIBLIOGRAPHY**

1. Karelina M.Yu., Titov N.V., Kolomeychenko A.V. i dr. Importozameshchayushchaya tekhnologiya vostanovleniya i uprochneniya rabochego oborudovaniya stroitel'nykh i dorozhnykh mashin // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. - 2015. - №8. - S. 34-37.
2. Karelina M.Yu., Petrovskaya E.A., Pydrin A.V., Karelina M.Yu. Optimizatsiya ingibirovannogo sostava dlya obespecheniya sokhranyaemosti sel'skohozyaystvennoy tekhniki // Trudy GOSNITI. - 2015. - T. 121. - S. 89-93.
3. Gan'kin, Yu.A. Osnovy teorii avtomaticheskikh dvigateley: Rekomendovano Ministerstvom obshchego i professional'nogo obrazovaniya v kachestve uchebnogo posobiya dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po spetsial'nostyam «Mekhanizatsiya sel'skogo khozyaystva», «Servis i tekhnicheskaya ekspluataciya sel'skogo khozyaystva».

atatsiya transportnykh i transportno-tehnologicheskikh mashin i oborudovaniya v sel'skom khozyaystve» - Moskva: RGZAU, 1997. - 304 s.

4. Karelina M.Yu. Vypusknaya kvalifikatsionnaya rabota bakalavra: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov po napravleniyu podgotovki «Ekspluatatsiya transportno-tehnologicheskikh mashin i kompleksov» - Orel: Orlovskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni N.V. Parakhina, 2016. - 328 s.

5. Ershov V.S., Ptitsyn D.A., Akulov A.A., Makhmudov Z.M. Rassmotrenie sroka sluzhby avtomobiliya s tochki zreniya tekhnologii upravleniya zhiznennym tsiklom izdelya // Tekhnologii informatsionnogo obshchestva: Sbornik trudov XV Mezhdunarodnoy otrraslevoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Tekhnologii informatsionnogo obshchestva». - Moskva: OOO «Izdatel'skiy dom Media publisher». - 2021. - S. 126-127.

6. Grib V.V., Karelina M.Yu., Petrova I.M., Filimonov M.A. Razrabotka algoritma prognozirovaniya i monitoringa resursa mekhanicheskikh sistem // Sovremennye problemy teorii mashin. - 2013. - №1. - S. 77-79.

7. Alekseenko, E.V. Finansy avtotransportnoy i dorozhnoy otrrasley v usloviyah tsifrovizatsii ekonomiki - Moskva: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Rusayns», 2020. - 244 s.

8. Ershov V.S., Hamkov A.A., Akulov A.A., Shadrin S.S. Issledovaniya uglov krena avtomobiliya pri prokhozhdenii poverotov v zavisimosti ot izmeneniya ego massy // Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura. - 2020. - №4(26). - S. 1.

9. Ershov V.S., Akulov A.A., Karelina M.Yu. Razrabotka mobil'noy ustanovki dlya otsinkovyvaniya elementov metallicheskikh konstruktsiy avtomobil'no-dorozhnoy infrastruktury // Nauka i tvorchestvo: vklad molodezhi: Sbornik materialov vserossiyskoy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. - Makhachkala: Tipografiya FORMAT. - 2020. - S. 212-215.

10. Lukin M., Prusov E., Roshchina S., Karelina M., Vatin N. Multispan composite timber beams with rational steel reinforcements // Buildings. - 2021. - №2. - S. 1-12.

11. Pan'ko, Yu.V. Funktsional'nye oblasti upravleniya predpriyatiem: monografiya - Saratov: Amirit, 2020. - 126 s. - ISBN 978-5-00140-759-1;

12. Mamaev A., Balabina T., Karelina M. Method for determining road rut depth and power related to rutting upon wheel rolling // Transportation research procedia 14. Ser. «14th International conference on organization and traffic safety management in large cities, OTS 2020». - SPb: Elsevier B.V. - 2020. - S. 430-435.

13. Gan'kin, Yu.A. Osnovy teorii avtomotornikh dvigateley - M: RGZAU, 1997. - 304 s.

14. Maksikova E.D., Golik S.A. Optimizatsiya transportnogo protsessa promyshlennykh predpriyatiy // Vestnik Irkutskogo universiteta. - 2018. - №21. - S. 191-193.

15. Abid S.R., Ali S.H., Kadhum A.L., Algasham T.S., Gunasekaran M., Fediuk R., Vatin N., Karelina M. Impact performance of steel fiber-reinforced self-compacting concrete against repeated drop weight impact // Crystals. - 2021. - №2. - S. 1-17.

16. Prudovskiy B.D., Terent'ev A.V. Metody opredeleniya mnozhestva Pareto v nekotorykh zadachakh liniynogo programmirovaniya // Zapiski Gornogo instituta. - Tom 211. - SPb.: Natsional'nyy mineral'no-syr'evoy universitet «Gornyy». - 2015. - S. 89-90.

17. Vel'mozhin, A.V. Gruzovye avtomobil'nye perevozki: Uchebnik dlya vuzov - M.: Goryachaya liniya - Telekom, 2006. - 560 s.

18. Katsyv, D.P., Alekseev S.R., Krasnikova N.A. Otsenka effektivnosti imitatsionnykh modeley transportnykh sistem // Avtomatizatsiya upravleniya predpriyatiyami promyshlennosti i transportnogo kompleksa: Sb. nauch. tr. - Moskva: MADI (GTU). - 2006. - S. 96-100.

19. Programma rascheta ekologicheskoy bezopasnosti automobiley, ekspluatiruyushchikhsya v aeroportakh: Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM. - №2021668270; Zayavl. 18.11.21; Opubl. 18.11.21 // Moskovskiy avtomobil'no-dorozhnyy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet.

20. Yefimenko D.B., Ptitsyn D.A., Akulov A.A., Smirnov P.I. Modeling of fuel consumption of passenger cars based on their technical characteristics // Systems of signals generating and processing in the field of on board communications: Conference proceedings. - Moscow. - 2021. - P. 9416138.

**Subachev Evgeniy Vladimirovich**

LLC «Zavod Spetsagregat»

Address: 456300, Russia, Miass, Bypass road 2/17

CEO

E-mail: 777\_sev@mail.ru

**Nikitin Dmitry Aleksandrovich**

Moscow Automobile and Road Construction State

Technical University (MADI)

Address: 125319, Russia, Moscow

Deputy head of the MADI UNIR

E-mail: d.nikitin@madi.ru

**Ershov Vladimir Ssergeevich**

Moscow Automobile and Road Construction State

Technical University (MADI)

Address: 125319, Russia, Moscow

Lecturer

E-mail: vsershov21@gmail.ru

**Akulov Alexey Andreevich**

Moscow Automobile and Road Construction State

Technical University (MADI)

Address: 125319, Russia, Moscow

Lecturer, E-mail: a.akulov.98@mail.ru

Научная статья

УДК 62-52

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-55-61

В.И. ЧЕРНЫШЕВ, О.В. ФОМИНОВА

## УПРАВЛЯЕМЫЕ ВИБРОЗАЩИТНЫЕ СИСТЕМЫ: ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ

**Аннотация.** Приводятся новые научные результаты исследований в области теории оптимального управления колебательными процессами, связанные с проявлением локального эффекта в методе динамического программирования, реализацией пошаговой стратегии оптимизации динамической системы по управлению и нахождением алгоритмов оптимального позиционного управления. Приведены примеры нахождения позиционного управления в системах виброзащиты с дополнительным управляемым упругим и демпфирующим звеном, а также с рекуператором потенциальной энергии.

**Ключевые слова:** управляемая виброзащитная система, оптимальное управление, динамическое программирование, упругодемпфирующее звено прерывистого действия, рекуператор потенциальной энергии

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генкин М.Д., Яблонский В.В. Активные виброзащитные системы // Виброизолирующие системы в машинах и механизмах. – М.: Наука. – 1977. – С. 3-11.
2. Коловский, М.З. Автоматическое управление виброзащитными системами – М.: Наука, 1976. - 320 с.
3. Рыбак, Л.А. Основы управления виброзащитными системами: монография – Белгород: БГТУ, 2007. – 172 с.
4. Хоменко, А.П. Динамика и управление в задачах виброзащиты и виброизоляции подвижных объектов – Иркутск: ИГУ, 2000. – 293 с.
5. Чернышев В.И., Савин Л.А., Фоминова О.В. Непрямое управление колебаниями: элементы теории // Труды СПИИРАН. – 2019. – №18. – С. 148-175.
6. Жавнер, В.Л. Мехатронные системы: учеб. пособие – СПб.: Политехн. ун-т, 2011. – 131 с.
7. Дорф, Р. Современные системы управления – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2012. – 831 с.
8. Елисеев С.В., Хоменко А.П., Упрыр Р.Ю. Мехатроника виброзащитных систем с рычажными связями // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС. – 2009. – №3(23). – С. 8-16.
9. Найгерт К.В., Целищев В.А. Реологические системы демпфирования, применяющие комбинированные и ротационные магнитореологические технологии // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2019. – Т. 19. – №1. – С. 26-36.
10. Рандин Д.Г. Исследование динамических характеристик управляемого демпфера // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2013. – №2(38). – С. 64-70.
11. Фоминова, О.В. Прерывистое демпфирование в системах виброзащиты: основы теории, приложения – М.: Машиностроение-1, 2005. – 256 с.
12. Юрлин Д.В., Бахмутов С.В., Кулагин В.А. Базовые алгоритмы управления жёсткостью пневмоэлементов подвески автомобиля // Труды НАМИ. – 2020. – №1. – С. 20-35.
13. Пат. 2734268 РФ. Рекуператор.
14. Посметьев В.И., Драпалюк М.В., Зеликов В.А. Оценка эффективности применения системы рекуперации энергии в подвеске автомобиля // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – №76(02). – С. 1-15.
15. Стыров, А.Е. Подход к использованию рекуперации энергии в электромеханической активной подвеске транспортного средства // Сборник научных трудов НГТУ. – 2015. – №2(80). – С. 106-115.
16. Фоминова, О.В. Виброзащитные системы с рекуператорами механической энергии // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2018. – №5. – С. 96-104.
17. Фоминова О.В., Белозёрова Е.Б., Чернышев В.И. Система виброизоляции с управляемым демпфером // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2012. – №6. – С. 16-22.
18. Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю. Адаптивное позиционное управление подвижными объектами, не линеаризуемыми обратной связью // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2015. – №16(8). – С. 523-530.
19. Чернышев В.И., Фоминова О.В., Горин А.В. Виброзащитные системы транспортных средств: активное управление и оптимизация // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – №4(75). – С. 20-26.
20. Дыхта В.А., Самсонюк О.Н. Оптимальное импульсное управление с приложениями – М.: Физматлит. - 2003. – 256 с.
21. Троицкий, В.А. Оптимальные процессы колебаний механических систем – Л.: Машиностроение, 1976. – 248 с.

22. Фоминова, О.В. Экстремальные задачи и оптимизация: введение в теорию непрямого импульсного управления процессами колебаний – М.: Издательский дом «Спектр», 2011. – 218 с.
23. Фоминова О.В., Савин Л.А., Чернышев В.И. Теоретические аспекты формирования оптимальных управляемых процессов виброзащиты // Известия юго-западного государственного университета. Серия: техника и технологии. - Курск ЮЗГУ. – 2013. – №3. – С. 44-50.
24. Можорина, Т.Ю. Численное решение задач оптимального управления с переключением методом пристрелки // Математическое моделирование и численные методы. – 2017. – №2. – С. 94-106.
25. Тюхтина, А.А. Методы дискретной оптимизации – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 72 с.
26. Ивановский, Р.И. Компьютерные технологии в науке и образовании. Практика применения систем Mathcad Pro – М.: Высш. шк., 2003. – 431 с.

**Чернышев Владимир Иванович**

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302020, Россия, г. Орёл, Наугорское шоссе, 29  
Д.т.н., профессор кафедры мехатроники, механики и робототехники  
E-mail: chernyshev\_46@mail.ru

**Фоминова Ольга Владимировна**

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302020, Россия, г. Орёл, Наугорское шоссе, 29  
К.т.н., доцент кафедры мехатроники, механики и робототехники  
E-mail: gari1@list.ru

---

V.I. CHERNYSHEV, O.V. FOMINOVA

**CONTROLLED VIBRATION PROTECTION SYSTEMS:  
DYNAMIC PROGRAMMING AND OPTIMIZATION**

*Abstract. The article presents new scientific results of research in the field of the theory of optimal control of oscillatory processes related to the manifestation of a local effect in the dynamic programming method, the implementation of a step-by-step strategy for optimizing a dynamic system for control and finding algorithms for optimal positional control. Examples are given of finding positional control in vibration protection systems with an additional controlled elastic and damping link, as well as with a potential energy recuperator.*

*Keywords:* controlled vibration protection system, optimal control, dynamic programming, elastic-damping link of intermittent action, potential energy recuperator

**BIBLIOGRAPHY**

1. Genkin M.D., Yablonskiy V.V. Aktivnye vibrozashchitnye sistemy // Vibroizoliruyushchie sistemy v mashinakh i mekhanizmakh. - М.: Nauka. - 1977. - S. 3-11.
2. Kolovskiy, M.Z. Avtomaticheskoe upravlenie vibrozashchitnymi sistemami - М.: Nauka, 1976. - 320 s.
3. Rybak, L.A. Osnovy upravleniya vibrozashchitnymi sistemami: monografiya - Belgorod: BGTU, 2007. - 172 s.
4. Homenko, A.P. Dinamika i upravlenie v zadachakh vibrozashchity i vibroizolyatsii podvizhnykh ob'ektorov - Irkutsk: IGU, 2000. - 293 s.
5. Chernyshev V.I., Savin L.A., Fominova O.V. Nepryamoe upravlenie kolebaniyami: elementy teorii // Trudy SPIIRAN. - 2019. - №18. - S. 148-175.
6. Zhavner, V.L. Mekhatronnye sistemy: ucheb. posobie - SPB.: Politekhn. un-t, 2011. - 131 s.
7. Dorf, R. Sovremennye sistemy upravleniya - М.: Laboratoriya Bazovskyh Znaniy, 2012. - 831 s.
8. Eliseev S.V., Homenko A.P., Upyr` R.Yu. Mekhatronika vibrozashchitnykh sistem s rychazhnymi svyazyami // Sovremennye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye. - Irkutsk: IrGUPS. - 2009. - №3(23). - S. 8-16.
9. Naygert K.V., Tselishchev V.A. Reologicheskie sistemy dempfirovaniya, primenayayushchie kombinirovaniye i rotatsionnye magnitoreologicheskie tekhnologii // Vestnik YUUrGU. Seriya «Mashinostroenie». - 2019. - T. 19. - №1. - S. 26-36.
10. Randin D.G. Issledovanie dinamicheskikh kharakteristik upravlyayemogo dempfera // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Tekhnicheskie nauki. - 2013. - №2(38). - S. 64-70.
11. Fominova, O.V. Preryvistoe dempfirovaniye v sistemakh vibrozashchity: osnovy teorii, prilozheniya - М.: Mashinostroenie-1, 2005. - 256 s.
12. Yurlin D.V., Bakhmutov S.V., Kulagin V.A. Bazovye algoritmy upravleniya zhiostkostyu pnevmolementov podveski avtomobiliya // Trudy NAMI. - 2020. - №1. - S. 20-35.

13. Pat. 2734268 RF. Rekuperator.
14. Posmet`ev V.I., Drapalyuk M.V., Zelikov V.A. Otsenka effektivnosti primeneniya sistemy rekuperatsii energii v podveske avtomobilya // Nauchnyy zhurnal KubGAU. - 2012. - №76(02). - C. 1-15.
15. Styrov, A.E. Podkhod k ispol`zovaniyu rekuperatsii energii v elektromekhanicheskoy aktivnoy podveske transportnogo sredstva // Sbornik nauchnykh trudov NGTU. - 2015. - №2(80). - C. 106-115.
16. Fominova, O.V. Vibrozashchitnye sistemy s rekuperatorami mekhanicheskoy energii // Fundamental`nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. - 2018. - №5. - S. 96-104.
17. Fominova O.V., Beloziorova E.B., Chernyshev V.I. Sistema vibroizolyatsii s upravlyayemym demperom // Spravochnik. Inzhenernyy zhurnal s prilozheniem. - 2012. - №6. - S. 16-22.
18. Pshikhopov V.H., Medvedev M.Yu. Adaptivnoe pozitsionnoe upravlenie podvishnymi ob"ektami, ne linearizuemymi obratnoy svyaz`yu // Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie. - 2015. - №16(8). - S. 523-530.
19. Chernyshev V.I., Fominova O.V., Gorin A.V. Vibrozashchitnye sistemy transportnykh sredstv: aktivnoe upravlenie i optimizatsiya // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2021. - №4(75). - S. 20-26.
20. Dykhta V.A., Samsonyuk O.N. Optimal`noe impul`snoe upravlenie s prilozheniyami - M.: Fizmatlit. - 2003. - 256 s.
21. Troitskiy, V.A. Optimal`nye protsessy kolebaniy mekhanicheskikh sistem - L.: Mashinostroenie, 1976. - 248 s.
22. Fominova, O.V. Ekstremal`nye zadachi i optimizatsiya: vvedenie v teoriyu nepryamogo impul`snoego upravleniya protsessami kolebaniy - M.: Izdatel`skiy dom «Spektr», 2011. - 218 s.
23. Fominova O.V., Savin L.A., Chernyshev V.I. Teoreticheskie aspekty formirovaniya optimal`nykh upravlyayemykh protsessov vibrozashchity // Izvestiya yugo-zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: tekhnika i tekhnologii. - Kursk YUZGU. - 2013. - №3. - S. 44-50.
24. Mozhorina, T.Yu. Chislennoe reshenie zadach optimal`nogo upravleniya s pereklyucheniem metodom pristrelki // Matematicheskoe modelirovanie i chislennye metody. - 2017. - №2. - S. 94-106.
25. Tyukhtina, A.A. Metody diskretnoy optimizatsii - Nizhniy Novgorod: Nizhegorodskiy gosuniversitet, 2015. - 72 s.
26. Ivanovskiy, R.I. Komp`yuternye tekhnologii v nauke i obrazovanii. Praktika primeneniya sistem Mathcad Pro-M.: Vyssh. shk., 2003. - 431 s.

**Chernyshev Vladimir Ivanovich**

Orel State University

Address: 302020, Russia, Orel, Naugorskoe Shosse, 29

Doctor of technical sciences

Email: chernyshev\_46@mail.ru

**Fominova Olga Vladimirovna**

Orel State University

Address: 302020, Russia, Orel, Naugorskoe Shosse, 29

Candidate of technical sciences

E-mail: gari1@list.ru

Научная статья

УДК 656.027.1

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-62-69

В.П. БЕЛОКУРОВ, Р.А. КОРАБЛЕВ, Э.Н. БУСАРИН, Э.Ю. ГУКЕТЛЕВ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКА  
В ТЕЧЕНИИ ГОДА**

*Аннотация.* Рассматривается современное состояние организации пассажирских перевозок, имеющее ряд общих проблем, решение которых является весьма актуальным. Нестабильность пассажиропотоков в течение года, особенно характерная для городов Юга России в период летних отпусков, вызывает острую необходимость в реорганизации процесса управления транспортными процессами за счет использования оптимизационных решений. Наибольшая эффективность в данном случае может быть достигнута за счет использования оптимальной системы управления транспортного обслуживания населения городов при обеспечении качества перевозочного процесса.

**Ключевые слова:** пассажиропоток, транспортный процесс, пассажирские перевозки, оптимизация, качество обслуживания

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Айзерман, М.А. Выбор вариантов: основы теории - М.: Наука, 1990. – 240 с.
2. Березовский, Б.А. Бинарные отношения в многокритериальной оптимизации - М.: Наука, 1981. – 125 с.
3. Белокуров С.В., Белокуров В.П. Оптимизация многоцелевых транспортных задач при использовании алгоритма анализа и отсева на итерациях поиска решений // Транспорт: наука, техника, управление. - Москва: ВИНИТИ РАН. – №6. – 2009. – С. 2-4.
4. Белокуров С.В., Белокуров В.П. Модели многокритериального поэтапного выбора в информационных системах управления транспортными процессами // Транспорт: наука, техника, управление. – Москва: ВИНИТИ РАН. – 2009. – №8. – С. 11-14.
5. Белокуров С.В., Скрыль С.В., Белокуров В.П. Особенности модели оптимального управления процесса отсева решений на базе синтеза теории выбора в транспортных системах // Транспорт. Наука, техника, управление: науч. информ. сб. РАН. – Москва: ВИНИТИ. – 2010. - №1. – С. 5-9.
6. Белокуров С.В., Сумин В.И., Кузнецова Л.Д., Кашутин С.В. Модели выбора в условия векторной оценки качества // Математическое моделирование и информационные технологии в сфере обслуживания потребителей: Материалы III Межвузовской научно-практической конференции. – Сочи: СГУТИКД, 2007. – С. 75-76.
7. Белокуров С.В., Сумин В.И., Питолин М.В., Кашутин С.В. Задача выбора оптимальных вариантов на основе вероятностного подхода // Вестник ВГТУ. Сер. Радиоэлектроника и системы связи. – 2006. – №7. – С. 59-62.
8. Белокуров В.П., Белокуров С.В., Скрыль С.В. Принятие решений для эффективного управления транспортными системами на основе ситуаций выбора // Транспорт: наука, техника, управление: Научный информационный сборник ВИНИТИ РАН. – №2. – 2010. – С. 6-12.
9. Белокуров В.П., Мотузка Д.А., Артемов А.Ю. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта при осуществлении сезонных пассажирских перевозок в городах курортных зон // Технология колесных и гусеничных машин. – 2015. – №3. – С. 25-33.
10. Беляков, В.В. Многокритериальная оптимизация в задачах оценки подвижности, конкурентоспособности автотракторной техники и диагностики сложных технических систем - Н. Новгород: ННГТУ, 2001. – 271 с.
11. Величко, С.В. Синтез функций выбора на итерациях поиска в численных моделях многокритериальной оптимизации: Монография – Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад, 2004. - 126 с.
12. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений – М.: Логос, 2000. – 296 с.
13. Шоломов, М.В. Логические методы исследования дискретных моделей выбора - М: Наука. – 1989. – 287 с.
14. Gottlich S., Klar A. Model hierarchies and optimization for dynamic flows on networks // Modeling and optimization of flows on networks. – Cetaro.: C.I.M.E., 2009. – 150 p.
15. Garrison, W.L. Tomorrow's transportation: changing cities, economies, and lives // Norwood: Artech House, 2000. – 316 p.

16. Belokurov S.V., Belokurov V.P., Zolnikov V.K., Cherkasov O.N. Methods of multi-criteria optimization in problems of simulation of trucking industry // Transportation research procedia. – 2017. – №20. – P. 47-52.
17. Hibbs, J. Transport policy: the myth of integrated planning – London: the institute of economic affairs, 2000. – 111 p.
18. Kaufmann A., Gupta M.M. Fuzzy mathematical models in engineering and management science – Amsterdam: North-Holland, 1998. – 195 p.
19. Kall P., Wallace S.W. Stochastic programming // John wiley and sons. - Chichester. - 1994. – 317 p.
20. Shen X., Yao X. Mathematical modeling and multiobjective evolutionary algorithms applied to dynamic flexible job shop scheduling problems // Information Sciences. – 2015. – Vol. 298. – P. 198-224.

**Белокуров Владимир Петрович**

Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова

Адрес: 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

Д.т.н., профессор, профессор кафедры организации перевозок и безопасности движения

E-mail: opbd\_vglta@mail.ru

**Кораблев Руслан Александрович**

Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова

Адрес: 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

К.с-х.н., доцент, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения

E-mail: korablev\_ruslan@mail.ru

**Бусарин Эдуард Николаевич**

Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова

Адрес: 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

К.т.н., доцент, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения

E-mail: busarin.eduard@mail.ru

**Гукетлев Эльдар Юсуfovич**

Майкопский государственный технологический университет

Адрес: 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 210

Старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта

E-mail: kaf\_outp@mkgtu.ru

---

V.P. BELOKUROV, R.A. KORABLEV, E.N. BUSARIN, E.YU. GUKELEV

## **SIMULATION OF PASSENGER TRAFFIC DEPENDING ON CHANGES IN PASSENGER FLOW DURING THE YEAR**

*Abstract. The article discusses the current state of the organization of passenger transportation, which has a number of common problems, the solution of which is very relevant. The instability of passenger flows during the year, which is especially typical for the cities of the South of Russia during the summer holidays, causes an urgent need to reorganize the process of managing transport processes through the use of optimization solutions. The greatest efficiency in this case can be achieved through the use of an optimal system for managing transport services for the population of cities while ensuring the quality of the transportation process.*

*Keywords:* passenger traffic, transport process, passenger traffic, management optimization, quality of service

## **BIBLIOGRAPHY**

1. Ayzerman, M.A. Vybor variantov: osnovy teorii - M.: Nauka, 1990. - 240 s.
2. Berezovskiy, B.A. Binarnye otnosheniya v mnogokriterial`noy optimizatsii - M.: Nauka, 1981. - 125 s.
3. Belokurov S.V., Belokurov V.P. Optimizatsiya mnogotselevykh transportnykh zadach pri ispol`zovanii algoritma analiza i otseva na iteratsiyakh poiska resheniy // Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. - Moskva: VINITI RAN. - №6. - 2009. - S. 2-4.
4. Belokurov S.V., Belokurov V.P. Modeli mnogokriterial`nogo poetapnogo vybora v informatsionnykh sistemakh upravleniya transportnymi protsessami // Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. - Moskva: VINITI RAN. - №8. - S. 11-14.
5. Belokurov S.V., Skryl` S.V., Belokurov V.P. Osobennosti modeli optimal`nogo upravleniya protsessa otseva resheniy na baze sinteza teorii vybora v transportnykh sistemakh // Transport. Nauka, tekhnika, upravlenie: nauch. inform. sb. RAN. - Moskva: VINITI. - 2010. - №1. - S. 5-9.

## **№4-1(79) 2022 Безопасность движения и автомобильные перевозки**

6. Belokurov S.V., Sumin V.I., Kuznetsova L.D., Kashutin S.V. Modeli vybora v usloviya vektornoy otsenki kachestva // Matematicheskoe modelirovanie i informatsionnye tekhnologii v sfere obsluzhivaniya potrebiteley: Materialy III Mezhvuzovskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Sochi: SGUTiKD, 2007. - S. 75-76.
7. Belokurov S.V., Sumin V.I., Pitolin M.V., Kashutin S.V. Zadacha vybora optimal'nykh variantov na osnove veroyatnostnogo podkhoda // Vestnik VGTU. Ser. Radioelektronika i sistemy svyazi. - 2006. - №7. - S. 59-62.
8. Belokurov V.P., Belokurov S.V., Skryl' S.V. Prinyatie resheniy dlya effektivnogo upravleniya transportnymi sistemami na osnove situatsiy vybora // Transport: nauka, tekhnika, upravlenie: Nauchnyy informatsionnyy sbornik VINITI RAN. - №2. - 2010. - S. 6-12.
9. Belokurov V.P., Motuzka D.A., Artemov A.Yu. Povyshenie effektivnosti ekspluatatsii avtotransporta pri osushchestvlenii sezonnnykh passazhirskikh perevozok v gorodakh kurortnykh zon // Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin. - 2015. - №3. - S. 25-33.
10. Belyakov, V.V. Mnogokriterial'naya optimizatsiya v zadachakh otsenki podvizhnosti, konkurentosposobnosti avtotraktornoy tekhniki i diagnostiki slozhnykh tekhnicheskikh sistem - N. Novgorod: NNGTU, 2001. - 271 s.
11. Velichko, S.V. Sintez funktsiy vybora na iteratsiyakh poiska v chislennykh modelyakh mnogokriterial'noy optimizatsii: Monografiya - Voronezh: Voronezh. gos. lesotekhn. akad, 2004. - 126 s.
12. Larichev, O.I. Teoriya i metody prinyatiya resheniy - M.: Logos, 2000. - 296 s.
13. Sholomov, M.V. Logicheskie metody issledovaniya diskretnykh modeley vybora - M: Nauka. - 1989. - 287 s.
14. Gottlich S., Klar A. Model hierarchies and optimization for dynamic flows on networks // Modeling and optimization of flows on networks. - Cetaro.: S.I.M.E., 2009. - 150 p.
15. Garrison, W.L. Tomorrow's transportation: changing cities, economies, and lives // Norwood: Artech House, 2000. - 316 p.
16. Belokurov S.V., Belokurov V.P., Zolnikov V.K., Cherkasov O.N. Methods of multicriteria optimization in problems of simulation of trucking industry // Transportation research procedia. - 2017. - №20. - P. 47-52.
17. Hibbs, J. Transport policy: the myth of integrated planning - London: the institute of economic affairs, 2000. - 111 p.
18. Kaufmann A., Gupta M.M. Fuzzy mathematical models in engineering and management science - Amsterdam: North-Holland, 1998. - 195 p.
19. Kall P., Wallance S.W. Stochastic programming // John wiley and sons. - Chichester. - 1994. - 317 p.
20. Shen X., Yao X. Mathematical modeling and multiobjective evolutionary algorithms applied to dynamic flexible job shop scheduling problems // Information Sciences. - 2015. - Vol. 298. - R. 198-224.

### **Belokurov Vladimir Petrovich**

Voronezh state forestry University  
Adress: 394087, Russia, Voronezh, Timiryazev str., 8  
Doctor of technical sciences  
E-mail: opbd\_vglta@mail.ru

### **Korablev Ruslan Aleksandrovich**

Voronezh state forestry University  
Adress: 394087, Russia, Voronezh, Timiryazev str., 8  
Candidate of agricultural sciences  
E-mail: korablev\_ruslan@mail.ru

### **Busarin Eduard Nikolaevich**

Voronezh state forest engineering University  
Adress: 394087, Russia, Voronezh, Timiryazev str., 8  
Candidate of technical sciences  
E-mail: busarin.eduard@mail.ru

### **Guketlev Eldar Yusufovich**

Maikop State Technological University  
Adress: 385000, Republic of Adygea, Maykop  
Senior Lecturer  
E-mail: kaf\_outp@mkgtu.ru

Научная статья

УДК 656.13

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-70-79

В.И. РАССОХА, Н.А. НИКИТИН

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВИДА ДТП ОТ УЧАСТКА КОЛЬЦЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

**Аннотация.** В работе выявлена взаимосвязь между различными типами дорожно-транспортных происшествий, местом их возникновения и конфигурацией кольцевой проезжей части. Материалом для анализа послужили данные о 321 происшествии на 19 кольцевых пересечениях. Предлагается внести изменения в существующую классификацию ДТП, используя в качестве критерия разделение не по участникам аварии, а по характеру происшествия. Разделение кольцевых пересечений на участки для детализации местоположения аварии позволяет сделать выводы о характере ДТП и влиянии конструкции кольцевого пересечения на безопасность.

**Ключевые слова:** улично-дорожная сеть, кольцевое пересечение, безопасность, классификация дорожно-транспортных происшествий

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brude U., Larsson J. What roundabout design provides the highest possible safety // Nord. road Transp. Res. - 2000. - Vol. 2. - P. 17-21.
2. De Brabander B., Nuyts E., Vereeck L. Road safety effects of roundabouts in Flanders // J. Safety Res. - 2005. - Vol. 36. - №3. - P. 289-296.
3. Elvik R. Effects on road safety of converting intersections to roundabouts: Review of evidence from non-U.S. studies // Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board. - 2003. - Vol. 1847. - №1. - P. 1-10.
4. Elvik R. et al. The handbook of road safety measures // Emerald group publishing limited. - 2009. - 1078 p.
5. Retting R.A. et al. Crash and injury reduction following installation of roundabouts in the United States // Am. J. Public Health. - 2001. - Vol. 91. - №4. - P. 628-631.
6. Transportation research board. Roundabouts: an informational guide – second edition. - Washington, DC: The national academies press, 2010. - 396 p.
7. Rodegerdts L. et al. Roundabouts in the United States // Washington, D.C.: Transportation research board. - 2007. - 116 p.
8. Jensen S.U. Safety effects of converting intersections to roundabouts // Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board. - 2013. - Vol. 2389. - №1. - P. 22-29.
9. Mandavilli S., McCartt A.T., Retting R.A. Crash patterns and potential engineering countermeasures at maryland roundabouts // Traffic Inj. Prev. - 2009. - Vol. 10. - №1. - P. 44-50.
10. Montella A. Identifying crash contributory factors at urban roundabouts and using association rules to explore their relationships to different crash types // Accid. Anal. Prev. - 2011. - Vol. 43. - №4. - P. 1451-1463.
11. Park M., Lee D., Park J.-J. An investigation of the safety performance of roundabouts in korea based on a random parameters count model // J. Adv. Transp. - 2018. - Vol. 2018. - P. 1-8.
12. Isebrands H. Crash analysis of roundabouts at high-speed rural intersections // Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board. - 2009. - Vol. 2096. - №1. - P. 1-7.
13. Никитин Н.А., Рассоха В.И. Безопасность велосипедистов на кольцевых пересечениях: краткий обзор и анализ литературы // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVI международной научно-практической конференции. – Оренбург: ФГБОУ ВО «ОГУ». - 2021. – С. 369-376.
14. Retting R.A., Weinstein H.B., Solomon M.G. Analysis of motor-vehicle crashes at stop signs in four U.S. cities // J. Safety Res. - 2003. - Vol. 34. - №5. - P. 485-489.
15. Gstalter H., Fastenmeier W. Reliability of drivers in urban intersections // Accid. Anal. Prev. - 2010. - Vol. 42. - №1. - P. 225-234.
16. Praticò F., Vaiana R., Gallelli V. Transport and traffic management by micro simulation models: operational use and performance of roundabouts // Urban Transport XVIII. A Coruña, Spain. - 2012. - Vol. 128. - P. 383-394.
17. Khattak A.J., Targa F. Injury severity and total harm in truck-involved work zone crashes // Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board. - 2004. - Vol. 1877. - №1. - P. 106-116.
18. Khazukov K. et al. Real-time monitoring of traffic parameters // J. Big Data. - 2020. - Vol. 7. - №1. - P. 84.
19. Martynyuk S.N. Problems of classification and analysis of road traffic accidents // Soc. Polit. Econ. law. - 2016. - №3. - P. 134-136.
20. Yakupova G., Buyvol P., Shepelev V. Identification of factors affecting the road traffic injury rate // Transp. Res. Procedia. - 2020. - Vol. 50. - P. 735-742.
21. РФ Г.М. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] / 2015-2022. - 2022. – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/>

22. Никитин Н.А. Анализ эффективности кольцевого пересечения с пешеходными переходами // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2018. - Т. 22. - №11. - С. 231-240.

**Рассокха Владимир Иванович**

Оренбургский государственный университет

Адрес: 460018, Россия, г. Оренбург, проспект Победы, д. 13

Д.т.н., доцент, декан транспортного факультета

E-mail: cabin2012@yandex.ru.

**Никитин Николай Андреевич**

Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Адрес: 436041, Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, д. 14

Заведующий лабораторией кафедры машиноведения и технических систем

E-mail: NiNikitin@kantiana.ru

---

V.I. RASSOKHA, N.A. NIKITIN

## **DETERMINATION OF DEPENDENCE OF THE ROAD ACCIDENT TYPE ON THE SEGMENT OF ROUNDABOUT**

**Abstract.** The paper identifies the relationship between different types of road accidents, their place of occurrence and the configuration of the roundabout. The analysis was based on 321 incidents at 19 roundabouts. It is proposed to make changes to the existing classification of the accidents, using as a criterion the division not by the participants of the accident, but by the nature of the accident. The division of roundabouts into segments to detail the location of the accident allows for the conclusion about the nature of the accident and the impact of the structure of the roundabout on safety.

**Keywords:** road network, roundabout, safety, classification of road accidents

### **BIBLIOGRAPHY**

1. Brude U., Larsson J. What roundabout design provides the highest possible safety // Nord. road Transp. Res. - 2000. - Vol. 2. - P. 17-21.
2. De Brabander B., Nuysts E., Vereeck L. Road safety effects of roundabouts in Flanders // J. Safety Res. - 2005. - Vol. 36. - №3. - P. 289-296.
3. Elvik R. Effects on road safety of converting intersections to roundabouts: Review of evidence from non-U.S. studies // Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board. - 2003. - Vol. 1847. - №1. - P. 1-10.
4. Elvik R. et al. The handbook of road safety measures // Emerald group publishing limited. - 2009. - 1078 p.
5. Retting R.A. et al. Crash and injury reduction following installation of roundabouts in the United States // Am. J. Public Health. - 2001. - Vol. 91. - №4. - P. 628-631.
6. Transportation research board. Roundabouts: an informational guide - second edition. - Washington, DC: The national academies press, 2010. - 396 p.
7. Rodegerdts L. et al. Roundabouts in the United States // Washington, D.C.: Transportation research board. - 2007. - 116 p.
8. Jensen S.U. Safety effects of converting intersections to roundabouts // Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board. - 2013. - Vol. 2389. - №1. - P. 22-29.
9. Mandavilli S., McCart A.T., Retting R.A. Crash patterns and potential engineering countermeasures at maryland roundabouts // Traffic Inj. Prev. - 2009. - Vol. 10. - №1. - P. 44-50.
10. Montella A. Identifying crash contributory factors at urban roundabouts and using association rules to explore their relationships to different crash types // Accid. Anal. Prev. - 2011. - Vol. 43. - №4. - P. 1451-1463.
11. Park M., Lee D., Park J.-J. An investigation of the safety performance of roundabouts in korea based on a random parameters count model // J. Adv. Transp. - 2018. - Vol. 2018. - P. 1-8.
12. Isebrands H. Crash analysis of roundabouts at high-speed rural intersections // Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board. - 2009. - Vol. 2096. - №1. - P. 1-7.
13. Nikitin N.A., Rassokha V.I. Bezopasnost` velosipedistov na kol'tsevyykh perescheniyakh: kratkiy obzor i analiz literatury // Progressivnye tekhnologii v transportnykh sistemakh: materialy XVI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Orenburg: FGBOU VO «OGU». - 2021. - S. 369-376.
14. Retting R.A., Weinstein H.B., Solomon M.G. Analysis of motor-vehicle crashes at stop signs in four U.S. cities // J. Safety Res. - 2003. - Vol. 34. - №5. - P. 485-489.
15. Gstalter H., Fastenmeier W. Reliability of drivers in urban intersections // Accid. Anal. Prev. - 2010. - Vol. 42. - №1. - P. 225-234.
16. Pratic F., Vaiana R., Gallelli V. Transport and traffic management by micro simulation models: operational use and performance of roundabouts // Urban Transport XVIII. A Coruña, Spain. - 2012. - Vol. 128. - P. 383-394.

17. Khattak A.J., Targa F. Injury severity and total harm in truck-involved work zone crashes // Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board. - 2004. - Vol. 1877. - №1. - P. 106-116.
18. Khazukov K. et al. Real-time monitoring of traffic parameters // J. Big Data. - 2020. - Vol. 7. - №1. - P. 84.
19. Martynyuk S.N. Problems of classification and analysis of road traffic accidents // Soc. Polit. Econ. law. - 2016. - №3. - P. 134-136.
20. Yakupova G., Buyvol P., Shepelev V. Identification of factors affecting the road traffic injury rate // Transp. Res. Procedia. - 2020. - Vol. 50. - P. 735-742.
21. RF G.M. Svedeniya o pokazatelyakh sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Elektronnyy resurs] / 2015-2022. - 2022. - Rezhim dostupa: <http://stat.gibdd.ru/>
22. Nikitin N.A. Analiz effektivnosti kol'tsevogo perescheniya s peshekhodnymi perekhodami // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2018. - T. 22. - №11. - S. 231-240.

**Rassokha Vladimir Ivanovich**

Orenburg State University

Adress: 460018, Russia, Orenburg, Pobedy ave., 13

Doctor of technical sciences

E-mail: cabin2012@yandex.ru

**Nikitin Nikolai Andreevich**

Baltic Federal University

Adress: 436041, Russia, Kaliningrad, Alexander Nevsky str., 14

Head of the laboratory of the department of mechanical engineering and technical systems

E-mail: ninikitin@kantiana.ru

Научная статья

УДК 656.1

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-80-85

С.П. ВАКУЛЕНКО, А.С. КРАВЦОВ, Л.Р. АЙСИНА, А.П. ИВАНОВ

## **ОРГАНИЗАЦИЯ СОВМЕСТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ АВТОПЕРЕВОЗОК НА МАЛОИНТЕНСИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ**

**Аннотация.** Представлено предложение использования личного транспорта для выполнения задач общественного на направлениях со слабоудовлетворительным потребительским качеством регулярного пассажирского сообщения. Рассмотрен зарубежный опыт организации совместных поездок на малоинтенсивных маршрутах. Предложены аспекты базирования концепции нового транспортного продукта. Обозначены области дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** райдшеринг, карпулинг, совместные поездки, пассажирские перевозки, развитие малоинтенсивных направлений

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Информация о количестве населенных пунктов по субъектам Российской Федерации [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://minfin.gov.ru/ru/document/?id\\_4=128341informatsiya\\_o\\_kolichestve\\_naselennykh\\_punktov\\_po\\_subektam\\_rossiiskoi\\_federatsii](https://minfin.gov.ru/ru/document/?id_4=128341informatsiya_o_kolichestve_naselennykh_punktov_po_subektam_rossiiskoi_federatsii).
2. KCATA expands on-demand paratransit program [Электронный ресурс] / Metro Magazine. – Режим доступа: [https://www.metro\\_magazine.com/10032881/kcata\\_expands\\_on\\_demand\\_paratransit\\_program](https://www.metro_magazine.com/10032881/kcata_expands_on_demand_paratransit_program)
3. Официальный сайт сервиса BerlKönig [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.berlkoenig.de/>.
4. Alex Roman. Fleet, route updates help san diego mts' adapt to service demands [Электронный ресурс] / Metro magazine. – Режим доступа: [https://www.metro-magazine.com/10007291/fleet\\_route\\_updates\\_help\\_san\\_diegomts\\_adapt\\_to\\_service\\_demands](https://www.metro-magazine.com/10007291/fleet_route_updates_help_san_diegomts_adapt_to_service_demands).
5. GRTC debuts app, online tool for managing customer paratransit trips [Электронный ресурс] / Metro magazine. – Режим доступа: [https://www.metro\\_magazine.com/10032235/grtc\\_debuts\\_app\\_online\\_tool\\_for\\_managing\\_customer\\_paratransit\\_trips](https://www.metro_magazine.com/10032235/grtc_debuts_app_online_tool_for_managing_customer_paratransit_trips).
6. Официальный сайт инициатив развития городской мобильности CIVITAS [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://civitas.eu/>
7. Швецова И.Ю., Журавлева Н.Н. Повышение мобильности населения путем использования сайтов совместных поездок (изучение зарубежного опыта на основе немецкоязычных информационных источников) // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – №5-3. – С. 465-467.
8. Дерюгина, С.Р. Райдшеринг: проблемы правового регулирования и гражданско-правовой ответственности // Власть Закона. – 2019. – №1(37). – С. 204-213.
9. Дерюгина, С.Р. Каршеринг и райдшеринг: к проблеме правовой природы договоров // Гражданское право. – 2019. – №4. – С. 20-23.
10. Панчева В.С., Воробьев В.В., Нуждаева В.В. Правовое регулирование сервисов по карпулингу (совместных пригородных и междугородних поездок) // Образование и право. – 2019. – №1. – С. 106-111.
11. Затолокин, А.А. О государственном контроле за автомобильными поездками, при которых пассажиры компенсируют часть расходов (карпулинг, райдшеринг) // Вестник КРУ МВД России. - 2018. - №3(41).- С. 91-94.
12. Горбунова, М.В. Безопасность пассажироперевозок при использовании услуг «райдшеринга» и «карпулинга» [Электронный ресурс] / StudNet. - 2022. - №3. – Режим доступа: [https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost\\_passazhiroperevozok\\_pri\\_ispolzovanii\\_uslug\\_raydsheringa\\_i\\_karpulinga](https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost_passazhiroperevozok_pri_ispolzovanii_uslug_raydsheringa_i_karpulinga).
13. Гимранов, Г.А. Шеринг-экономика как вид современного потребления на примере сервисов совместных поездок // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2019. – №1(145). – С. 134-137.
14. Сатоков, С.Р. Проблемы и перспективы развития райдшеринга в рамках формирования экономики совместного потребления // Московский экономический журнал. - 2019. - №4. - С.149-161.
15. Волкова, Е.М. Развитие совместного потребления в городских транспортных системах // Транспортные системы и технологии. - 2021. - №3. – С. 56-66.
16. Фамбу К.С., А.А.Н. Стефан Экономика совместного потребления как направление ресурсосбережения в туризме / Под общ. ред. И.В. Вякиной, Г.Г. Скворцовой // Современное состояние экономики России: вызовы, возможности, риски: Сб. науч. тр. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Тверь: Тверской государственный технический университет. - 2022. – С. 142-146.
17. Ефанова Н.В., Шролик А.В. Оценка перспективы разработки и внедрения веб-сервиса для организации совместных поездок // Наука и общество в современных условиях. – 2015. – №1(3). – С. 66-68.

18. Трушин, И.С. О типологии конкурентных преимуществ, создаваемых в результате ИТ-инноваций: кейсы межотраслевых инноваций // Современная конкуренция. – 2015. – №6(54). – С. 102-115.
19. Таблицы Шульте-Горбова [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://testbrain.ru/tests/viewtestGSh>.
20. Сергей Бабкин. Каршеринг запустил тест на алкоголь для водителей [Электронный ресурс] // Российская газета. – Режим доступа: [https://rg.ru/2020/09/22/reg\\_cfo/karshering\\_zapustil\\_test\\_na\\_alkogol\\_dlja-voditelej.html](https://rg.ru/2020/09/22/reg_cfo/karshering_zapustil_test_na_alkogol_dlja-voditelej.html).

**Вакуленко Сергей Петрович**

Российский университет транспорта (МИИТ)

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9

К.т.н., профессор, директор Института управления и цифровых технологий

E-mail: post-iuit@bk.ru

**Кравцов Андрей Степанович**

Московско-Тверская пригородная пассажирская компания

Адрес: 107078, Россия, г. Москва, Новорязанская ул., 18, стр. 21

Начальник отдела стратегического развития АО «МТ ППК»

E-mail: eisenbahn@mail.ru

**Айсина Лилия Риантовна**

Российский университет транспорта (МИИТ)

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9

Старший преподаватель

E-mail: l.r.aysina@mail.ru

**Иванов Артемий Павлович**

Российский университет транспорта (МИИТ)

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9

Аспирант

E-mail: artemiy.p.ivanov@gmail.com

---

S.P. VAKULENKO, A.S. KRAVCOV, L.R. AYSINA, A.P. IVANOV

## **ORGANIZATION OF SHARING PASSENGER TRANSPORTATION BY CARS ON LOW-INTENSITY ROUTES**

**Abstract.** The authors of the article suggest using personal transport to perform public transport tasks for settlements, which are remote from the main transport. As rule, there are one or two bus trip per week in these settlements and the consumer quality of passenger service in most cases is poorly satisfactory. The article considers the foreign experience of organizing joint trips on low-intensity routes. The article describes the aspects of basing the concept of a new transport product and identifies areas for further scientific research.

**Keywords:** ridesharing, carpooling, joint trips, passenger transportation, development of low-intensity destinations

## **BIBLIOGRAPHY**

1. Информация о количестве населенных пунктов по субъектам Российской Федерации [Электронный ресурс] / Rezhim dostupa: [https://minfin.gov.ru/ru/document/id\\_4=128341-informatsiya\\_o\\_kolichestve\\_naselennykh\\_punktov\\_po\\_subektam Rossiiskoi\\_federatsii](https://minfin.gov.ru/ru/document/id_4=128341-informatsiya_o_kolichestve_naselennykh_punktov_po_subektam Rossiiskoi_federatsii).
2. KCATA expands on-demand paratransit program [Электронный ресурс] / Metro Magazine. - Rezhim dostupa: <https://www.metro-magazine.com/10032881/kcata-expands-on-demand-paratransit-program>.
3. Ofitsial'nyy sayt servisa BerlKnig [Электронный ресурс] / Rezhim dostupa: <https://www.berlkoenig.de/>.
4. Alex Roman. Fleet, route updates help san diego mts' adapt to service demands [Электронный ресурс] / Metro magazine. - Rezhim dostupa: <https://www.metro-magazine.com/10007291/fleet-route-updates-help-san-diego-mts-adapt-to-service-demands>.
5. GRTC debuts app, online tool for managing customer paratransit trips [Электронный ресурс] / Metro magazine. - Rezhim dostupa: <https://www.metro-magazine.com/10032235/grtc-debuts-app-online-tool-for-managing-customer-paratransit-trips>.

## **№4-1(79) 2022 Безопасность движения и автомобильные перевозки**

6. Ofitsial`nyy sayt initsiativ razvitiya gorodskoy mobil`nosti CIVITAS [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: <https://civitas.eu/>.
7. Shvetsova I.Yu., Zhuravleva N.N. Povyshenie mobil`nosti naseleniya putem ispol`zovaniya saytov sovmestnykh poezdok (izuchenie zarubezhnogo optya na osnove nemetskoyazychnykh informatsionnykh istochnikov) // Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik. - 2016. - №5-3. - S. 465-467.
8. Deryugina, S.R. Raydshering: problemy pravovogo regulirovaniya i grazhdansko-pravovoy otvetstvennosti // Vlast` Zakona. - 2019. - №1(37). - S. 204-213.
9. Deryugina, S.R. Karshering i raydshering: k probleme pravovoy prirody dogоворов // Grazhdanskoe pravo. - 2019. - №4. - S. 20-23.
10. Pancheva V.S., Vorob`ev V.V., Nuzhdaeva V.V. Pravovoe regulirovanie servisov po karpulingu (sovmestnykh prigorodnykh i mezhdugorodnikh poezdok) // Obrazovanie i pravo. - 2019. - №1. - S. 106-111.
11. Zatolokin, A.A. O gosudarstvennom kontrole za avtomobil`nymi poezdkami, pri kotorykh passazhiry kompensiruyut chast` raskhodov (karpuling, raydshering) // Vestnik KRU MVD Rossii. - 2018. - №3(41). - S. 91-94.
12. Gorbunova, M.V. Bezopasnost` passazhiroperevozok pri ispol`zovaniyu uslug «raydsheringa» i «karpulinga» [Elektronnyy resurs] / StudNet. - 2022. - №3. - Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-passazhiroperevozok-pri-ispolzovanii-uslug-raydsheringa-i-karpulinga>.
13. Gimranov, G.A. Shering-ekonomika kak vid sovremennoego potrebleniya na primere servisov sovmestnykh poezdok // Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskiy zhurnal. - 2019. - №1(145). - S. 134-137.
14. Satyukov, S.R. Problemy i perspektivy razvitiya raydsheringa v ramkakh formirovaniya ekonomiki sovmestnogo potrebleniya // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. - 2019. - №4. - S.149-161.
15. Volkova, E.M. Razvitie sovmestnogo potrebleniya v gorodskikh transportnykh sistemakh // Transportnye sistemy i tekhnologii. - 2021. - №3. - S. 56-66.
16. Fambu K.S., A.A.N. Stefan Ekonomika sovmestnogo potrebleniya kak napravlenie resursoberezheniya v turizme goda / Pod obshch. red. I.V. Vyakinoy, G.G. Skvortsovoy // Sovremennoe sostoyanie ekonomiki Rossii: vyzovy, vozmozhnosti, riski: Sb. nauch. tr. Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. - Tver`: Tverskoy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet. - 2022. - S. 142-146.
17. Efanova N.V., Shrolik A.V. Otsenka perspektivy razrabotki i vnedreniya web-servisa dlya organizatsii sovmestnykh poezdok // Nauka i obshchestvo v sovremennykh usloviyakh. - 2015. - №1(3). - S. 66-68.
18. Trushin, I.S. O tipologii konkurentnykh preimushchestv, sozdavaemykh v rezul`tate IT-innovatsiy: keysy mezhotraslevykh innovatsiy // Sovremennaya konkurentsija. - 2015. - №6(54). - S. 102-115.
19. Tablitsy Shul`te-Gorbova [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <http://testbrain.ru/tests/viewtestGSh>.
20. Sergey Babkin. Karshering zapustil test na alkogol` dlya voditeley [Elektronnyy resurs] // Rossiyskaya gazeta. - Rezhim dostupa: <<https://rg.ru/2020/09/22/reg-cfo/karshering-zapustil-test-na-alkogol-dlia-voditelej.html>>.

**Vakulenko Sergey Petrovich**

Russian University of transport

Address: 127994, Russia, Moscow, Obraztsova str., 9

Candidate of technical sciences

E-mail: post-iuit@bk.ru

**Kravcov Andrej Stepanovich**

Moscow-Tver Suburban Passenger Company

Адрес: 107078, Russia, Moscow, Novor'azanskaya str.

Head of strategic development department

E-mail: eisenbahn@mail.ru

**Aysina Liliya Rinatovna**

Russian University of transport

Address: 127994, Russia, Moscow, Obraztsova str., 9

Senior teacher

E-mail: l.r.aysina@mail.ru

**Ivanov Artemiy Pavlovich**

Russian University of transport

Address: 127994, Russia, Moscow, Obraztsova str., 9

Graduate student

E-mail: artemiy.p.ivanov@gmail.com

Научная статья

УДК 629.051

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-86-93

А.Н. НОВИКОВ, Е.В. МИРОШНИКОВ, А.В. КУЛЕВ, М.В. КУЛЕВ

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

**Аннотация.** В работе рассматриваются вопросы использования подсистем интеллектуальных транспортных систем для повышения уровня безопасности дорожного движения. Проанализированы состав и функционал модулей и подсистем ИТС Белгородской области. Получены данные о снижении количества ДТП и тяжести их последствий после развертывания ИТС Белгородской области. Результаты настоящего исследования могут использоваться администрациями субъектов Российской Федерации для внедрения ИТС на своих территориях и снижения уровня аварийности.

**Ключевые слова:** транспортная сеть, планирование, перспективное территориальное развитие, пассажирский транспорт

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баканов, К.С. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 6 месяцев 2021 года: Информационно-аналитический обзор – Москва: Научный центр безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2021. – 41 с.
2. Жанказиев С.В. Научные основы и методология формирования интеллектуальных транспортных систем в автомобильно-дорожных комплексах городов и регионов: Дис. .... докт. техн. наук / Жанказиев Султан Владимирович. – Москва, 2012. – 451 с.
3. Сильянов В.В., Капитанов В.Т., Монина О.Ю., Чубуков А.Б. Интеллектуальные транспортные системы: история, состояние и пути развития / Под редакцией А.Н. Новикова // Информационные технологии и инновации на транспорте: Материалы 4-ой Международной научно-практической конференции. – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. - 2019. – С. 138-145.
4. Власов В.М., Богумил В.Н., Жанказиев С.В., Смирнов А.Б. Применение интеллектуальных телематических систем для оперативной оценки технического состояния автотранспортных средств // Автотранспортное предприятие. – 2007. – №9. – С. 50-53.
5. Зырянов В.В. Подготовка специалистов по интеллектуальным транспортным системам // Безопасность, дорога, дети: практика, опыт, перспективы и технологии: Материалы форума. – Новочеркасск: Лик. - 2015. – С. 192-196.
6. Капский, Д.В. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем: Учебник – Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.
7. Солодкий А.И. О развитии системы подготовки и повышения квалификации специалистов по интеллектуальным транспортным системам // Автотранспортное предприятие. – 2014. – №1. – С. 37-38.
8. Кочерга В.Г. Основы функционирования интеллектуальных транспортных систем в организации движения и перевозок: дис. .... докт. техн. наук / Кочерга Виктор Григорьевич. – Москва, 2001. – 345 с.
9. Ризаева Ю.Н., Ляпин С.А., Кадасев Д.А., Сухатерина С.Н. Структурная модель интеллектуальной транспортно-логистической системы региона / Под общей редакцией А.Н. Новикова // Информационные технологии и инновации на транспорте: Материалы 5-ой Международной научно-практической конференции. – Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева. - 2020. – С. 154-158.
10. Пугачев И.Н., Капский Д.В., Навой Д.В. и др. Синергия подходов к совершенствованию интеллектуальных транспортных систем городов в России и Белоруссии. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. - 2020. – 230 с.
11. Евтуков С.А., Лукашов Б.В. Исследование подсистемы выявления инцидентов интеллектуальной транспортной системы // Вестник гражданских инженеров. – 2022. – №1(90). – С. 136-142.
12. Трофименко Ю.В., Григорьева Т.Ю., Шашина Е.В. Транспортная интеллектуальная система и надежность водителя // Автотранспортное предприятие. – 2010. – №10. – С. 16-19.
13. Дорохин С.В., Азарова Н.А., Рудь В.А. Роль интеллектуальных транспортных систем в развитии процесса цифровизации мегаполисов // Энергоэффективность автотранспортных средств: нанотехнологии, информационно-коммуникационные системы, альтернативные источники энергии: Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет. - 2019. – С. 440-445.
14. Шадрин С.С. Методология создания систем управления движением автономных колесных транспортных средств, интегрированных в интеллектуальную транспортную среду: Автореф. дис. .... докт. техн. наук. – Москва, 2017. – 22 с.

## **№4-1(79) 2022 Безопасность движения и автомобильные перевозки**

15. Кущенко Л.Е., Камбур А.С., Пехов А.А. Совершенствование организации дорожного движения посредством применения интеллектуальных транспортных систем // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – №3(74). – С. 80-86.

16. Камбур А.С., Демченко А.А., Кущенко Л.Е. Мировой опыт развития интеллектуальных транспортных систем // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики: материалы Международной научно-методической конференции. - Оренбург: Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения». - 2021. – С. 696-700.

17. Клачкова А.В., Кущенко Л.Е., Медведев Д.В. Элементы интеллектуальных транспортных систем, применяемые в г. Белгороде / Отв. редактор Н.С. Захаров // Транспортные и транспортно-технологические системы: Материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет. - 2020. – С. 163-166.

18. Воля А.П., Кущенко С.В. Применение интеллектуальных транспортных систем в г. Белгороде // Логистический аудит транспорта и цепей поставок: Материалы IV Международной научно-практической конференции. - В 2-х томах. – Т. 1. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет. - 2021. – С. 31-33.

19. Шевцова А.Г., Бурлуцкая А.Г., Васильева В.В. Внедрение интеллектуальной транспортной системы RAMPMETING на примере г. Белгород // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – №4(63). – С. 42-48.

20. Шевцова, А.Г. Методология управления городскими транспортными потоками на основе обеспечения безопасности дорожного движения: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. - Орел, 2022. - 43 с.

### **Новиков Александр Николаевич**

Орловский государственный университет  
имени И.С.Тургенева

Адрес: 302026, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77  
Д.т.н., профессор, зав. кафедрой сервиса и ремонта машин  
E-mail: srmostu@mail.ru

### **Мирошников Евгений Владимирович**

Правительство Белгородской области

Адрес: 308005, Россия, г. Белгород, Соборная пл., 4  
К.т.н., Первый заместитель Губернатора Белгородской  
области – министр цифрового развития Белгородской  
области  
E-mail: emiroshnikov@belregion.ru

### **Кулев Андрей Владимирович**

Орловский государственный университет  
имени И.С.Тургенева

Адрес: 302026, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77  
К.т.н., доцент кафедры сервиса и ремонта машин  
E-mail: andrew.ka@mail.ru

### **Кулев Максим Владимирович**

Орловский государственный университет  
имени И.С.Тургенева

Адрес: 302026, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77  
К.т.н., доцент кафедры сервиса и ремонта машин  
E-mail: maxim.ka@mail.ru

A.N. NOVIKOV, E.V. MIROSHNIKOV, A.V. KULEV, M.V. KULEV

## **IMPROVING ROAD SAFETY BASED ON INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS**

*Abstract. The paper discusses the use of subsystems of intelligent transport systems to improve road safety. The composition and functionality of ITS modules and subsystems of the Belgorod region are analyzed. Data were obtained on the reduction of the number of accidents and the severity of their consequences after the deployment of ITS Belgorod region. The results of this study can be used by the administrations of the constituent entities of the Russian Federation to implement ITS in their territories and reduce the level of accidents.*

*Keywords:* transport network, planning, prospective territorial development, passenger transport

## **BIBLIOGRAPHY**

1. Bakanov, K.S. Dorozhno-transportnaya avariynost` v Rossiyskoy Federatsii za 6 mesyatsev 2021 goda: Informatsionno-analiticheskiy obzor - Moskva: Nauchnyy tsentr bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya Ministerstva vnutrennikh del Rossiyskoy Federatsii, 2021. - 41 s.

2. Zhankaziev S.V. Nauchnye osnovy i metodologiya formirovaniya intellektual`nykh transportnykh sistem v avtomobil`no-dorozhnykh kompleksakh gorodov i regionov: Dis. ... dokt. tekhn. nauk / Zhankaziev Sultan Vladimirovich. - Moskva, 2012. - 451 s.

3. Sil'yanov V.V., Kapitanov V.T., Monina O.Yu., Chubukov A.B. Intellektual`nye transportnye sistemy: istoriya, sostoyanie i puti razvitiya / Pod redaktsiey A.N. Novikova // Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte: Materialy 4-oy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Orel: Orlovskiy gosudarstvennyy universitet imeni I.S. Turgeneva. - 2019. - S. 138-145.

4. Vlasov V.M., Bogumil V.N., Zhankaziev S.V., Smirnov A.B. Primenenie intellektual`nykh telematicheskikh sistem dlya operativnoy otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya avtotransportnykh sredstv // Avtotransportnoe predpriyatiye. - 2007. - №9. - S. 50-53.

5. Zyryanov V.V. Podgotovka spetsialistov po intellektual`nym transportnym sistemam // Bezopas-nost` doroga, deti: praktika, opyt, perspektivy i tekhnologii: Materialy foruma. - Novocherkassk: Lik. - 2015. - S. 192-196.
6. Kapskiy, D.V. Osnovy avtomatizatsii intellektual`nykh transportnykh sistem: Uchebnik - Vologda: Infra-Inzheneriya, 2022. - 412 s.
7. Solodkiy A.I. O razvitiyu sistemy podgotovki i povysheniya kvalifikatsii spetsialistov po intel-lektual`nym transportnym sistemam // Avtotransportnoe predpriyatiye. - 2014. - №1. - S. 37-38.
8. Kocherga V.G. Osnovy funktsionirovaniya intellektual`nykh transportnykh sistem v organizatsii dvizheniya i perevozok: dis. ... dokt. tekhn. nauk / Kocherga Viktor Grigor`evich. - Moskva, 2001. - 345 s.
9. Rizaeva Yu.N., Lyapin S.A., Kadasev D.A., Sukhaterina S.N. Strukturnaya model` intellektual`noy transportno-logisticheskoy sistemy regionala / Pod obshchey redaktsiey A.N. Novikova // Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte: Materialy 5-oy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Oriol: Orlovskiy gosudarstvennyy universitet im. I.S. Turgeneva. - 2020. - S. 154-158.
10. Pugachev I.N., Kapskiy D.V., Navoy D.V. i dr. Sinergiya podkhodov k sovershenstvovaniyu intellektual`nykh transportnykh sistem gorodov v Rossii i Belorussii. - Habarovsk: Tikhookeanskiy gosudarstvennyy universitet. - 2020. - 230 s.
11. Evtyukov S.A., Lukashov B.V. Issledovanie podsistemy vyyavleniya intsidentov intellektual`noy transportnoy sistemy // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. - 2022. - №1(90). - S. 136-142.
12. Trofimenko Yu.V., Grigor`eva T.Yu., Shashina E.V. Transportnaya intellektual`naya sistema i nadezhnost` voditelya // Avtotransportnoe predpriyatiye. - 2010. - №10. - S. 16-19.
13. Dorokhin S.V., Azarova N.A., Rud` V.A. Rol` intellektual`nykh transportnykh sistem v razvitiyu protsessa tsifrovizatsii megapolisov // Energoeffektivnost` avtotransportnykh sredstv: nanotekhnologii, informatsionno-kommunikatsionnye sistemy, al`ternativnye istochniki energii: Materialy Vserossiyskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. - Voronezh: Voronezhskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskiy universitet. - 2019. - S. 440-445.
14. Shadrin S.S. Metodologiya sozdaniya sistem upravleniya dvizheniem avtonomnykh kolesnykh transportnykh sredstv, integrirovannykh v intellektual`nuyu transportnuyu sredu: Avtoref. dis. ... dokt. tekhn. nauk. - Moskva, 2017. - 22 s.
15. Kushchenko L.E., Kambur A.S., Pekhov A.A. Sovershenstvovanie organizatsii dorozhnogo dvizheniya posredstvom primeneniya intellektual`nykh transportnykh sistem // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2021. - №3(74). - S. 80-86.
16. Kambur A.S., Demchenko A.A., Kushchenko L.E. Mirovoy opyt razvitiya intellektual`nykh transportnykh sistem // Nauka i obrazovanie: aktual`nye voprosy teorii i praktiki: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii. - Orenburg: Orenburgskiy institut putey soobshcheniya - filial FGBOU VO «Samarskiy gosudarstvennyy universitet putey soobshcheniya». - 2021. - S. 696-700.
17. Klachkova A.V., Kushchenko L.E., Medvedev D.V. Elementy intellektual`nykh transportnykh sistem, primenyaemye v g. Belgorode / Otv. redaktor N.S. Zakharov // Transportnye i transportno-tehnologicheskie sistemy: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii. - Tyumen`: Tyumenskiy industrial`nyy universitet. - 2020. - S. 163-166.
18. Volya A.P., Kushchenko S.V. Primenenie intellektual`nykh transportnykh sistem v g. Belgorode // Logisticcheskiy audit transporta i tsepey postavok: Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konfe-rentsii. - V 2-kh tomakh. - T. 1. - Tyumen`: Tyumenskiy industrial`nyy universitet. - 2021. - S. 31-33.
19. Shevtsova A.G., Burlutskaya A.G., Vasil`eva V.V. Vnedrenie intellektual`noy transportnoy sistemy RAMPMETERING na primere g. Belgorod // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2018. - №4(63). - S. 42-48.
20. Shevtsova, A.G. Metodologiya upravleniya gorodskimi transportnymi potokami na osnove obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya: Avtoref. dis. ... dokt. tekhn. nauk. - Orel, 2022. - 43 s.

**Novikov Alexander Nikolaevich**

Orel State University

Address: 302026, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Doctor of technical sciences

E-mail: srmostu@mail.ru

**Miroshnikov Evgeny Vladimirovich**

Government of the Belgorod region

Address: Belgorod, 308005, Russia, Sobornaya pl., 4

Candidate of technical sciences

E-mail: emiroshnikov@belregion.ru

**Kulev Andrey Vladimirovich**

Orel State University

Address: 302026, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Candidate of technical sciences

E-mail: andrew.ka@mail.ru

**Kulev Maksim Vladimirovich**

Orel State University

Address: 302026, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Candidate of technical sciences

E-mail: maxim.ka@mail.ru

Научная статья

УДК 656.09

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-94-101

Л.Е. КУЩЕНКО

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ, ПРЕДУПРЕЖДАЮЩЕЙ ВОДИТЕЛЯ О ДВИЖЕНИИ ПО ОПАСНОМУ УЧАСТКУ УДС**

*Аннотация.* Проведен анализ статистики дорожно-транспортных происшествий на одном из участков УДС, примыкающих к ядру городской агломерации, а также с помощью социологического опроса определено процентное соотношение используемого вида транспорта и количества транспортных средств в семье. По результатам документального изучения было определено, что вторник и воскресенье являются самыми опасными днями недели с наибольшим количеством дорожно-транспортных происшествий, а также наиболее распространенными и часто возникающими видами аварий являются столкновение и наезд на пешехода. На основе математической статистики и теории вероятностей установлена корреляционная зависимость между предложенными диапазонами времени. Разработана информационная модель, позволяющая предупреждать водителя о движении по опасному участку УДС и с помощью предложенных методов повышать безопасность дорожного движения.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, городская агломерация, транспортные средства, математическая статистика, корреляционная связь, информационная модель

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Пеньшин, Н.В. Методология обеспечения безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте: Учебное пособие - Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. - С. 15.
2. Власов, А.А. Теория транспортных потоков: Монография - Пенза: ПГУАС, 2014. - С. 124.
3. Новости Госавтоинспекции [Электронный ресурс] / Режим доступа: [www.gibdd.ru](http://www.gibdd.ru)
4. Kushchenko L.E., Kushchenko S.V. The solving of optimizing the structure of a transport node problem by the fuzzy set method // information technologies and management of transport systems: MATEC Web of conferences the VII international scientific and practical conference. - 2021.
5. Гай Л.Е., Шутов А.И., Воля П.А., Кущенко С.В. Заторовые явления. Возможности предупреждения // Белгород: Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2013. - №3.- С. 166-169.
6. Кущенко, Л.Е. Организация дорожного движения: учебное пособие - Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2020. - 196 с.
7. Кущенко Л.Е., Кравченко А.А., Рыжкин П.П., Королева Л.А. Влияние состояния качества автомобильных дорог на ДТП // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. - №1(68). – С. 49-58.
8. Зырянов В.В., Кочерга В.Г., Поздняков М.Н. Современные подходы к разработке комплексных схем организации дорожного движения // Транспорт Российской Федерации. - СПб. - №1. - 2011. – С. 28-33.
9. Новиков, И.А. Технические средства организации движения - Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. - 302 с.
10. Podoprigora N.V., Marusin A.V., Pegin P.A., Karelina E.A., Akulov A.A. Systematic approach in information support of the «Road user-vehicle-road-external environment» system // Systems of signals generating and processing in the field of on board communications, SOSG: Conference Proceedings. – 2022.
11. Novikov A., Shevtsova A., Evtyukov S., Marusin A. Establishment of causal relationships of the occurrence of road accidents // International conference on engineering management of communication and technology (EMCTECH). – 2022. – Р. 1-5.
12. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог - М.: Транспорт, 1984. - 287 с.
13. Podoprigora N.V., Marusin A.V., Pegin P.A., Karelina E.A., Akulov A.A. Systematic approach in information support of the «Road user-vehicle-road-external environment» system // Systems of signals generating and processing in the field of on board communications:Conference proceedings. - 2022.
14. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: учебник для студ. высших учеб. заведений - М.: Издательский центр «Академия». - в 2 т., 2010. - 320 с.
15. Кущенко Л.Е., Кущенко С.В., Кравченко А.А., Давыдова Е.В. Исследование эколого-экономических показателей автомобильного транспорта в городской агломерации Белгородской области // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. - №1(72). – С. 79-87.

16. Кущенко Л.Е., Кущенко С.В., Глаголев С.Н., Новиков И.А. Улучшение экологической обстановки посредством изменения режимов работы светофорного объекта // Мир транспорта и технологических машин. – 2016. - №3(54). – С. 116-121.
17. Румшинский, Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента - М.: Наука, 1971. – 352 с.
18. Вентцель, Е.С. Теория вероятности - М.: ФМ, 1966. - 442 с.
19. Kushchenko L., Kushchenko S., Novikov A., Novikov I. The planning and conducting transport and transport-sociological surveys for the development of a local project of the Belgorod urban agglomeration // Journal of applied engineering science. – 2021. - Vol. 19 (3). – P. 706-711.
20. Kushchenko L., Kushchenko S., Kambur A., Novikov A. The analizing of personal and public transport traffic flows in Belgorod agglomeration // Journal of applied engineering science. – 2022. - Vol. 20 (3). - P. 700-706.

**Кущенко Лилия Евгеньевна**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: 308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

К.т.н., доцент кафедры «Эксплуатации и организации движения автотранспорта»

E-mail: lily-041288@mail.ru

---

L.E. KUSHCHENKO

## **DEVELOPMENT OF AN INFORMATION MODEL WARNING THE DRIVER ABOUT MOVEMENT ALONG A DANGEROUS ROAD SECTION**

*Abstract. The analysis of the statistics of road accidents on one of the sections of the road network adjacent to the core of the urban agglomeration was carried out, and the percentage ratio of the type of transport used and the number of vehicles in the family was determined using a sociological survey. According to the results of the documentary study, it was determined that Tuesday and Sunday are the most dangerous days of the week with the largest number of road accidents, as well as the most common and frequently occurring types of accidents are collisions and hitting pedestrians. On the basis of mathematical statistics and theory of probability, the correlation dependence between the proposed time ranges is established. The information model has been developed that allows warning the driver about driving on a dangerous section of the road network and using the proposed methods to improve road safety.*

**Keywords:** traffic accident, urban agglomeration, vehicles, mathematical statistics, correlation, information model

## **BIBLIOGRAPHY**

1. Pen'shin, N.V. Metodologiya obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya na avtomobil'nom transporte: Uchebnoe posobie - Tambov: FGBOU VPO «TGTU», 2013. - S. 15.
2. Vlasov, A.A. Teoriya transportnykh potokov: Monografiya - Penza: PGUAS, 2014. - C. 124.
3. Novosti Gosavtoinspeksii [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: www.gibdd.ru
4. Kushchenko L.E., Kushchenko S.V. The solving of optimizing the structure of a transport node problem by the fuzzy set method // information technologies and management of transport systems: MATEC Web of conferences the VII international scientific and practical conference. - 2021.
5. Gay L.E., Shutov A.I., Volya P.A., Kushchenko S.V. Zatorovye yavleniya. Vozmozhnosti preduprezhdeniya // Belgorod: Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova. - 2013. - №3.- S. 166-169.
6. Kushchenko, L.E. Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya: uchebnoe posobie - Belgorod: BGTU im. V.G. Shukhova, 2020. - 196 s.
7. Kushchenko L.E., Kravchenko A.A., Ryzhkin P.P., Koroleva L.A. Vliyanie sostoyaniya kachestva avtomobil'nykh dorog na DTP // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2020. - №1(68). - S. 49-58.
8. Zyryanov V.V., Kocherga V.G., Pozdnyakov M.N. Sovremennye podkhody k razrabotke kompleksnykh skhem organizatsii dorozhnogo dvizheniya // Transport Rossiiyskoy Federatsii. - SPb. - №1. - 2011. - S. 28-33.
9. Novikov, I.A. Tekhnicheskie sredstva organizatsii dvizheniya - Belgorod: BGTU im. V.G. Shukhova, 2009. - 302 s.
10. Podoprigora N.V., Marusin A.V., Pegin P.A., Karelina E.A., Akulov A.A. Systematic approach in information support of the «Road user-vehicle-road-external environment» system // Systems of signals generating and processing in the field of on board communications, SOSG: Conference Proceedings. - 2022.
11. Novikov A., Shevtsova A., Evtyukov S., Marusin A. Establishment of causal relationships of the occurrence of road accidents // International conference on engineering management of communication and technology (EMCTECH). - 2022. - R. 1-5.
12. Sil'yanov, V.V. Transportno-ekspluatatsionnye kachestva avtomobil'nykh dorog - M.: Transport, 1984. - 287 s.

## **№4-1(79) 2022 Безопасность движения и автомобильные перевозки**

13. Podoprigora N.V., Marusin A.V., Pegin P.A., Karelina E.A., Akulov A.A. Systematic approach in information support of the «Road user-vehicle-road-external environment» system // Systems of signals generating and processing in the field of on board communications: Conference proceedings. - 2022.
14. Vasil'ev, A.P. Ekspluatatsiya avtomobil'nykh dorog: uchebnik dlya stud. vysshikh ucheb. zavedeniy - M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya». - v 2 t., 2010. - 320 s.
15. Kushchenko L.E., Kushchenko S.V., Kravchenko A.A., Davydova E.V. Issledovanie ekologo-ekonomiceskikh pokazateley avtomobil'nogo transporta v gorodskoy aglomeratsii Belgorodskoy oblasti // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2021. - №1(72). - S. 79-87.
16. Kushchenko L.E., Kushchenko S.V., Glagolev S.N., Novikov I.A. Uluchshenie ekologicheskoy obstanovki posredstvom izmeneniya rezhimov raboty svetofornogo ob"ekta // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2016. - №3(54). - S. 116-121.
17. Rumshinskiy, L.Z. Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov eksperimenta - M.: Nauka, 1971. - 352 s.
18. Venttsel', E.S. Teoriya veroyatnosti - M.: FM, 1966. - 442 s.
19. Kushchenko L., Kushchenko S., Novikov A., Novikov I. The planning and conducting transport and transport-sociological surveys for the development of a local project of the Belgorod urban agglomeration // Journal of applied engineering science. - 2021. - Vol. 19 (3). - R. 706-711.
20. Kushchenko L., Kushchenko S., Kambur A., Novikov A. The analizing of personal and public transport traffic flows in Belgorod agglomeration // Journal of applied engineering science. - 2022. - Vol. 20 (3). - R. 700-706.

**Kushchenko Liliya Evgen'evna**

Belgorod state technological university

Candidate of technical science

Address: 308012, Russia, Belgorod, Kostyukova str., 46

E-mail: lily-041288@mail.ru

---

**ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ**

---

Научная статья

УДК 656.13

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-102-110

С.А. ГУСЕВ, А.С. ТЕРЕНТЬЕВ

## **ОПТИМИЗАЦИЯ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ГРУЗОПЕРЕВОЗКЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ**

*Аннотация. В статье предпринята попытка систематизации подходов по оптимизации уровня экологической безопасности на нефтеперерабатывающих предприятиях. Рассматривается структура экоинформационной системы, анализируются методы оценки неблагоприятных событий. Затрагивается вопрос нормативного регулирования деятельности нефтеперерабатывающих предприятий по оптимизации управления уровнем экологической безопасности. Также приводятся программные решения, способствующие автоматизации соответствующих процессов по оптимизации уровня экологической безопасности.*

**Ключевые слова:** оптимизация, экологическая безопасность, грузоперевозка, транспортировка, переработка, нефть, структура, критерии, инфраструктура

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абросимов, А.А. Экология переработки углеводородных систем - М.: Химия, 2018. – 256 с.
2. Акимов, В.А. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2020. – 344 с.
3. Багров, А.И. Техногенные системы и теория риска – Рязань: РГУ им. С.А. Есенина, 2018. – 205 с.
4. Васильев С.Н. От классических задач регулирования к интеллектуальному управлению // Изв. РАН. ТиСУ. - 2019. - №2. - С. 5-21.
5. Гринин, А.С. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях – М.: Фаир-Пресс, 2018. – 336 с.
6. Джексон, П. Введение в экспертные системы - М.: Изд. дом «Вильямс», 2018. – 250 с.
7. Елохин А.Н. Анализ управления рисками - М.: ООО «Полимедиа», 2020. – 340 с.
8. Геловани, В.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды - М.: Эдиториал УРСС, 2017. – 110 с.
9. Калайджан В.М., Бабушкин А.Г., Ядрышников И.Н. Построение прикладных информационных систем с использованием интегрированной картографии // Вестниккибернетики. - Тюмень: ИПОС СО РАН. - 2014. - Вып. 3. - С. 60-63.
10. Карлащук, В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства – М.: СОЛОН-Пресс. - Изд. 2-е, перераб. и доп., 2019. – 288 с.
11. Ким, Д.О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ – М.: Финансы и статистика, 2019. – 215 с.
12. Костиков, В.А. Надежность технических систем и техногенные риски - М. : МГТУГА, 2018. - 136 с.
13. Крапивин, В.Ф. Методы экоинформатики - М.: ВИНИТИ РАН, 2019. - 305 с.
14. Маstryukov, B.C. Безопасность в чрезвычайных ситуациях – М.: Академия, 2014. – 332 с.
15. Бурков, В.Н. Модели и механизмы управления безопасностью - М.: СИНТЕГ, 2016. – 243 с.
16. Гусев С.А., Терентьев А.С. Оптимизация существующей технологии перевозок грузов с нефтеперерабатывающими предприятиями и структуры взаимодействия участников логистической системы // Мир транспорта и технологических машин. - 2022. - №3-5(78). - С. 88-97.
17. Воробьев Д.С. и др. Опыт применения инновационных технологий биоремедиации природных сред, загрязненных нефтью и нефтепродуктами // Исследования и разработки по предупреждению аварийных разливов нефти и ликвидация их последствий: Материалы науч.-практ. конф. – М.: Экспорт-Импорт. - 2017. – С. 197-202.
18. Серебровский А.Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности потенциально опасных объектов // Математические машины и системы. – 2017. – №1. – С. 41.
19. Вылкован, А.И. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти – СПб.: Центр–Техинформ, 2020. – 208 с.
20. Трахтенгерц Э.А. Возможности и реализация компьютерных систем поддержки принятия решений // Известия РАН. Теория и способы управления. - 2018. - № 3. - С. 86-113.
21. Яковлев В.В. Экологическая безопасность, оценка риска - СПб.: СПбГПУ, 2017. – 122 с.

**Гусев Сергей Александрович**

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина

Адрес: 410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Д.э.н., зав. кафедрой организации перевозок, безопасности движения и сервиса автомобилей

E-mail: o051nm@yandex.ru

**Терентьев Антон Сергеевич**

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина

Адрес: 410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Аспирант

E-mail: anforcey@yandex.ru

---

S.A. GUSEV, A.S. TERENTYEV

## **OPTIMIZATION OF THE LEVEL OF ENVIRONMENTAL SAFETY DURING CARGO TRANSPORTATION AND OIL REFINING**

***Abstract.** The article attempts to systematize and analyze information about optimizing the level of environmental safety at oil refineries. The structure of the eco-information system is considered, methods for assessing adverse events are analyzed. The issue of regulatory regulation of the activities of oil refineries to optimize the management of the level of environmental safety is touched upon. Software solutions that contribute to the automation of relevant processes to optimize the level of environmental safety are also provided.*

**Keywords:** optimization, environmental safety, cargo transportation, transportation, refining, oil, structure, criteria, infrastructure.

### **BIBLIOGRAPHY**

1. Abrosimov, A.A. Ekologiya pererabotki uglevodorochnykh sistem - M.: Himiya, 2018. - 256 s.
2. Akimov, V.A. Prirodnye i tekhnogennye chrezvychaynye situatsii: opasnosti, ugrozy, riski - M.: ZAO FID «Delovoy ekspres», 2020. - 344 s.
3. Bagrov, A.I. Tekhnogennye sistemy i teoriya riska - Ryazan': RGU im. S.A. Esenina, 2018. - 205 c.
4. Vasil'ev S.N. Ot klassicheskikh zadach regulirovaniya k intellektual'nomu upravleniyu // Izv. RAN. TiSU. - 2019. - №2. - S. 5-21.
5. Grinin, A.S. Ekologicheskaya bezopasnost'. Zashchita territorii i naseleniya pri chrezvychaynykh situatsiyakh - M.: Fair-Press, 2018. - 336 s.
6. Dzhekson, P. Vvedenie v ekspertnye sistemy - M.: Izd. dom «Vil'yams», 2018. - 250 s.
7. Elokhin A.N. Analiz upravleniya riskami - M.: OOO «Polimedia», 2020. - 340 s.
8. Gelovani, V.A. Intellektual'nye sistemy podderzhki prinyatiya resheniy v neshtatnykh situatsiyakh s ispol'zovaniem informatsii o sostoyanii prirodnoy sredy - M.: Editorial URSS, 2017. - 110 s.
9. Kalaydzhan V.M., Babushkin A.G., Yadryshnikov I.N. Postroenie prikladnykh informatsionnykh sistem s ispol'zovaniem integrirovannoy kartografii // Vestnikkibernetiki. - Tyumen': IPOS SO RAN. - 2014. - Vyp. 3. - S. 60-63.
10. Karlashchuk, V.I. Sputnikovaya navigatsiya. Metody i sredstva - M.: SOLON-Press. - Izd. 2-e, pererab. i dop., 2019. - 288 s.
11. Kim, D.O. Faktornyy, diskriminantnyy i klasternyy analiz - M.: Finansy i statistika, 2019. - 215 s.
12. Kostikov, V.A. Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i tekhnogennye riski - M.: MGTUGA, 2018. - 136 c.
13. Krapivin, V.F. Metody eko-informatiki - M.: VINITI RAN, 2019. - 305 s.
14. Mastryukov, B.S. Bezopasnost' v chrezvychaynykh situatsiyakh - M.: Akademiya, 2014. - 332 s.
15. Burkov, V.N. Modeli i mekhanizmy upravleniya bezopasnost'yu - M.: SINTEG, 2016. - 243 s.
16. Gusev S.A., Terent'ev A.S. Optimizatsiya sushchestvuyushchey tekhnologii perevozok gruzov s nefteperekabatyvayushchikh predpriyatiy i struktury vzaimodeystviya uchastnikov logisticheskoy sistemy // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2022. - №3-5(78). - S. 88-97.
17. Vorob'ev D.S. i dr. Opyt primeneniya innovatsionnykh tekhnologiy bioremediatsii prirodnykh sred, zagravznennykh nef'tyu i nefteproduktami // Issledovaniya i razrabotki po preduprezhdeniyu avariynykh razlivov nefti i likvidatsiya ikh posledstviy: Materialy nauch.-prakt. konf. - M.: Eksport-Import. - 2017. - C. 197-202.
18. Serebrovskiy A.N. Ob odnom metode veroyatnostnogo analiza bezopasnosti potentsial'no opasnykh ob'ektov // Matematicheskie mashiny i sistemy. - 2017. - №1. - S. 41.
19. Vylkovan, A.I. Sovremennye metody i sredstva bor'by s razlivami nefti - SPb.: Tsentr-Tekhninform, 2020. - 208 s.

20. Trakhtengerts E.A. Vozmozhnosti i realizatsiya komp'yuternykh sistem podderzhki prinyatiya resheniy // Izvestiya RAN. Teoriya i sposoby upravleniya. - 2018. - № 3. - S. 86-113.  
21. Yakovlev V.V. Ekologicheskaya bezopasnost', otsenka risika - SPb.: SPbGPU, 2017. - 122 s.

**Gusev Sergey Alexandrovich**

Saratov State Technical University named after Gagarin Y.A.  
Address: 410054, Russia, Saratov, Polytechnic str., 77  
Doctor of economics sciences  
Email: o051nm@yandex.ru

**Terentyev Anton Sergeevich**

Saratov State Technical University named after Gagarin Y.A.  
Address: 410054, Russia, Saratov, Polytechnic str., 77  
Graduate student  
E-mail: anforcey@yandex.ru

Научная статья

УДК 656.13

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-111-118

О.Ю. БУЛАТОВА, В.С. БУЛАТОВ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ПУТЬЮ ВНЕДРЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТРЕНДОВ МОБИЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПРОВЕДЕНИЯ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются основные направления развития транспортной инфраструктуры, позволяющие создать устойчивую транспортную систему для обеспечения эффективного управления транспортной инфраструктурой в условиях проведения мегасобытий.

*Ключевые слова:* интеллектуальные транспортные системы, мобильность, бесшовная мобильность, зеленый транспорт, цифровые транспортные услуги, устойчивая транспортная система

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Deakin M., Al Waer H. From intelligent to smart cities. Intelligent Buildings International // 2011. - №3(3). – Р. 140-152.
2. Булатова О.Ю. Принципы функционирования транспортной инфраструктуры в умных городах // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – №3-1(78). – С. 73-78.
3. Булатова О.Ю. Определение основных функций ИТС при организации дорожного движения во время проведения городских массовых мероприятий // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – №3-2(78). – С. 63-68.
4. Шевцова А.Г., Бурлуцкая А.Г., Юнг А.А. Оценка влияния параметров автомобилей на значение потока насыщения // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – №1. – С. 126-134.
5. Зырянов В.В., Загидуллин Р.Р. Методика оценки и выбора варианта организации движения транспорта при проведении масштабных массовых мероприятий // Интеллект. Инновации. Инвестиции. - 2017. - №2. - 43-47 с.
6. Catalano G., Kotenoff C. Long term effects of major events on urban transport systems // Anno Accademico. – 2010.
7. Подопригора Н.В. Структура и функционирование системы «водитель-автомобиль-дорога-внешняя среда» // Вестник гражданских инженеров. – 2022. – №2(91). – С. 154-159.
8. Athanasios K. Ziliaskopoulos, S.Travis Waller. Aninternet-based geographic information system that integrates data, models and users for transportation applications // Transportation Research. - Part C: Emerging Technologies. - 2000. - №8(1-6). – Р. 427-444.
9. Криволапова О.Ю. Метод определения участков перераспределения транспортной нагрузки на сети // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: наземные транспортные системы. - 2013. - №21(124). – Т. 7.
10. Amini S., Busch F. Traffic management for major events radontime-effects of countdown timers on bicycle traffic view project CITY-AF-Automated driving functions view project [Электронный ресурс] / 2016. – Режим доступа: <https://doi.org/10.14459/2016md1324021>
11. Агеев Е.В., Новиков А.Н., Виноградов Е.С. Методика определения оптимального времени тренажерной подготовки кандидатов в водители // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – №3(74). – С. 94-101.
12. Степина П.А., Подопригора Н.В. Определение времени реакции водителя при реконструкции ДТП с помощью программно-аппаратного комплекса // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – №3(62). – С. 82-87.
13. Mobility improvement checklist // Increasing system efficiency. - Vol.2. - Texas Transportation Institute, College Station. - 2004.
14. Новиков А.Н., Кущенко Л.Е., Кущенко С.В., Новиков И.А. Анализ существующих методов оценки вероятности возникновения ДТП на участках улично-дорожной сети города // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – №2(85). – С. 222-231.
15. Булатова, О.Ю. Применение элементов интеллектуальных транспортных систем при организации транспортно-логистического обслуживания во время проведения массовых городских мероприятий // Дороги и мосты. – 2022. – №1(47). – С. 294-304.

16. Novikov A., Zyryanov V., Feofilova A. Dynamic traffic re-routing as a method of reducing the congestion level of road network elements // Journal of applied engineering science. – 2018. – Vol. 16. – №1. – P. 70-74.
17. An integrated perspective on the future of mobility // McKinsey for future mobility. - Part 3: setting the direction toward seamless mobility. - 2019
18. Jason Snead. Taxicab medallion systems: Time for a change // The right way to handle congestion: Capping the number of for-hire vehicles will do little to alleviate the problem. – Economist. - 2018.
19. Hannon E., Mc Kerracher C., Orlandi I., Ramkumar S. An integrated perspective on the future of mobility // 2016.
20. Wolshon, B., Zhang, Z., Parr, S., Mitchell, B., Pardue, J. Agent-based modeling for evacuation traffic analysis in megaregion road networks [Электронный ресурс] / Procedia Computer Science. – 2015. – №52(1). – P. 908-913. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.164>

**Булатова Ольга Юрьевна**

Донской государственный технический университет

Адрес: 344002, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

К.т.н., доцент кафедры организации перевозок и дорожного движения

E-mail: mip.rnd@yandex.ru

**Булатов Вячеслав Сергеевич**

Донской государственный технический университет

Адрес: 344002, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

Магистр

E-mail: rosconsulting@gmail.com

O.YU. BULATOVA, V.S. BULATOV

## **URBAN TRANSPORT SYSTEM IMPROVEMENT BY THE MAIN TRENDS OF MOBILITY INTRODUCTION IN THE MASS EVENTS CONDITIONS**

*Abstract. This article discusses the main directions of development of transport infrastructure, allowing to create a sustainable transport system.*

*Keywords: green transport, digital transport services, intelligent transport systems, mobility, seamless mobility, sustainable transport system*

### **BIBLIOGRAPHY**

1. Deakin M., Al Waer H. From intelligent to smart cities. Intelligent Buildings International // 2011. - №3(3). - R. 140-152.
2. Bulatova O.Yu. Printsipy funktsionirovaniya transportnoy infrastruktury v umnykh gorodakh // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2022. - №3-1(78). - S. 73-78.
3. Bulatova O.Yu. Opredelenie osnovnykh funktsiy ITS pri organizatsii dorozhnogo dvizheniya vo vremya provedeniya gorodskikh massovykh meropriyatiy // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2022. - №3-2(78). - S. 63-68.
4. Shevtsova A.G., Burlutskaya A.G., Yung A.A. Otsenka vliyaniya parametrov avtomobiley na znachenie poto-ka nasyshcheniya // Intellekt. Innovatsii. Investitsii. - 2022. - №1. - S. 126-134.
5. Zyryanov V.V., Zagidullin R.R. Metodika otsenki i vybora varianta organizatsii dvizheniya trans-porta pri provedenii masshtabnykh massovykh meropriyatiy // Intellekt. Innovatsii. Investitsii. - 2017. - №2. - 43-47 s.
6. Catalano G., Kotenoff C. Long term effects of major events on urban transport systems // Anno Accademi-co. - 2010.
7. Podoprígora N.V. Struktura i funktsionirovanie sistemy «voditel'-avtomobil'-doroga-vneshnyaya sreda» // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. - 2022. - №2(91). - S. 154-159.
8. Athanasios K. Ziliaskopoulos, S.Travis Waller. Aninternet-based geographic information system that integrates data, models and users for transportation applications // Transportation Research. - Part C: Emerging Technologies. - 2000. - №8(1-6). - R. 427-444.
9. Krivolapova O.Yu. Metod opredeleniya uchastkov pereraspredeleniya transportnoy nagruzki na seti // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: nazemnye transportnye sistemy. - 2013. - №21(124). - T. 7.
10. Amini S., Busch F. Traffic management for major events radontime-effects of countdown timers on bicycle traffic view project CITY-AF-Automated driving functions view project [Elektronnyy resurs] / 2016. - Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.14459/2016md1324021>

11. Ageev E.V., Novikov A.N., Vinogradov E.S. Metodika opredeleniya optimal'nogo vremeni trenazhernoy podgotovki kandidatov v voditeli // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2021. - №3(74). - S. 94-101.
12. Stepina P.A., Podoprigora N.V. Opredelenie vremeni reaktsii voditelya pri rekonstruktsii DTP s pomoshch'yu programmno-apparavnogo kompleksa // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2018. - №3(62). - S. 82-87.
13. Mobility improvement checklist // Increasing system efficiency. - Vol.2. - Texas Transportation Institute, College Station. - 2004.
14. Novikov A.N., Kushchenko L.E., Kushchenko S.V., Novikov I.A. Analiz sushchestvuyushchikh metodov otsenki veroyatnosti vozniknoveniya DTP na uchastkakh ulichno-dorozhnoy seti goroda // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. - 2021. - №2(85). - S. 222-231.
15. Bulatova, O.Yu. Primenenie elementov intellektual'nykh transportnykh sistem pri organizatsii transportno-logisticheskogo obsluzhivaniya vo vremya provedeniya massovykh gorodskikh meropriyatiy // Dorogi i mosty. - 2022. - №1(47). - S. 294-304.
16. Novikov A., Zyryanov V., Feofilova A. Dynamic traffic re-routing as a method of reducing the congestion level of road network elements // Journal of applied engineering science. - 2018. - Vol. 16. - №1. - P. 70-74.
17. An integrated perspective on the future of mobility // McKinsey for future mobility. - Part 3: setting the direction toward seamless mobility. - 2019
18. Jason Snead. Taxicab medallion systems: Time for a change // The right way to handle congestion: Capping the number of forhire vehicles will do little to alleviate the problem. - Economist. - 2018.
19. Hannon E., Mc Kerracher C., Orlandi I., Ramkumar S. An integrated perspective on the future of mobility // 2016.
20. Wolshon, B., Zhang, Z., Parr, S., Mitchell, B., Pardue, J. Agent-based modeling for evacuation traffic analysis in megaregion road networks [Elektronnyy resurs] / Procedia Computer Science. - 2015. - №52(1). - R. 908-913. - Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.164>

**Bulatova Olga Yurievna**

Don State Technical University

Address: 344011, Russia, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya str., 162

Candidate of technical sciences

E-mail: mip.rnd@yandex.ru

**Bulatov Viacheslav Sergeevich**

Don State Technical University

Address: 344011, Russia, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya str., 162

Master

E-mail: rosconsulting@gmail.com

## **ОБРАЗОВАНИЕ И КАДРЫ**

Научная статья

УДК 656.1

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-119-124

А.В. КУЛЕВ, М.В. КУЛЕВ

### **АНАЛИЗ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ KNIME ANALYTICS PLATFORM**

**Аннотация.** Целью работы является анализ данных и визуализация результатов соответствия требований работодателей и знаний студентов транспортных направлений в ОГУ имени И.С. Тургенева в программной среде KNIME Analytics Platform. Для достижения поставленной цели в статье был разработан рабочий проект в KNIME Analytics Platform; выявлены основные требования работодателей к соискателям на должность логиста; выполнен анализ содержания рабочей программы дисциплины «Транспортная логистика»; сделано заключение о соответствии уровня подготовки студентов транспортных направлений в Орловском государственном университете имени И.С. Тургенева требованиям работодателей.

**Ключевые слова:** KNIME Analytics Platform, автоматизированный анализ, работодатели, студенты, выпускники

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Lomakin D., Bodrov A., Kulev M., Kulev A. Improvement of road traffic management system on the basis of mathematical and simulation modeling // MATEC Web of Conferences. – 2019. - Vol. 298. - P. 00045.
2. Novikov A., Eremin S., Kulev A. Formation of recommendations for the selection of types of connections for different types of crossroads based on the generalized imitation model // MATEC Web of Conferences. – 2019. - Vol. 298. - P. 00047.
3. Sinha A., Rastogi S., Kaur G. Mining anomalies in large ISCX dataset using machine learning algorithms in KNIME // SSRN Electronic Journal. - 2018.
4. Chauhan C., Sehgal S. Sentiment classification for mobile reviews using KNIME // International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON). - 2018.
5. Pu X., Qi N., Huang J. Data analysis and application of retail enterprises based on knime // IOP Conference Series: Materials science and engineering. – 2020. - Vol. 782. - P. 052030.
6. Muenzberg A., Sauer J., Hein A., Roesch N. Checking the plausibility of nutrient data in food datasets using knime and big data // International conference on wireless and mobile computing, networking and communications (WiMob). - 2019.
7. Abualkibash M. Machine learning in network security using knime analytics // International journal of network security & ITS applications. – 2019. - Vol. 11. - №5. - P. 1-14.
8. Сильянов В.В., Капитанов В.Т., Монина О.Ю., Чубуков А.Б. Интеллектуальные транспортные системы: история, состояние и пути развития / Под редакцией А.Н. Новикова // Информационные технологии и инновации на транспорте: Материалы 4-ой Международной научно-практической конференции. – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. - 2019. – С. 138-145.
9. Зырянов В.В. Подготовка специалистов по интеллектуальным транспортным системам // Безопасность, дорога, дети: практика, опыт, перспективы и технологии: материалы форума. – Новочеркасск: Лик. - 2015. – С. 192-196.
10. Солодкий А.И. О развитии системы подготовки и повышения квалификации специалистов по интеллектуальным транспортным системам // Автотранспортное предприятие. – 2014. – №1. – С. 37-38.
11. Дорохин С.В., Азарова Н.А., Рудь В.А. Роль интеллектуальных транспортных систем в развитии процесса цифровизации мегаполисов // Энергоэффективность автотранспортных средств: нанотехнологии, информационно-коммуникационные системы, альтернативные источники энергии: Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет. - 2019. – С. 440-445.
12. Еремеева Л.Э. Совершенствование подготовки специалистов в области автомобильного транспорта // Юбилейные февральские чтения: Сборник материалов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам научно-исследовательской работы в 2011 году. - 2012. - С. 116-119.

13. Марущак, Т. Б. Организационно-методическое обеспечение профессиональной подготовки специалистов транспорта: Дис. ... канд. экон. наук / Сибирский государственный университет путей сообщения. - Новосибирск, 2009.
14. Климова Е.В. Качественные изменения требований в области подготовки специалистов экономики и управления на транспорте // Цифровая трансформация в экономике транспортного комплекса. – Москва. - 2021. -С. 164-166.
15. Суденко В.Е. Подготовка специалистов в сфере безопасности на транспорте // Транспортное право и безопасность. - 2019. - №1(29). - С. 174-180.
16. Андрюхина Т.Н. Проектирование и реализация компетентностной модели профессиональной подготовки специалистов автомобильного транспорта // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психологопедагогические науки. - 2008. - №1(9). - С. 4-9.
17. Гулый И.М., Сиверцева Е.С. Современные тренды подготовки специалистов для инновационных направлений развития транспорта // Транспортные системы и технологии. - 2018. - Т. 4. - №4-. С. 64-76.
18. Головкин А.В., Трубеев В.Я. Качественные показатели подготовки специалистов автомобильного транспорта // Проблемы эксплуатации систем транспорта: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Тюменский государственный нефтегазовый университет, Институт транспорта. - 2009. - С. 64-73.
19. Любимов И.И., Якунин Н.Н., Рассоха В.И. Модернизация методологии подготовки специалистов автомобильного транспорта на основе опыта работы над проектом «ERASMUS+» // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбург: ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». - 2018. - С. 1470-1474.
20. Третьякова Л.Р., Рогалева Е.В. Особенности формирования цифровых компетенций при подготовке специалистов для работы в области автомобильного транспорта Общество. - 2021. - №2-2(21). - С. 59-61.

**Кулев Андрей Владимирович**

Орловский государственный университет

имени И.С. Тургенева

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77

К.т.н., доцент кафедры сервиса и ремонта машин

E-mail: andrew.ka@mail.ru

**Кулев Максим Владимирович**

Орловский государственный университет

имени И.С. Тургенева

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77

К.т.н., доцент кафедры сервиса и ремонта машин

E-mail: maxim.ka@mail.ru

---

A.V. KULEV, M.V. KULEV

## **ANALYSIS OF THE LEVEL OF TRAINING OF STUDENTS OF TRANSPORT DIRECTIONS IN THE KNIME ANALYTICS PLATFORM SOFTWARE ENVIRONMENT**

**Abstract.** The aim of the work is to analyze the data and visualize the results of compliance with the requirements of employers and students' knowledge of transport areas at OSU named after I.S. Turgenev in the KNIME Analytics Platform software environment. To achieve the goal in the article, a working project was developed in the KNIME Analytics Platform; the main requirements of employers to applicants for the position of a logistician were identified; the analysis of the content of the work program of the discipline «Transport logistics» was carried out; a conclusion was made on the conformity of the level of training of students in transport areas at the Oryol State University named after I.S. Turgenev to the requirements of employers.

**Keywords:** KNIME Analytics Platform, automated analysis, employers, students, graduates.

## **BIBLIOGRAPHY**

1. Lomakin D., Bodrov A., Kulev M., Kulev A. Improvement of road traffic management system on the basis of mathematical and simulation modeling // MATEC Web of Conferences. - 2019. - Vol. 298. - P. 00045.
2. Novikov A., Eremin S., Kulev A. Formation of recommendations for the selection of types of connections for different types of crossroads based on the generalized imitation model // MATEC Web of Conferences. - 2019. - Vol. 298. - P. 00047.
3. Sinha A., Rastogi S., Kaur G. Mining anomalies in large ISCX dataset using machine learning algorithms in KNIME // SSRN Electronic Journal. - 2018.
4. Chauhan C., Sehgal S. Sentiment classification for mobile reviews using KNIME // International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON). - 2018.
5. Pu X., Qi N., Huang J. Data analysis and application of retail enterprises based on knime // IOP Conference Series: Materials science and engineering. - 2020. - Vol. 782. - P. 052030.

6. Muenzberg A., Sauer J., Hein A., Roesch N. Checking the plausibility of nutrient data in food datasets using knime and big data // International conference on wireless and mobile computing, networking and communications (WiMob). - 2019.
7. Abualkibash M. Machine learning in network security using knime analytics // International journal of network security & ITS applications. - 2019. - Vol. 11. - №5. - R. 1-14.
8. Sil'yanov V.V., Kapitanov V.T., Monina O.YU., Chubukov A.B. Intellektual`nye transportnye sistemy: istoriya, sostoyanie i puti razvitiya / Pod redaktsiey A.N. Novikova // Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte: Materialy 4-oy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Orel: Orlovskiy gosudarstvennyy universitet imeni I.S. Turgeneva. - 2019. - S. 138-145.
9. Zyryanov V.V. Podgotovka spetsialistov po intellektual`nym transportnym sistemam // Bezopasnost`, doroga, deti: praktika, opyt, perspektivy i tekhnologii: materialy foruma. - Novocherkassk: Lik. - 2015. - S. 192-196.
10. Solodkiy A.I. O razvitiu sistemy podgotovki i povysheniya kvalifikatsii spetsialistov po intellektual`nym transportnym sistemam // Avtotransportnoe predpriyatiye. - 2014. - №1. - S. 37-38.
11. Dorokhin S.V., Azarova N.A, Rud' V.A. Rol` intellektual`nykh transportnykh sistem v razvitiu protsessa tsifrovizatsii megapolisov // Energoeffektivnost` avtotransportnykh sredstv: nanotekhnologii, informatsionno-kommunikatsionnye sistemy, alternativnye istochniki energii: Materialy Vserossiyskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. - Voronezh: Voronezhskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskiy universitet. - 2019. - S. 440-445.
12. Eremeeva L.E. Sovrshennostvovanie podgotovki spetsialistov v oblasti avtomobil`nogo transporta // Yubileynye fevral'skie chteniya: Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii professorskogo-prepodavatel'skogo sostava Syktyvkarskogo lesnogo instituta po itogam nauchno-issledovatel'skoy raboty v 2011 godu. - 2012. - S. 116-119.
13. Marushchak, T. B. Organizatsionno-metodicheskoe obespechenie professional`noy podgotovki spetsia-listov transporta: Dis. .... kand. ekon. nauk / Sibirskiy gosudarstvennyy universitet putey soobshcheniya. - Novosibirsk, 2009.
14. Klimova E.V. Kachestvennye izmeneniya trebovaniy v oblasti podgotovki spetsialistov ekonomiki i upravleniya na transporte // Tsifrovaya transformatsiya v ekonomike transportnogo kompleksa. - Moskva. - 2021. -S. 164-166.
15. Sudenko V.E. Podgotovka spetsialistov v sfere bezopasnosti na transporte // Transportnoe pravo i bezopasnost`. - 2019. - №1(29). - S. 174-180.
16. Andryukhina T.N. Proektirovanie i realizatsiya kompetentnostnoy modeli professional`noy podgotovki spetsialistov avtomobil`nogo transporta // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Psichologo-pedagogicheskie nauki. - 2008. - №1(9). - S. 4-9.
17. Guly I.M., Sivertseva E.S. Sovremennye trendy podgotovki spetsialistov dlya innovatsionnykh napravleniy razvitiya transporta // Transportnye sistemy i tekhnologii. - 2018. - T. 4. - №4. - S. 64-76.
18. Golovkin A.V., Trubeev V.Ya. Kachestvennye pokazateli podgotovki spetsialistov avtomobil`nogo transporta // Problemy ekspluatatsii sistem transporta: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Tyumenkiy gosudarstvennyy neftegazovyy universitet, Institut transporta. - 2009. - S. 64-73.
19. Lyubimov I.I., Yakunin N.N., Rassokha V.I. Modernizatsiya metodologii podgotovki spetsialistov avtomobil`nogo transporta na osnove opyta raboty nad proektom «ERASMUS+» // Universitetskiy kompleks kak regional`nyy tsentr obrazovaniya, nauki i kul'tury. materialy Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii. - Orenburg: FGBOU VO «Orenburgskiy gosudarstvennyy universitet». - 2018. - S. 1470-1474.
20. Tret'yakova L.R., Rogaleva E.V. Osobennosti formirovaniya tsifrovyykh kompetentsiy pri podgotovke spetsialistov dlya raboty v oblasti avtomobil`nogo transporta Obshchestvo. - 2021. - №2-2(21). - S. 59-61.

**Kulev Andrey Vladimirovich**

Orel State University

Address: 302030, Russia, Orel, Moskovskaya str., 77

Candidate of technical sciences

E-mail: srmostu@mail.ru

**Kulev Maxim Vladimirovich**

Orel State University

Address: 302030, Russia, Orel, Moscovskaya str., 77

Candidate of technical sciences

E-mail: srmostu@mail.ru

Научная статья

УДК 378.663:37.018.43:004.9:37.016:5

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-125-132

С.Ю. ГРИШИНА, М.Н. УВАРОВА, Е.В. МИЩЕНКО, Н.В. ПОЛЬШАКОВА

## **АСПЕКТ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ**

**Аннотация.** В настоящей статье рассмотрен аспект инженерного образования в условиях цифровизации экономики. Раскрыто понятие цифровизации в целом и, в частности, в образовании. Представлены результаты исследований и опыт использования цифровых технологий при обучении физике студентов инженерных направлений в Вузе. Рассмотрены некоторые методы и методики. Отмечены недостатки и предложены пути их решения.

**Ключевые слова:** инженерное образование, физика, студенты, цифровизация, технологии, методы

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абдрахманова Г.И., Быховский К.Б., Веселитская Н.Н., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты // докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. - М.: Изд. дом Высшей школы экономики. - 2021. - 239 с.
2. Уваров, А.Ю. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / под ред. А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина. - М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. - 343 с.
3. Гришина, С.Ю. Аспект адаптивного обучения в условиях цифровизации // Инновационные подходы образовательной деятельности в условиях цифровой трансформации отраслей АПК: Материалы всероссийской (национальной) научной конференции. – Орел: Орел ГАУ. - 2022. - С. 257-262.
4. Гришина С.Ю. Особенности условий для формирования познавательной потребности // Актуальные вопросы профессиональной ориентации сельских школьников в современных условиях развития агробизнеса: Сборник статей материалов Всероссийской научно-практической конференции. - Орел: ОГУ. - 2017. - С. 28-32.
5. Денесенко С.И., Пахомова Т.Е. Особенности цифрового образовательного контента при организации дистанционного обучения в профессиональном образовании // Ученые записки Забайкальского государственного университета. - Изд-во: ЗабГУ, 2020. - Т.15. - №5. - С. 6-14.
6. Карташова Е.В., Савина Е.Ю., Тихонова А.А. Разработка цифрового образовательного контента // Приложение к журналу «Среднее профессиональное образование». - М.: Среднее профессиональное образование. - 2022. - №3. - С. 35-46.
7. Носков, В.А. Использование цифрового образовательного контента реализации основных направлений национальной безопасности в цифровой информационно-образовательной среде / Под редакцией А.Э. Еремеева // Национальные тенденции в современном образовании: Сборник статей IV Всероссийская научно-практическая конференция. – Омск. - 2022. - С. 114-121.
8. Гришина С.Ю. Аспект влияния самостоятельной работы на процесс инженерного образования студентов // Мир транспорта и технологических машин. – Орел: ОГУ. - 2018. - №4(63). - С. 125-130.
9. Павлова Т.А., Уварова М.Н. Компетентностный подход в математической подготовке //Академический журнал Западной Сибири. – Тюмень. - 2016. - Т.12. - №2(63). – С. 53-54.
10. Павлова Т.А., Уварова М.Н. К вопросу о подготовке к олимпиаде по математике // Образование: традиции и инновации: Материалы IX международной научно-практической конференции. - Орел: Орел ГАУ. - 2015. - С. 364-365.
11. Прохорова М.П., Макарова Н.В., Краева И.А. Особенности вовлекающего контента для цифровых образовательных ресурсов // Проблемы современного педагогического образования. – Ялта. - 2021. - №72-4. - С. 230-232.
12. Соляник Ю.Н. Опыт использования цифрового информационного контента в образовательном процессе // Сахалинское образование XXI век. - 2022. - №1. - С. 16-19.
13. Тарасова М.А., Гришина С.Ю. Междисциплинарная интеграция – эффективная технология формирования профессионально-деятельного компонента компетенций // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. - Орел: ОГУ. – 2014. - №5(61). - С. 409-412.
14. Шерстникова К.А. Цифровая дидактика. Принципы повышения эффективности электронного образовательного контента // Общество и экономическая мысль в XXI: пути развития и инновации: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Воронеж. - 2020. - С. 665-669.
15. Гришина С.Ю., Зубова И.И. Уровень сформированности познавательной потребности студентов первых курсов // Ученые записки Орловского государственного университета. – Орел: ОГУ. - 2019. - №1(82). - С. 189-193.

16. Гришина С.Ю., Зубова, И.И. Особенности дистанционного обучения при изучении физики в современных условиях // Физика и современные технологии в АПК: Материалы XII Всероссийской (с международным участием) молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников. – Орел: Орел ГАУ. - 2021. - С. 445-448.
17. Гришина С.Ю., Зубова И.И. Аспект образования цифровым технологиям в сельском хозяйстве // Физика и современные технологии в АПК: Материалы XII Всероссийской (с международным участием) молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников. – Орел: Орел ГАУ, 2021. - С. 505-508.
18. Гришина С.Ю. Формирование личности агронженера при обучении физике в вузе // Материалы Международной научно-практической конференции. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья. - 2014. – С. 79-80.
19. Гришина С.Ю., Тарасова М.А. Оценка качества профессионального образования при изучении физики в вузе // Инновации в образовании: Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел: Модуль-К. - 2014. – С. 79-80.
20. Астратова, Г.В. Инновационные решения финансовых, социальных, технологических проблем цифрового общества: Монография - Орел, 2021. - 200 с.

**Гришина Светлана Юрьевна**

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина  
Адрес: 302019, Россия, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69  
К.ф.-м.н., доцент кафедры цифровой экономики и информационных технологий,  
E-mail: Svetlana.Grischina@rambler.ru

**Уварова Марина Николаевна**

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина  
Адрес: 302019, Россия, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69  
К.э.н., доцент кафедры цифровой экономики и информационных технологий  
E-mail: uvarovamn@mail.ru

**Мищенко Елена Владимировна**

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина  
Адрес: 302019, Россия, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69  
К.т.н., доцент кафедры техносферной безопасности  
E-mail: art\_lena@inbox.ru

**Польшакова Наталья Викторовна**

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина  
Адрес: 302019, Россия, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69  
К.э.н., доцент кафедры цифровой экономики и информационных технологий  
E-mail: srmostu@mail.ru

---

S.YU. GRISHINA, M.N. UVAROVA, E.V. MISHCHENKO, N.V. POLSHAKOVA

**ASPECT OF ENGINEERING EDUCATION OF STUDENTS  
IN CONDITIONS OF DIGITALIZATION**

*Abstract. This article considers the aspect of engineering education in the context of the digitalization of the economy. The concept of digitalization in general and in education is disclosed. The results of research and the experience of using digital technologies in teaching physics to engineering students at the university are presented. Methods and techniques are proposed.*

*Keywords:* engineering education, physics, students, digitalization, technologies, methods

**BIBLIOGRAPHY**

1. Abdurakhmanova G.I., Bykhovskiy K.B., Veselitskaya N.N., Vishnevskiy K.O., Gokhberg L.M. i dr. Tsifrovaya transformatsiya otrassley: startovye usloviya i prioritety // dokl. k XXII Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva. - M.: Izd. dom Vysshay shkoly ekonomiki. - 2021. - 239 s.
2. Uvarov, A.Yu. Trudnosti i perspektivy tsifrovoy transformatsii obrazovaniya / pod red. A.Yu. Uvarova, I.D. Frumina. - M.: Izd. dom Vysshay shkoly ekonomiki, 2019. - 343 s.
3. Grishina, S.Yu. Aspekt adaptivnogo obucheniya v usloviyakh tsifrovizatsii // Innovatsionnye podkhody obrazovatel'noy deyatel'nosti v usloviyakh tsifrovoy transformatsii otrassley APK: Materialy vserossiyskoy (natsional'noy) nauchnoy konferentsii. - Orel: Orel GAU. - 2022. - S. 257-262.

## **№4-1(79) 2022   Образование и кадры**

4. Grishina S.Yu. Osobennosti usloviy dlya formirovaniya poznavatel'noy potrebnosti // Aktual'nye voprosy professional'noy orientatsii sel'skikh shkol'nikov v sovremennykh usloviyakh razvitiya agrobiznesa: Sbornik statey materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Orel: OGU. - 2017. - S. 28-32.
5. Denesenko S.I., Pakhomova T.E. Osobennosti tsifrovogo obrazovatel'nogo kontenta pri organizatsii distantsionnogo obucheniya v professional'nom obrazovanii // Uchenye zapiski Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta. - Izd-vo: ZabGU, 2020. - T.15. - №5. - S. 6-14.
6. Kartashova E.V., Savina E.Yu., Tikhonova A.A. Razrabotka tsifrovogo obrazovatel'nogo kontenta // Prilozhenie k zhurnalnu «Srednee professional'noe obrazovanie». - M.: Srednee professional'noe obrazovanie. - 2022. - №3. - S. 35-46.
7. Noskov, V.A. Ispol'zovanie tsifrovogo obrazovatel'nogo kontenta realizatsii osnovnykh napravleniy natsional'noy bezopasnosti v tsifrovoy informatsionno-obrazovatel'noy srede / Pod redaktsiey A.E. Eremeeva // Natsional'nye tendentsii v sovremenном obrazovanii: Sbornik statey IV Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. - Omsk. - 2022. - S. 114-121.
8. Grishina S.Yu. Aspekt vliyaniya samostoyatel'noy raboty na protsess inzhenernogo obrazovaniya studentov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel: OGU. - 2018. - №4(63). - S. 125-130.
9. Pavlova T.A., Uvarova M.N. Kompetentnostnyy podkhod v matematicheskoy podgotovke // Akademicheskiy zhurnal Zapadnoy Sibiri. - Tyumen'. - 2016. - T.12. - №2(63). - S. 53-54.
10. Pavlova T.A., Uvarova M.N. K voprosu o podgotovke k olimpiade po matematike // Obrazovanie: traditsii i innovatsii: Materialy IX mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Orel: Orel GAU. - 2015. - S. 364-365.
11. Prokhorova M.P., Makarova N.V., Kraeva I.A. Osobennosti vovlekayushchego kontenta dlya tsifrovych obrazovatel'nykh resursov // Problemy sovremennoho pedagogicheskogo obrazovaniya. - Yalta. - 2021. - №72-4. - S. 230-232.
12. Solyanik Yu.N. Optyt ispol'zovaniya tsifrovogo informatsionnogo kontenta v obrazovatel'nom protsesse // Sakhalinskoe obrazovanie XXI vek. - 2022. - №1. - S. 16-19.
13. Tarasova M.A., Grishina S.YU. Mezdistsiplinarnaya integratsiya - effektivnaya tekhnologiya formirovaniya professional'no-deyatel'nogo komponenta kompetentsiy // Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye i sotsial'nye nauki. - Orel: OGU. - 2014. - №5(61). - S. 409-412.
14. Sherstnikova K.A. Tsifrovaya didaktika. Printsipy povysheniya effektivnosti elektronnogo obrazovatel'nogo kontenta // Obshchestvo i ekonomicheskaya mys' v XXI: puti razvitiya i innovatsii: Materialy VIII Mezdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Voronezh. - 2020. - S. 665-669.
15. Grishina S.Yu., Zubova I.I. Uroven` sformirovannosti poznavatel'noy potrebnosti studentov pervykh kursov // Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. - Orel: OGU. - 2019. - №1(82). - S. 189-193.
16. Grishina S.Yu., Zubova, I.I. Osobennosti distantsionnogo obucheniya pri izuchenii fiziki v sovremennykh usloviyakh // Fizika i sovremenneye tekhnologii v APK: Materialy III Vserossiyskoy (s mezhdunarodnym uchastiem) molodezhnoy konferentsii molodykh uchenykh, studentov i shkol'nikov. - Orel: Orel GAU. - 2021. - S. 445-448.
17. Grishina S.Yu., Zubova I.I. Aspekt obrazovaniya tsifrovym tekhnologiyam v sel'skom khozyaystve // Fizika i sovremenneye tekhnologii v APK: Materialy III Vserossiyskoy (s mezhdunarodnym uchastiem) molodezhnoy konferentsii molodykh uchenykh, studentov i shkol'nikov. - Orel: Orel GAU, 2021. - S. 505-508.
18. Grishina S.Yu. Formirovanie lichnosti agroinzhenera pri obuchenii fizike v vuze // Materialy Mezdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Tyumen': GAU Severnogo Zaural'ya. - 2014. - S. 79-80.
19. Grishina S.Yu., Tarasova M.A. Otsenka kachestva professional'nogo obrazovaniya pri izuchenii fiziki v vuze // Innovatsii v obrazovanii: Materialy Mezdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Orel: Modul'-K. - 2014. - S. 79-80.
20. Astratova, G.V. Innovatsionnye resheniya finansovykh, sotsial'nykh, tekhnologicheskikh problem tsifrovogo obshchestva: Monografiya - Orel, 2021. - 200 s.

### **Grishina Svetlana Yurievna**

Orel State Agrarian University

Address: 302019, Russia, Orel, General Rodina str., 69

Candidate of physical and mathematical sciences

E-mail: Svetlana.Grischina@rambler.ru

### **Uvarova Marina Nikolaevna**

Orel State Agrarian University

Address: 302019, Russia, Orel, General Rodina str., 69

Candidate of economic sciences

E-mail: uvarovamn@mail.ru

### **Mishchenko Elena Vladimirovna**

Orel State Agrarian University

Address: 302019, Russia, Orel, General Rodina str., 69

Candidate of Technical Sciences

E-mail: art\_lena@inbox.ru

**Polshakova Natalya Viktorovna**

Orel State Agrarian University

Address: 302019, Russia, Orel, General Rodina str., 69

Candidate of economic sciences

E-mail: srmostu@mail.ru

Научная статья

УДК 656.1

doi:10.33979/2073-7432-2022-1(79)-4-133-138

Д.О. ЛОМАКИН, А.В. СИМУШКИН

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ РЕГИОНА

**Аннотация.** В статье дано понятие транспортной доступности, предложено использование транспортной доступности в качестве критерия развития транспортной инфраструктуры региона, перечислены параметры, определяющие транспортную доступность, а также существующие показатели транспортной доступности. Также предложена методика комплексной оценки транспортной доступности региона.

**Ключевые слова:** транспортная доступность, транспортная инфраструктура региона, показатели транспортной доступности

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодров А.С., Ломакин Д.О., Батищев И.Н., Мосин А.В., Савостиков С.К. Комплексная оценка уровня качества транспортного обслуживания населения // Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта: Материалы Международной очно-заочной научно-технической конференции. – 2017. Тула: ТулГУ. – 2017. - С. 242-247.
2. Бодров А.С., Батищев И.Н., Ломакин Д.О., Мосин А.В., Фабричный Е.О. Оптимизация работы общественного транспорта // Мир транспорта и технологических машин. - 2016. - №4(55). - С. 74-81.
3. Иванов М.В. Развитие транспортной инфраструктуры региона: факторы, направления, инструментарий оценки: Дис. ... канд. техн. наук. – Н.Новгород, 2016. – 196 с.
4. Ломакин Д.О. Методика комплексной оценки уровня качества автосервисных услуг // Мир транспорта и технологических машин. - 2010. - №1(28). - С. 33-36.
5. Транспортная стратегия Российской Федерации / Утв. Распоряжением Правительства РФ от 22.11.08. - №1734-р.
6. Kulev M.V., Kulev A.V., Kuleva N.S. Efficiency assessment in transport service provision for the population of orel city // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - №971. – 2020. - 052090.
7. Lomakin, Denis et al. improvement of road traffic management system on the basis of mathematical and simulation modeling // MATEC Web of Conferences. - №298. – 2019. - 00045.
8. Novikov A., Eremin S., Kulev A. Methodology of passenger public transport organization within the context of long-term territorial development of a city // MATEC Web of Conferences. - №341. - 2021. - 00064.
9. Kushchenko L., Kushchenko S., Novikov A. Analysis of congestion occurrence cycles // Transportation Research Procedia. – 2020. - №50. – Р. 346-354.
10. Ваксман, С.А. Информационные технологии в управлении городским общественным пассажирским транспортом (задачи, опыт, проблемы) / под ред. С.А. Ваксмана - Екатеринбург: АМБ, 2012. - 260 с.
11. Володькин, П.П. Методология формирования и управления муниципальной автотранспортной системой: монография - Владивосток: Дальнаука, 2011. - 443 с.
12. Бодров А.С., Кулев М.В., Ломакин Д.О. Повышение эффективности функционирования муниципального пассажирского транспорта // Мир транспорта и технологических машин. - 2017. - №1(56). - С. 80-86.
13. Салютина Т.Ю., Кузовков А.Д. Анализ методов и подходов к измерению процессов информатизации и движения к информационному обществу // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2016. - Т. 10. - №6. - С. 52-57.
14. Белов Ю.В., Полетайкин А.Н. Совершенствование системы управления транспортом на основе концепции интеллектуальной транспортной системы // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. - 2015. - №2. - С. 4-9.
15. Novikov A. Information technologies and management of transport systems development of the approach to assessing adaptation of the intersection transport model [Электронный ресурс] / IOP Conference series: materials science and engineering. - 2019. - №632. - Р. 012052. - Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/632/1/012052>
16. Novikov A. Information technologies and management of transport systems development of the approach to assessing adaptation of the intersection transport model [Электронный ресурс] / IOP Conference series: materials science and engineering. - 2019. - №632. - Р. 012052. - Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/632/1/012052>
17. Lomakin D., Fabrichnyi E., Novikov A. Improving the system of traffic management at crossings [Электронный ресурс] / Transportation Research Procedia. – 2018. - №36. - Р. 446-452. - Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.121>

18. Вельможин, А.В. Эффективность городского пассажирского транспорта: Монография – Волгоград: Волгоград. гос. техн. ун-т., 2002. – 256 с.
19. Спирин, И.В. Теоретические основы учета стоимостной оценки затрат времени на транспортные передвижения: монография – М.: Каталог, 2007. – 112 с.
20. Максимов В.А., Крылов Г.А., Исмаилов Р.И., Максимов П.В., Рошак С.В. Рекомендации по оценке эффективности эксплуатации городских автобусов // Грузовик. - 2016. - №10. - С. 36-39.

**Ломакин Денис Олегович**

Орловский государственный университет  
имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77  
К.т.н., доцент кафедры сервиса и ремонта машин  
E-mail: srmostu@mail.ru

**Симушкин Андрей Владиславович**

Орловский государственный университет  
имени И.С. Тургенева  
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77  
Магистрант  
E-mail: srmostu@mail.ru

**D.O. LOMAKIN, A.V. SIMUSHKIN**

## **COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE TRANSPORT ACCESSIBILITY OF THE REGION**

*Abstract. The article gives the concept of transport accessibility, suggests the use of transport accessibility as a criterion for the development of the transport infrastructure of the region, lists the parameters that determine transport accessibility, as well as existing indicators of transport accessibility. A methodology for a comprehensive assessment of the transport accessibility of the region is also proposed.*

**Keywords:** transport accessibility, transport infrastructure of the region, indicators of transport accessibility

### **BIBLIOGRAPHY**

1. Bodrov A.S., Lomakin D.O., Batishchev I.N., Mosin A.V., Savostikov S.K. Kompleksnaya otsenka urovnya kachestva transportnogo obsluzhivaniya naseleniya // Problemy issledovaniya sistem i sredstv avtomobil'nogo transporta: Materialy Mezhdunarodnoy ochno-zaochnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii. - 2017. Tula: TulGU. - 2017. - S. 242-247.
2. Bodrov A.S., Batishchev I.N., Lomakin D.O., Mosin A.V., Fabrichnyy E.O. Optimizatsiya raboty obshchествennogo transporta // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2016. - №4(55). - S. 74-81.
3. Ivanov M.V. Razvitie transportnoy infrastruktury regiona: faktry, napravleniya, instrumentariy otsenki: Dis. ... kand. tekhn. nauk. - N. Novgorod, 2016. - 196 s.
4. Lomakin D.O. Metodika kompleksnoy otsenki urovnya kachestva avtoservisnykh uslug // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2010. - №1(28). - S. 33-36.
5. Transportnaya strategiya Rossiyskoy Federatsii / Utv. Rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 22.11.08. - №1734-r.
6. Kulev M.V., Kulev A.V., Kuleva N.S. Efficiency assessment in transport service provision for the population of orel city // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - №971. - 2020. - 052090.
7. Lomakin, Denis et al. improvement of road traffic management system on the basis of mathematical and simulation modeling // MATEC Web of Conferences. - №298. - 2019. - 00045.
8. Novikov A., Eremin S., Kulev A. Methodology of passenger public transport organization within the context of long-term territorial development of a city // MATEC Web of Conferences. - №341. - 2021. - 00064.
9. Kushchenko L., Kushchenko S., Novikov A. Analysis of congestion occurrence cycles // Transportation Research Procedia. - 2020. - №50. - R. 346-354.
10. Vaksman, S.A. Informatsionnye tekhnologii v upravlenii gorodskim obshchestvennym passazhirskim transportom (zadachi, opyt, problemy) / pod red. S.A. Vaksmana - Ekaterinburg: AMB, 2012. - 260 s.
11. Volod'kin, P.P. Metodologiya formirovaniya i upravleniya munitsipal'noy avtotransportnoy sistemoy: monografiya - Vladivostok: Dal'nauka, 2011. - 443 s.
12. Bodrov A.S., Kulev M.V., Lomakin D.O. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya munitsipal'nogo passazhirskogo transporta // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2017. - №1(56). - S. 80-86.
13. Salyutina T.Yu., Kuzovkov A.D. Analiz metodov i podkhodov k izmereniyu protsessov informatizatsii i dvizheniya k informatsionnomu obshchestvu // T-Comm: Telekommunikatsii i transport. - 2016. - T. 10. - №6. - S. 52-57.
14. Belov Yu.V., Poletaykin A.N. Sovremenstvovanie sistemy upravleniya transportom na osnove kontseptsiy intellektual'noy transportnoy sistemy // Vestnik Donetskoy akademii avtomobil'nogo transporta. - 2015. - №2. - S. 4-9.
15. Novikov A. Information technologies and management of transport systems development of the approach to assessing adaptation of the intersection transport model [Elektronnyy resurs] / IOP Conference series: materials science and engineering. - 2019. - №632. - R. 012052. - Rezhim dostupa: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/632/1/012052>
16. Novikov A. Information technologies and management of transport systems development of the approach to assessing adaptation of the intersection transport model [Elektronnyy resurs] / IOP Conference series: materials science and engineering. - 2019. - №632. - R. 012052. - Rezhim dostupa: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/632/1/012052>

17. Lomakin D., Fabrichnyi E., Novikov A. Improving the system of traffic management at crossings [Elektronnyy resurs] / Transportation Research Procedia. - 2018. - №36. - R. 446-452. - Rezhim dostupa: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.121>
18. Vel'mozhin, A.V. Effektivnost' gorodskogo passazhirskogo transporta: Monografiya - Volgograd: Volgograd. gos. tekhn. un-t., 2002. - 256 s.
19. Spirin, I.V. Teoreticheskie osnovy ucheta stoimostnoy otsenki zatrat vremeni na transportnye peredvizheniya: monografiya - M.: Katalog, 2007. - 112 s.
20. Maksimov V.A., Krylov G.A., Ismailov R.I., Maksimov P.V., Roshchak S.V. Rekomendatsii po otsenke effektivnosti eksploatatsii gorodskikh avtobusov // Gruzovik. - 2016. - №10. - S. 36-39.

**Lomakin Denis Olegovich**

Orel State University

Address: 302030, Russia, Orel, Moscow str., d. 77

Candidate of technical sciences

E-mail: srmostu@mail.ru

**Simushkin Andrey Vladislavovich**

Orel State University

Address: 302030, Russia, Orel, Moscow str., d. 77

Master student

E-mail: srmostu@mail.ru

**Уважаемые авторы!  
Просим Вас ознакомиться с требованиями  
к оформлению научных статей.**

**ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

- Представляемый материал должен быть оригинальным (оригинальность не менее 70%), не опубликованным ранее в других печатных изданиях;
- объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах формата А4 и содержит от 4 до 9 страниц; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию;
- статья предоставляется в электронном виде (по электронной почте или на любом электронном носителе);
- в одном номере может быть опубликована только одна статья одного автора, включая соавторство;
- если статья возвращается автору на доработку, исправленный вариант следует присыпать в редакцию повторно, приложив письмо с ответами на замечания. Доработанный вариант статьи рецензируется и рассматривается редакционной коллегией вновь. Датой представления материала считается дата поступления в редакцию окончательного варианта исправленной статьи;
- аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах, списки литературы будут находиться в свободном доступе на сайте соответствующего журнала и на сайте Российской научной электронной библиотеки - РУНЭБ (Российский индекс научного цитирования).

**ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ**

Научная статья, предоставляемая в журнал, должна иметь следующие **обязательные элементы**:

**Введение**

Укажите цели работы и предоставьте достаточный накопленный опыт, избегая подробного обзора литературы или обобщенных результатов.

**Материал и методы**

Предоставьте достаточно подробных сведений, чтобы можно было воспроизвести работу независимым исследователем. Методы, которые уже опубликованы, должны быть обобщены и указаны ссылкой. Если вы цитируете непосредственно из ранее опубликованного метода, используйте кавычки и также ссылайтесь на источник. Любые изменения существующих методов также должны быть описаны.

**Теория / расчет**

Раздел «Теория» должен продлить, а не повторять предысторию статьи, уже рассмотренную во введении, и заложить основу для дальнейшей работы. Напротив, раздел «Расчет» представляет собой практическое развитие с теоретической основы.

**Результаты**

Результаты должны быть четкими и краткими.

**Обсуждение**

Здесь необходимо рассмотреть значимость результатов работы, а не повторять их. Часто целесообразен комбинированный раздел «Результаты и обсуждение». Избегайте подробных цитат и обсуждений опубликованной литературы.

**Выходы**

Основные выводы исследования могут быть представлены в кратком разделе «Выходы», который может стоять отдельно или составлять подраздел раздела «Обсуждение» или «Результаты и обсуждение».

В тексте статьи **не рекомендуется**:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими стандартами;

Сокращения и аббревиатуры должны расшифровываться по месту первого упоминания (вхождения) в тексте статьи.

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ**

Статья должна быть набрана шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ - 1,25 см, правое поле - 2 см, левое поле - 2 см, поля внизу и вверху - 2 см.

**Обязательные элементы:**

**заглавие** (на русском и английском языке) публикуемого материала - должно быть точным и ёмким; слова, входящие в заглавие, должны быть ясными сами по себе, а не только в контексте; следует избегать сложных синтаксических конструкций, новых словообразований и терминов, а также слов узкопрофессионального и местного значения;

**аннотация** (на русском и английском языке) - описывает цели и задачи проведенного исследования, а также возможности его практического применения, указывает, что нового несет в себе материал; рекомендуемый средний объем - 500 печатных знаков;

**ключевые слова** (на русском и английском языке) - это текстовые метки, по которым можно найти статью при поиске и определить предметную область текста; обычно их выбирают из текста публикуемого материала, достаточно 5-10 ключевых слов;

**список литературы** должен содержать не менее 20-ти источников. В списке литературы количество источников, принадлежащих любому автору не должно превышать 30% от общего количества.

**ПОСТРОЕНИЕ СТАТЬИ**

- Индекс универсальной десятичной классификации (УДК) - сверху слева с абзацным отступом.
- С пропуском одной строки - выровненные по центру страницы, без абзацного отступа и набранные прописными буквами светлым шрифтом 12 pt инициалы и фамилии авторов (И.И. ИВАНОВ).

- С пропуском одной строки - название статьи, набранное без абзацного отступа прописными буквами полужирным шрифтом 14 pt и расположено по центру страницы.
- С пропуском одной строки - краткая (не более 10 строк) аннотация, набранная с абзацного отступа курсивным шрифтом 10 pt на русском языке. С абзацного отступа - ключевые слова на русском языке.
- Текст статьи, набранный обычным шрифтом прямого начертания 12 pt, с абзацной строкой, расположенный по ширине страницы.
- Список литературы, набранный обычным шрифтом прямого начертания 10 pt, помещается в конце статьи. Заголовок «СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ» набирается полужирным шрифтом 12 pt прописными буквами с выравниванием по центру.
- После списка литературы, с абзацного отступа, приводятся набранные обычным шрифтом 10 pt сведения об авторах (на русском языке) в такой последовательности:
  - Фамилия, имя, отчество (полужирный шрифт)
  - Учреждение или организация
  - Адрес
  - Ученая степень, ученое звание, должность
  - Электронная почта (обычный шрифт), не может повторяться у двух и более авторов
- С пропуском одной строки - выровненные по центру страницы, без абзацного отступа и набранные прописными буквами светлым шрифтом 12 pt инициалы и фамилии авторов (на английском языке).
- С пропуском одной строки - название статьи, набранное без абзацного отступа прописными буквами полужирным шрифтом 14 pt и расположено по центру страницы (на английском языке).
- Краткая (не более 10 строк) аннотация, набранная с абзацного отступа курсивным шрифтом 10 pt, с абзацного отступа - ключевые слова (на английском языке).
- С абзацного отступа, приводятся набранные обычным шрифтом 10 pt сведения об авторах (на английском языке).

## **ТАБЛИЦЫ, РИСУНКИ, ФОРМУЛЫ**

Все таблицы, рисунки и основные формулы, приведенные в тексте статьи, должны быть пронумерованы.

**Формулы** следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 с размерами: обычный шрифт - 12 pt, крупный индекс - 10 pt, мелкий индекс - 8 pt.

Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!

Русские и греческие буквы, а также обозначения тригонометрических функций, набираются прямым шрифтом, латинские буквы - курсивом.

Формулы располагают по центру страницы и нумеруют (только те, на которые приводят ссылки); порядковый номер формулы обозначается арабскими цифрами в круглых скобках около правого поля страницы.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами. Описание начинается со слова «где» без двоеточия, без абзацного отступа; пояснение каждого символа дается с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Единицы измерения даются в соответствии с Международной системой единиц СИ.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют.

### **Пример оформления формулы в тексте**

$$q_1 = (\alpha - 1)^2 \left(1 + \frac{1}{2\alpha}\right) / d, \quad (1)$$

где  $\alpha = 1 + 2\alpha/b$  - коэффициент концентрации напряжений;

$d = 2a$  - размер эллиптического отверстия вдоль опасного сечения.

**Рисунки** и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. Рисунки, число которых должно быть логически оправданным, представляются в виде отдельных файлов в формате \*.eps (Encapsulated PostScript) или TIF размером не менее 300 dpi.

Если рисунок небольшого размера, желательно его обтекание текстом.

Подписи к рисункам (полужирный шрифт курсивного начертания 10 pt) выравнивают по центру страницы, в конце подписи точка не ставится, например:

### **Рисунок 1 - Текст подписи**

Пояснительные данные набираются светлым шрифтом курсивного начертания 10 pt и ставят после наименования рисунка.

### **Таблицы** должны сопровождаться ссылками в тексте.

Заголовки граф и строк таблицы пишутся с прописной буквы, а подзаголовки - со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставятся. Текст внутри таблицы в зависимости от объема размещаемого материала может быть набран шрифтом меньшего кегля, но не менее 10 pt. Текст в столбцах располагают от левого края либо центрируют.

Слово «Таблица» размещается по левому краю, после него через тире располагается название таблицы, например: Таблица 1 - Текст названия

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, нижнюю горизонтальную линию в первой части таблицы не проводят. При переносе части таблицы на другую страницу над ней пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы: Пример: Продолжение таблицы 1

Нумерация граф таблицы арабскими цифрами необходима только в тех случаях, когда в тексте имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу.

*Адрес издателя:*

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»  
302026, Орловская обл., г. Орёл, ул. Комсомольская, 95  
Тел.: (4862) 75-13-18  
[www.oreluniver.ru](http://www.oreluniver.ru).  
E-mail: [info@oreluniver.ru](mailto:info@oreluniver.ru)

*Адрес редакции:*

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»  
302030, Орловская обл., г. Орёл, ул. Московская, 77  
Тел.+7 905 856 6556  
[www.oreluniver.ru](http://www.oreluniver.ru).  
E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

Материалы статей печатаются в авторской редакции

Право использования произведений предоставлено авторами на основании  
п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации

Технический редактор, корректор,  
компьютерная верстка И.В. Акимочкина

Подписано в печать 08.12.2022 г.  
Дата выхода в свет 23.12.22 г.  
Формат 70x108/16. Усл. печ. л. 8,8  
Цена свободная. Тираж 500 экз.  
Заказ № 208

Отпечатано с готового оригинал-макета  
на полиграфической базе ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»  
302026, г. Орёл, ул. Комсомольская, 95