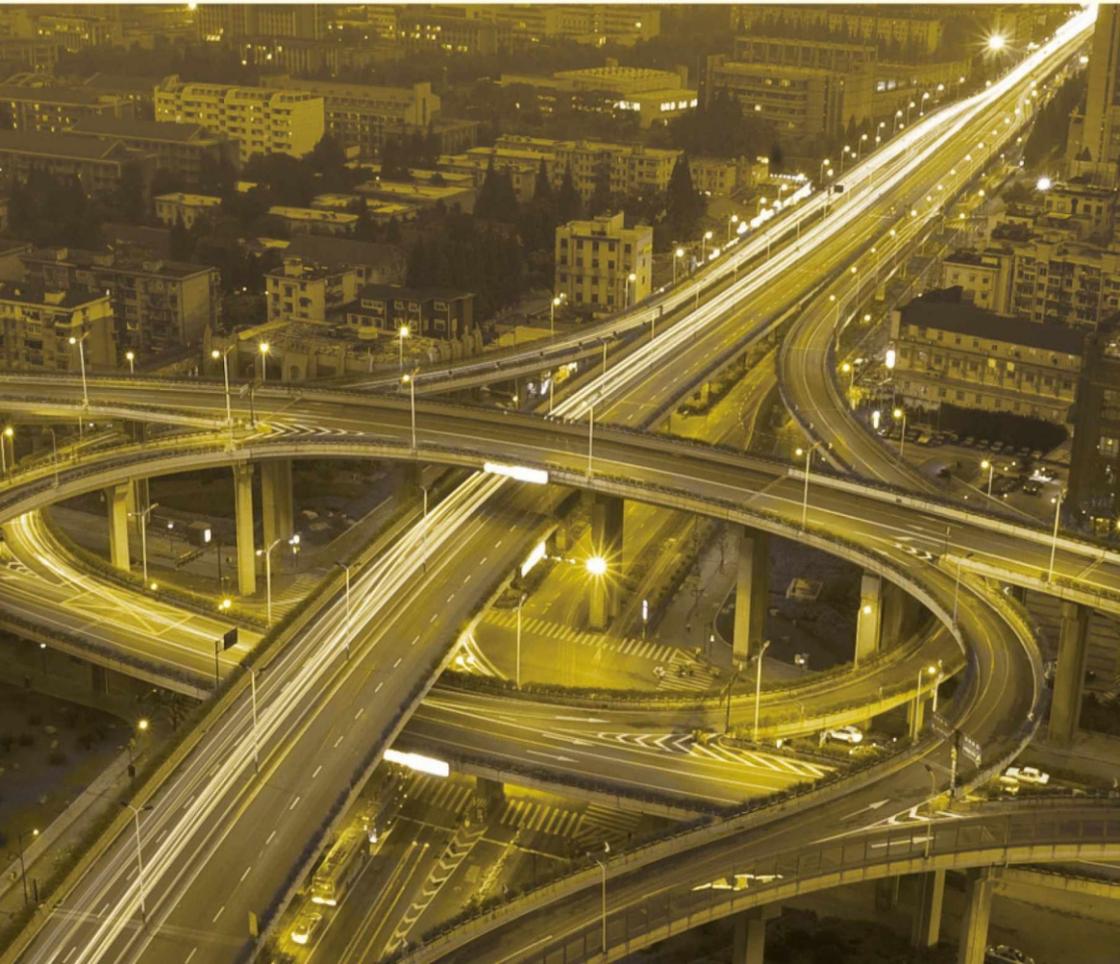


ISSN 2328-1391

# International Journal of Advanced Studies

Transport and Information Technologies  
VOLUME 11, NUMBER 3, 2021



ISSN 2328-1391 (print)  
ISSN 2227-930X (online)

# International Journal of Advanced Studies

Том 11, № 3  
2021

Vol. 11, No. 3  
2021

**Transport and Information Technologies**  
IJAS:T&IT

## **Главный редактор**

**А.В. Остроух** д.т.н., профессор кафедры «Автоматизированные системы управления» (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Российская Федерация)

## **Editor-in-Chief**

**Andrey V. Ostroukh** Dr. Sci. (Tech.), Professor of the Department 'Automated Control Systems' (Moscow Automobile And Road Construction State Technical University, Moscow, Russian Federation)

Шеф-редактор - Максимов Я.А.

Выпускающие редакторы - Доценко Д.В., Максимова Н.А.

Корректор - Зливко С.Д.

Компьютерная верстка, дизайн - Орлов Р.В.

Технический редактор, администратор сайта - Бяков Ю.В.

Ответственный секретарь - Коробцева К.А.

Красноярск 2021

# International Journal of Advanced Studies

Transport and Information Technologies  
IJAS:T&IT

Специализированный научно-технический рецензируемый журнал  
Peer-reviewed specialized science and technology journal

Периодичность. 4 номера в год / Periodicity. 4 issues per year

**Том 11, № 3, 2021 / Vol. 11, No 3, 2021**

<p><b>Учредитель и издатель:</b> ООО Научно-инновационный центр</p> <p><b>Журнал основан в 2011 году</b> Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство о регистрации ЭЛ № ФС 77 - 63681 от 10.11.2015</p> <p>Журнал <b>входит</b> в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук</p> <p><b>Индексирование и реферирование:</b> РИНЦ Ulrich's Periodicals Directory Google Scholar DOAJ BASE WorldCat OpenAIRE ЭБС IPRbooks ЭБС Znanium ЭБС Лань</p> <p>Адрес редакции, издателя и для корреспонденции: 660127, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 5 к. 192 E-mail: <a href="mailto:ijas@ijournal-as.com">ijas@ijournal-as.com</a> <a href="http://ijournal-as.com/">http://ijournal-as.com/</a></p> <p>Подписной индекс в каталоге «СИБ-Пресса» – 63681</p>	<p><b>Founder and publisher:</b> Science and Innovation Center Publishing House</p> <p><b>Founded 2011</b> The edition is registered by the Federal Service of Intercommunication and Mass Media Control Mass media registration certificate EL № FS 77 - 63681, issued November 10, 2015.</p> <p>International Journal of Advanced Studies: Transport and Information Technologies is <b>included</b> in the List of leading peer-reviewed scientific journals and publications issued in the Russian Federation, which should publish main scientific results of doctor's and candidate's theses</p> <p><b>Indexing and Abstracting:</b> RSCI Ulrich's Periodicals Directory Google Scholar DOAJ BASE WorldCat OpenAIRE IPRbooks Znanium Lan'</p> <p>Editorial Board Office: 9 Maya St., 5/192, Krasnoyarsk, 660127, Russian Federation E-mail: <a href="mailto:ijas@ijournal-as.com">ijas@ijournal-as.com</a> <a href="http://ijournal-as.com/">http://ijournal-as.com/</a></p> <p>Subscription index in the General catalog «SIB-Press» – 63681</p>
---	---

Свободная цена

© Научно-инновационный центр, 2021

### Editorial Board Members

**Sunil Kumar Yadav**, M.Sc. (Mathematics), Ph.D. (Differential Geometry), Assistant Professor (Alwar Institute of Engineering & Technology, India).

**Yong Lee**, Ph. D., Professor, School of Computer Science and Technology (Harbin Institute of Technology (HIT), China).

**Tatiana V. Avdeenko**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Automated Control Systems, Leading Researcher (Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation).

**Vitaly N. Vasilenko**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Technology (Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russian Federation).

**Alexey V. Voropay**, Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor, Department «Machine Parts and Theory of Machines and Mechanisms» (Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, Ukraine).

**Vladimir A. Dresvyannikov**, Doctor of Economics, Assistant Professor, Professor of the Department of Management and Marketing (Penza Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Penza, Russian Federation).

**Elena V. Erokhina**, Doctor of Economics, Professor of Economics and Organization of Production (Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, Russian Federation).

**Sultan V. Zhankaziev**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research (Moscow Automobile And Road Construction State Technical University, Moscow, Russian Federation).

**Nikolay S. Zakharov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automotive and Technological Machines Service (Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation).

**Sergey V. Kosyakov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Software for Computer Systems (Ivanovo State Energy University named after V.I. Lenin, Ivanovo, Russian Federation).

**Andrey V. Kochetkov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Expertise and Risk Assessment (Russian Road Research Institute, Moscow, Russian Federation).

**Mikhail N. Krasnyanskiy**, Doctor of Technical Sciences, Rector (Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation).

**Aleksey L. Manakov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department "Technology of Transport Engineering and Machine Operation", Rector (Siberian Transport University, Novosibirsk, Russian Federation).

**Boris Yu. Serbinovskiy**, Doctor of Economics, Professor of the Department of Systems Analysis and Management of the Faculty of High Technologies (Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation).

**Boris S. Sergeev**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department "Electric Machines" (Ural State Transport University, Yekaterinburg, Russian Federation).

**Habibulla Turanov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department "Stations, Knots and Cargo Work" (Ural State Transport University, Yekaterinburg, Russian Federation).

**Ilya A. Khodashinsky**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Complex Information Security of Electronic Computing Systems (Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russian Federation).

**Vyacheslav P. Shuvalov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Discrete Communications and Metrology (Siberian State University of Telecommunications and Informatics, Novosibirsk, Russian Federation).

**Nikolai N. Yakunin**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Motor Transport (Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation).

### Члены редакционной коллегии

**Sunil Kumar Yadav**, M.Sc. (Mathematics), Ph.D. (Differential Geometry), Assistant Professor (Alwar Institute of Engineering & Technology, India).

**Yong Lee**, Ph. D., Professor, School of Computer Science and Technology (Harbin Institute of Technology (HIT), China).

**Авдеенко Татьяна Владимировна**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры АСУ, вед. науч. сотрудник НОЦ ИИТБ (Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Российская Федерация).

**Василенко Виталий Николаевич**, доктор технических наук, профессор, декан Технологического факультета (Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Российская Федерация).

**Воропай Алексей Валерьевич**, кандидат технических наук (PhD), доцент, доцент кафедры Деталей машин и ТММ (Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина).

**Дресвянников Владимир Александрович**, доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Менеджмент и маркетинг» (Пензенский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, Пенза, Российская Федерация).

**Ерохина Елена Вячеславовна**, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и организации производства (Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Российская Федерация).

**Жанказиев Султан Владимирович**, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Российская Федерация).

**Захаров Николай Степанович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сервиса автомобилей и технологических машин (Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Российская Федерация).

**Косяков Сергей Витальевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой программного обеспечения компьютерных систем (ФГБОУ ВО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина", Иваново, Российская Федерация).

**Кочетков Андрей Викторович**, доктор технических наук, профессор, начальник отдела экспертизы и оценки риска (ФАУ «РОСДОРНИИ», г. Москва, Российская Федерация).

**Краснянский Михаил Николаевич**, доктор технических наук, ректор (Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Российская Федерация).

**Манаков Алексей Леонидович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин», ректор (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения»), г. Новосибирск, Российская Федерация).

**Сербиновский Борис Юрьевич**, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры системного анализа и управления факультета высоких технологий (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация).

**Сергеев Борис Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры "Электрические машины" (ФГБОУ ВО Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Российская Федерация).

**Туранов Хабибулла Туранович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры "Станции, узлы и грузовая работа" (ФГБОУ ВО Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Российская Федерация).

**Ходашинский Илья Александрович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Российская Федерация).

**Шувалов Вячеслав Петрович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Передачи дискретных сообщений и метрологии (Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск, Российская Федерация).

**Якунин Николай Николаевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильного транспорта (Оренбургский государственный университет, Оренбург, Российская Федерация).

DOI: 10.12731/2227-930X-2021-11-3-7-34

УДК 504.6:656.13(052)

## ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ «СРЕДА – УЧАСТНИК – ТРАНСПОРТ – ИНФРАСТРУКТУРА»

*Загидуллин Р.Р.*

*На состояние и функционирование транспортной системы влияют многочисленные факторы. Представлен результат анализа работ известных отечественных и зарубежных учёных в области исследования транспортных процессов. Существующая классическая схема взаимодействия элементов не даёт представления о нахождении пешехода и пассажира в данной системе. С целью всестороннего изучения взаимодействия всех элементов транспортной системы предлагается использовать систему «среда – участник – транспорт – инфраструктура». Изучение взаимодействия элементов данной подсистемы позволит учесть влияние ключевого человеческого фактора, на состояние транспортных процессов. Также рассмотрен и обоснован предлагаемый концептуальный алгоритм формирования устойчивой транспортной системы на основе оптимизации совокупных затрат функционирования модели «среда – участник – транспорт – инфраструктура». Полученные результаты будут полезны руководителям, ответственных за принятие решений в области устойчивого развития и функционирования транспортной системы.*

*Цель* – определение способов и приемов анализа, применяющих при проведении исследований функционирования транспортной системы.

*Метод или методология проведения работы.* В статье использовались экономические, экологические и математические методы.

**Результаты.** Получены наиболее информативные параметры, показывающие некоторые аспекты функционирования транспортной системы.

**Область применения результатов:** полученные результаты целесообразно применять руководителям, ответственным за принятие решений в области устойчивого развития и функционирования транспортной системы.

**Ключевые слова:** безопасность дорожного движения; организация дорожного движения; система «водитель – автомобиль – дорога – среда»; система «среда – участник – транспорт – инфраструктура»; транспортная система; дорожно-транспортная инфраструктура; окружающая среда; участник дорожного движения; дорожно-транспортные происшествия; интеллектуальная транспортная система; устойчивая транспортная система

## FORMATION OF A SUSTAINABLE TRANSPORT SYSTEM BASED ON THE FUNCTIONAL MODEL «ENVIRONMENT – PARTICIPANT – TRANSPORT – INFRASTRUCTURE»

**Zagidullin R.R.**

*Numerous factors influence the condition and functioning of the transport system. The result of the analysis of the works of well-known domestic and foreign scientists in the field of research of transport processes is presented. The existing classical scheme of interaction of elements does not give an idea of the presence of a pedestrian and a passenger in this system. In order to comprehensively study the interaction of all elements of the transport system, it is proposed to use the «environment – participant – transport – infrastructure» system. The study of the interaction of the elements of this subsystem will allow us to take into account the influence of the key human factor on the state of transport processes. The proposed conceptual algorithm for the formation of a sustainable transport system based on the op-*

*timization of the total costs of the functioning of the «environment – participant – transport – infrastructure» model is also considered and justified. The results obtained will be useful to managers responsible for decision-making in the field of sustainable development and functioning of the transport system.*

**Purpose.** *Definition of the ways and receptions of the analysis applying when carrying out the analysis of export operations.*

**Methodology** *the article uses economic and mathematical methods, as well as statistical methods of analysis.*

**Results.** *The most informative parameters showing some aspects of the functioning of the transport system are obtained.*

**Practical implications** *it is advisable to apply the obtained results to managers responsible for decision-making in the field of sustainable development and functioning of the transport system.*

**Keywords:** *road safety; traffic management; driver – car – road – environment system; environment – participant – transport – infrastructure system; transport system; road transport infrastructure; environment; road user; road accidents; intelligent transport system; sustainable transport system*

## **Введение**

В настоящее время одной из важнейших тенденций городского развития является переход к формированию устойчивых транспортных систем. Это связано с тем, что традиционные подходы к решению проблем перегрузки, только увеличивающие пропускную способность сети, неэффективны. Рост спроса на поездки сосредоточен в определенных частях сети в определенное время. Увеличение пропускной способности сети и строительство новых дорог приводят лишь к временному улучшению. Торговые и промышленные компании строят новые коммерческие и жилые районы, где рядом с новыми дорогами добавляется трафик к дорожной сети. Наконец, через несколько лет эти новые дороги станут перегруженными.

Нужна новая стратегия развития, и она включает стратегию умных городов и городов с устойчивой транспортной системой, обе-

спечаивающая устойчивую мобильность, позволяя перемещаться из одного места в другое. При этом используя мультимодальный подход с самыми высокими стандартами безопасности, предлагая выбор вида транспорта, обеспечивая доступность территорий с различными функциями, ограничивая выбросы и потребление энергии и сводя к минимуму использование земли. Чтобы создать эффективную и устойчивую транспортную систему, город должен изменить транспортную политику с перемещения транспортных средств на перемещение людей и товаров. Это включает в себя учет мультимодальной поездки от места отправления до места назначения, которая, как правило, осуществляется с помощью различных видов транспорта.

### **Метод системного подхода**

Для изучения групп взаимосвязанных факторов, влияющих на формирование и развитие модели устойчивой транспортной системы, проведены исследования с точки зрения теории системного подхода к деятельности по организации и безопасности дорожного движения, а также индикаторов функционирования транспортной системы (рис. 1). В ходе исследования также выявлены современные предпосылки, причины и стимулы, влияющие на выработку современных требований к комплексному развитию транспортной системы, транспортной инфраструктуры, дорожного движения. Это позволяет предложить новую модель взаимодействующих подсистем, как базовую для формирования комплекса требований к транспортной системе в современных условиях.

Для исследования функционирования транспортной системы предлагается использовать системный подход, который является наиболее эффективным для изучения проблемы. Использование системного подхода при изучении транспортного процесса, а также безопасности дорожного движения (БДД) показало, что ДТП является следствием сочетания ряда причин, из которых трудно выделить главную или оценить роль каждой из них, так как БДД обеспечивается надёжным функционированием всей транспортной системы.



Рис. 1. Модель устойчивой транспортной системы

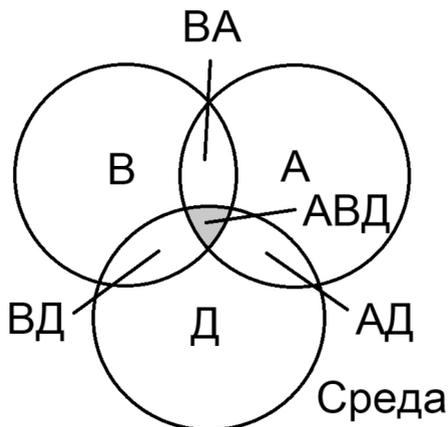
Для решения проблемы эффективности функционирования транспортной системы и повышения БДД необходимо определить местонахождение участников движения в системе В-А-Д-С на основе анализа исследований отечественных и зарубежных учёных (рис. 2) [1-11].

Следует отметить, что большинство авторов человеческого фактор как взаимодействующей части системы В-А-Д-С используют водителя (В) – считается, что примерно 90% ДТП происходит по причине несоблюдения именно водителем Правил дорожного движения (ПДД) – и система выглядит как В-А-Д-С [1].

Считается, что первый самый значимый элемент «В – водитель» включает ошибки водителей, вызванные недостаточной профессиональной подготовкой, возрастом, состоянием здоровья, а также темпераментом, результатом которого будет склонность к риску, эмоциональная неустойчивость и т. д. Второй элемент «А – автомобиль» связан с техническим состоянием транспортных средств (ТС) и возможностью обеспечения активной и пассивной безопасности. Третий элемент «Д – дорога» связана с неудовлетворительными дорожными условиями, которые включают в себя не только состояние проезжей части и обочин, но и несоответствие

размеров геометрических элементов дорог фактической скорости движения, сочетание элементов плана и профиля дороги и т. д. Четвертый элемент «С – среда» связан с неблагоприятными погодными-климатическими условиями: туман, атмосферные осадки, боковой ветер [2, 3].

На БДД оказывает влияние большое количество факторов. Для удобства изучения транспортной системы и причин возникновения ДТП все факторы предлагается условно делить на четыре взаимодействующих части: среда (С), участник (У), транспорт (Т), инфраструктура (И), и рассматривают как элементы единой системы С-У-Т-И.



**Рис. 2.** Система «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» (В-А-Д-С)

В системе С-У-Т-И основным элементом является «человек» – участник дорожного движения – водитель, пешеход, пассажир. Таким образом, предлагается современная социально-экономически и экологически ориентированная, функционально-технологическая транспортно-инфраструктурная система «Среда – Участник – Транспорт – Инфраструктура» (С-У-Т-И).

Для описания этой системы, оценки и прогнозирования состояния ее подсистем, в зависимости от различных социально-эконо-

мических и технологических сценариев ее развития, разработана функциональная модель обоснования перечня соответствующих индикаторов и закономерностей (рис. 3).

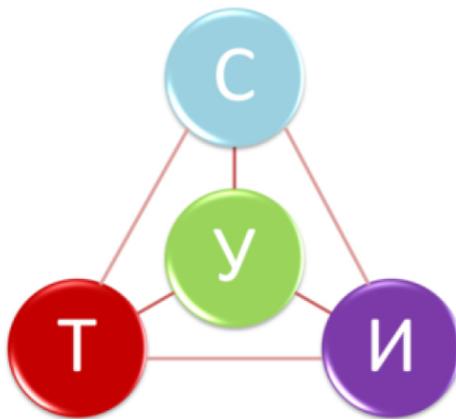
В модели С-У-Т-И использованы следующие обозначения:

С – окружающая Среда;

У – Участники транспортного процесса (водитель, пешеход, пассажир);

Т – Транспорт (все виды транспортных средств, в том числе вспомогательные средства для передвижения маломобильных групп населения с водителем или с автономным управлением);

И – дорожно-транспортная Инфраструктура, учитывающая функциональную классификацию «связь-мониторинг-доступ».



**Рис. 3.** Система «Среда – Участник – Транспорт – Инфраструктура» (С-У-Т-И)

Важным показателем, характеризующим систему С-У-Т-И, можно считать ее эффективность, а надежность системы С-У-Т-И остается основополагающим фактором оценки ее эффективности. Как и для многих случаев, для оценки эффективности системы С-У-Т-И целесообразным является применение закона сохранения, преобразования и передачи энергии.

Систему С-У-Т-И можно отнести к категории большой и сложной. Она содержит неоднозначные отношения и закономерности

взаимосвязи между ее элементами. Ввиду многокритериальности системы С-У-Т-И процессы, протекающие в ней, имеют стохастический характер. Следовательно, для данного случая предлагается применять вероятностно-статистические методы оценки эффективности системы С-У-Т-И.

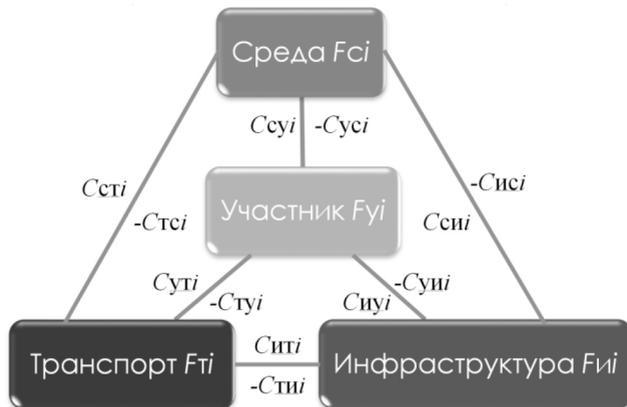
Целью в транспортно-технологическом процессе является эффективное использование транспорта, заключающееся в получении его максимальных динамических качеств, при наименьших затратах энергии. Поэтому целью исследования этой системы является определение того, при каких значениях факторов подсистем можно получить эффективные показатели функционирования транспортной системы для участников дорожного движения.

Вопрос оценки эффективности системы С-У-Т-И мы будем рассматривать на основе методологии системного подхода, которая является объективной необходимостью познания функционирования больших и сложных систем [23].

Существует множество формулировок понятия «система» [24, 25], в соответствии с которыми система С-У-Т-И обладает всеми свойствами системы: целостность, делимость, коммуникативность, динамичность, устойчивость. Поэтому в нашем определении система С-У-Т-И – это совокупность подсистем, находящихся во взаимодействии и образующих целостность, способствующую выполнению работы для удовлетворения потребностей человека. Потребности человек достигаются его целенаправленной деятельностью, выполнением транспортно-технологических работ. При этом основными определяющими моментами являются: 1) управляющая деятельность участников; 2) активные транспортные средства; 3) другие инфраструктурные технические и технологические средства. Система С-У-Т-И охватывает эти моменты (рис. 4).

Системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, выделение объекта исследования из системы для достижения цели исследования. При этом выделяют внутренние и внешние связи, образующие основные признаки системы. Для системы С-У-Т-И такими являются многообразие влияющих фак-

торов и их стохастичность, зависимость от времени, что приводит к нестационарности системы, и многокритериальность, обуславливающая:



**Рис. 4.** Функциональная модель формирования экологически и социально-экономически ориентированной, транспортно-инфраструктурной системы С-У-Т-И

Воздействующие на автомобиль факторы:

$C_{tyi}$  – управляющие автомобилем действия водителя, если автомобиль не с автономным управлением;

$C_{sti}$  – факторы окружающей среды на транспорт-автомобиль;

$C_{iti}$  – инфраструктурные-дорожные факторы.

На схеме (см. рис. 1) показаны входящие в транспорт-автомобиль, в техническую систему, внешние факторы (связи). Эти факторы, назовем их также сигналами, вызовут ответные реакции элементов технической системы, активируют внутренние связи между ними и сгенерируют выходящие из нее факторы (показатели). Этот процесс можно выразить в операторной форме:

$$\begin{aligned}
 R_{cj} &= S(C_{ki}, F_i), \\
 R_{yj} &= U(C_{ki}, F_i), \\
 R_{mj} &= T(C_{ki}, Z_i), \\
 R_{uj} &= I(C_{ki}, Z_i),
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где  $S, U, T, I$  – операторы подсистем С-У-Т-И;  $C_{ki}$  – входящие в подсистему С-У-Т-И факторы;  $R_{cj}, R_{yj}, R_{mj}, R_{uj}$  – выходящие из подси-

стем С-У-Т-И факторы (расход топлива, загрязняющие вещества и т. д.);  $F_{cp}$ ,  $F_{yp}$ ,  $F_{mi}$ ,  $F_{ui}$  – внутренние факторы подсистем С-У-Т-И.

Математическая модель динамики подсистемы автомобиль

$$R_j(t) = f(C_{ki}(t), F_i(t)). \quad (2)$$

Целевая функция оптимизации – это количественная мера экологической, энергетической и экономической оценок

$$E = f(R_1, R_2, \dots, R_j). \quad (3)$$

А транспортно-технологический процесс, выполняемый в системе С-У-Т-И, можно выразить

$$S_k = f(O + E + H). \quad (4)$$

Транспортно-технологический процесс (ТПП) можно охарактеризовать экологическим, энергетическим [27] и экономическим показателями. Так суммарные потери в системе С-У-Т-И на единицу перемещения участника выразятся

$$S = S_E + S_O + S_H \quad (5)$$

где  $S_E$  – энергетические потери;  $S_O$  – экологические потери;  $S_H$  – экономические потери.

Решить задачу определения эффективности возможно путем моделирования системы [31]. А выражение (5) может послужить основой концептуальной модели оценки эффективности этой системы.

Ведущим замыслом в системе С-У-Т-И будет, как было сказано в определении системы С-У-Т-И, удовлетворение потребностей человека, т. е. это цель системы, это, согласно выражению (4), выполнение транспортно-технологического процесса. Основной точкой зрения будет потери экологии, энергии и экономики на этот процесс. В выражении (5) показываются все потери.

Поэтому эффективность системы заключается в оптимизации экологического, энергетического и экономического показателей системы С-У-Т-И

$$\begin{aligned} S_O &\rightarrow \min, \\ S_E &\rightarrow \min, \\ S_H &\rightarrow \min, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $S_O$ ,  $S_E$ ,  $S_H$  – экологические, энергетические и экономические потери в системе С-У-Т-И.

Формирование устойчивой транспортной системы на основе оптимизации совокупных потерь функционирования модели С-У-Т-И представлена на рисунке 5.



Рис. 5. Функциональная модель формирования устойчивой транспортной системы

План устойчивого развития транспортной системы и городской мобильности нацелен на решение следующих вопросов:

*Общественный транспорт.* План должен предусматривать стратегию повышения качества, безопасности, интеграции и доступности услуг общественного транспорта, включая всю инфраструктуру, подвижной состав и услуги.

*Немоторизованный транспорт.* План должен повысить привлекательность и безопасность пешеходного и велосипедного движения. Оценка существующей инфраструктуры с целью ее модернизации там, где это необходимо. Развитие новой инфраструктуры должно быть предусмотрено не только вдоль маршрутов движения моторизованного транспорта. Следует рассмотреть вопрос о создании специальной инфраструктуры для велосипедистов и пешеходов, с тем чтобы обособить их движение от интенсивного моторизованного движения и, при необходимости, сократить дальность маршрутов. Меры, принимаемые в отношении инфраструктуры, должны дополняться другими техническими, а также политическими и «мягкими мерами».

*Интермодальность.* План должен способствовать более эффективной интеграции различных видов транспорта и предусматривать конкретные меры, направленные на содействие беспрепятственной и мультимодальной мобильности и передвижению.

*Безопасность дорожного движения.* План должен включать в себя мероприятия по повышению безопасности дорожного движения на основе анализа основных проблем и зон риска.

*Автомобильный транспорт (подвижный и стационарный).* План должен учитывать дорожное движение и стоянки транспортных средств в вопросах, связанных с дорожной сетью и моторизованным транспортом. Принимаемые меры должны быть направлены на оптимизацию использования существующей дорожной инфраструктуры и улучшение ситуации как в выявленных проблемных зонах, так и на улучшение общей ситуации. Следует изучить возможность перераспределения дорожного пространства для его использования другими видами транспорта или для выполнения других общественных функций и задач, не связанных с транспортом.

*Логистика.* План должен включать меры по повышению эффективности городской логистики, включая доставку городских грузов, при одновременном сокращении выбросов парниковых газов, загрязняющих веществ и шума.

*Управление мобильностью.* План должен включать в себя меры по стимулированию перехода к более устойчивым моделям мобильности. В его подготовке следует задействовать гражданское сообщество, работодателей, школы и т. д.

*Интеллектуальные транспортные системы.* Интеллектуальные транспортные системы применимы ко всем видам транспорта и услугам мобильности (как к пассажирам, так и к грузовым перевозкам), и полезны при разработке стратегий, осуществлению политики и мониторинге каждой из мер, включенных в план.

Исходя из рассмотренного плана, можно выделить индикаторы устойчивого развития транспортной системы, основанного на принципе трех «лифтов»:

1. повышение безопасности;
2. повышение доступности;
3. повышение мобильности.

Для прогнозирования результатов городского развития и развития городского транспорта требуются передовые и эффективные

методы моделирования. Могут использоваться различные типы моделей:

– Традиционные модели сетевого и транспортного планирования, которые не учитывают последствия землепользования.

– Модели исследований в области политики, которые дают упрощенное представление о городе и помогают пользователям понять, каких результатов поможет достичь та или иная политика.

– Эскизные модели планирования, которые дают представление о ключевых связях между спросом, предложением и землепользованием внутри города на стратегическом уровне без детализации транспортных сетей или характера землепользования.

– Модели транспорта и городского планирования - это интегрированные модели землепользования и транспорта, которые помогают получить четкое представление о транспортных сетях и моделях землепользования, а также их взаимосвязи с акцентом на стратегические вопросы. Данная модель отличается самой сложной структурой.

Модель землепользования и транспорта помогает понять изменения транспортного поведения людей в ответ на изменения в транспортной системе; каким образом эффективность системы будет реагировать на изменения в характере ее использования; как изменится ситуация с транспортной перегруженностью, загрязнением, дорожно-транспортными происшествиями, мобильностью населения; как изменения в землепользовании повлияют на использование транспортной системы и как изменения в стоимости использования транспортной системы повлияют на землепользование.

На практике рекомендуется сочетать математическое моделирование для прогнозирования количественных показателей с качественными подходами к оценке тех показателей, которые не поддаются количественной оценке (напр., «качество жизни»).

Однако использование этих сложных моделей требует значительного объема ресурсов и специальных знаний.

При разработке и внедрении эффективной системы городского планирования необходимо также сосредоточить внимание на следующих трех ключевых аспектах:

– Сообщества и местные организации, занимающиеся конкретными видами градостроительной деятельности.

– Заинтересованные стороны, чья деятельность, интересы, потребности и ценности напрямую зависят от вопросов городского развития.

– Площадки для взаимодействия заинтересованных сторон и партнерских организаций.

Вовлечение всех заинтересованных сторон требует гармоничных и конструктивных взаимных усилий. В эту деятельность должны быть вовлечены национальные и местные власти, транспортный сектор и сектор здравоохранения, органы охраны окружающей среды и градостроительства, бизнес-структуры и гражданское общество. Требуется как вертикальная, так и горизонтальная интеграция. Вертикальная интеграция начинается на высшем уровне министерств и спускается к низовым структурам и сообществам и организациям гражданского общества, которые играют ключевую роль в политике устойчивого развития и обеспечивают доступ к информации об окружающей среде и повышают осведомленность в то время, как горизонтальная интеграция предполагает скоординированный стратегический подход во всех четырех секторах – транспорт, здравоохранение, окружающая среда и городское планирование.

Сегодня становится очевидно, что политика адаптирования городов к автомобилям не является эффективным средством борьбы с заторами, так как рано или поздно места всем не хватит. Ошибки транспортно-несостоятельной планировки города в условиях массовой автомобилизации прикрыть невозможно.

Анализ ситуации, сложившейся в большинстве городов развитых и развивающихся стран, позволяет проследить ряд причин:

1. В большинстве городов городской транспорт не рассматривается как единое целое ни с функциональной, ни с территориальной точек зрения.

2. Территориальное планирование зачастую никак не связано с транспортным планированием: оценка того, как новая застрой-

ка и изменение характера землепользования влияют на дорожное движение, проводится крайне редко.

3. Финансовые ресурсы, выделяемые в городах на нужды городского транспорта, зачастую недостаточны по объему, носят непредсказуемый характер и не проходят процесс стратегического планирования.

4. Отсутствие законодательных требований или рекомендаций. У городских властей отсутствует обязательство составлять стратегические планы по развитию устойчивых городских транспортных систем или планы устойчивой городской мобильности и увязывать их с городским бюджетом.

5. Слабый институциональный и технический потенциал в различных функциональных областях по таким направлениям, как:

- Организация дорожного движения во многих городах трактуется в узком смысле и реализована технически слабо:

- отсутствуют стратегические планы, уделяющие особое внимание этим вопросам, вследствие чего в городах редко принимаются меры инженерного обеспечения дорожного движения, направленные на повышение безопасности пешеходного движения и предоставление права приоритетного проезда общественному транспорту

- интеллектуальные транспортные системы (ИТС) недостаточно широко применяются в сфере организации и мониторинга дорожного движения, а также для информирования пассажиров

- системы светофорного регулирования устарели.

- Работа по осуществлению инвестиций в системы скоростного пассажирского транспорта (метро, ЛРТ, БРТ, городские поезда) и интеграции различных видов транспорта (в части планирования маршрутов, информирования пассажиров в реальном режиме времени, внедрения единого билета, сбора платы за проезд и составления расписаний движения) требует значительного улучшения. В ряде городов системы метрополитена имеют очень небольшую протяженность и зачастую слабо интегрированы с другими видами общественного транспорта; на эксплуатационные затраты уходит львиная доля бюджета городов.

– Недостаточное регулирование спроса на пользование личным автотранспортом на основе применения альтернативных мер (развитие общественного транспорта, устройство перехватывающих парковок, каршеринг, карпулинг, немоторизованные виды передвижения), а также применение различных мер транспортной политики в целях ограничения поездок на индивидуальном автотранспорте в перегруженных частях городов.

– Демонтаж, переносы и закрытия трамвайных путей и линий, закрытие и банкротство предприятий городского электрического транспорта.

6. Разные виды городского пассажирского транспорта слабо взаимосвязаны как между собой, так и с вело- и пешеходным движением, потенциал которых так и не раскрыт и не используется.

7. Объем инвестиций в инновационные технологии, которые могут улучшить управление транспортными потоками и сделать поездки более комфортными и безопасными для пассажиров, ограничен.

Районы со смешанным характером землепользования и развитой сетью внутренних улиц и проездов характеризуются меньшими расстояниями и смещением доли перемещений на немоторизованные виды передвижения. Для сравнения, раздельное землепользование и преобладание скоростных автострад приводят к увеличению количества и протяженности автомобильных поездок.

Градостроительные меры сами по себе являются не очень эффективными в силу консервативности поведения людей, поэтому они должны дополняться мерами «кну́та и пряника», направленными на преодоление консервативности. Однако наличие правильно организованной структуры землепользования является необходимым элементом для эффективной реализации прочих мероприятий, направленных на предотвращение избыточной мобильности. Учитывая тесную связь между градостроительными аспектами и мобильностью, следует уделять гораздо больше внимания, особенно на ранних стадиях, анализу планируемых мероприятий/проектов с точки зрения их возможного влияния на ге-

нерацию транспортного спроса. Если увеличения транспортного спроса избежать не представляется возможным, то следует рассмотреть возможные альтернативы, предполагающие использование общественного и немоторизованного транспорта.

Создание благоприятных условий для того или иного вида перемещений приводит к росту его привлекательности в глазах потенциальных пользователей, тем самым создавая предпосылки к возникновению эффекта «индуцированного транспортного спроса». Другими словами, «спрос рождает предложение, а предложение – спрос».

Индукцированный транспортный спрос – это дополнительный пиковый транспортный спрос, возникающий из-за расширения и улучшения дорожной инфраструктуры. Он подразделяется на «переедресованные поездки» (смещение перемещений автомобилей по времени и/или по маршрутам следования) и на «индуцированные поездки» (увеличение среднегодового пробега автомобилей).

Расширение дорожной сети сначала снижает заторы, но это приводит к появлению индуцированного трафика, который возрастает до тех пор, пока заторы вновь не увеличатся и не затормозят его. Поэтому предположение о том, что борьба с заторами приводит к экономии времени автомобилистов, неправомерно.

Также несправедливым является утверждение о том, что увеличение мобильности автомобилистов приносит им дополнительную пользу, т.к. в случае индуцированного спроса автомобилисты в основном совершают «вынужденные» поездки, которые они, в принципе, хотели бы избежать. Из-за такого феномена как «индуцированный транспортный спрос», инвестиции в транспортную инфраструктуру могут привести к более высокому общему спросу на поездки. Увеличение пропускной способности существующих дорог или строительство новых представляют собой популярные способы преодоления заторов. Однако опыт показал, что такие меры не сокращают долгосрочный уровень образования заторов.

Обычно, индуцированный транспортный спрос за несколько лет практически нивелирует эффект от расширения транспортной инфраструктуры. В большинстве случаев расширение дорожной

сети приводит к снижению её общей эффективности, повышает «внешние» транспортные издержки и увеличивает автомобилизависимость населения. С другой стороны, развёртывание системы транспорта общего пользования (ТОП) постепенно набирает эффективность за счёт привлечения большего количества пользователей.

В связи с этим необходимо предусматривать меры по сдерживанию «гипермобильности». Они включают в себя широкий набор мер административного, экономического и информационного характера, направленных на минимизацию негативных последствий в первую очередь «гиперавтомобилизации».

Приведем некоторые из решений для сдерживания «гипермобильности»:

а) организационные: ограничение права владения транспортным средством; ограничение доступа транспортных средств на определённую территорию; разработка транспортных планов (для предприятий, школ, жилых районов и регионов), а также персональное транспортное планирование; работа на дому; интернет-торговля с доставкой товаров на дом; информационные и маркетинговые кампании;

б) экономические: увеличение стоимости владения транспортным средством; увеличение стоимости использования транспортного средства; плата за парковку автомобилей;

в) инфраструктурные: оптимизация сети транспортной инфраструктуры; перераспределение уличного пространства в пользу пешеходов, велосипедистов и общественного транспорта, «успокоение» движения; ограничение мест для парковки автомобилей; ландшафтный дизайн улиц.

Перечень мер транспортной политики, направленных на улучшение условий движения и предотвращение хронических заторов на улично-дорожной сети, всегда связан с ограничениями спроса и должен включать:

– Применение современных методов организации движения в целях наиболее эффективного использования наличных ресурсов улично-дорожной сети.

- Реконструкцию пересечений в одном уровне.
- Организацию одностороннего движения на всех участках сети, где эта мера будет способствовать повышению системной пропускной способности.
- Введение жестко регулируемого парковочного режима, в первую очередь на улицах.
- Предоставление преимуществ в движении общественному транспорту, в том числе за счет выделения обособленных полос, предоставления приоритетной зеленой фазы на пересечениях в одном уровне.
- Введение парковочных тарифов с почасовой ставкой, направленных на значительное увеличение платы за долгосрочную стоянку, особенно в центре города.
- Введение норм, стимулирующих автовладельцев обзавестись парковочным местом по месту жительства.
- Введение на улицах в жилой застройке ограничений по скорости движения и сквозному проезду.
- Введение улиц совместного использования и движения с ограничением скоростных режимов.
- Введение платы за пользование отдельными участками улично-дорожной сети. Например, организация платного въезда в центр города.

## **Выводы**

На основе проведенных исследований можно констатировать факт, что в обеспечении БДД участники дорожного движения имеют преобладающее значение. Их действия определяются индивидуальными качествами, отражающими совокупность физиологических и социально-психологических свойств: воспитание, характер, образование, здоровье, темперамент, тип нервной системы и др. Следовательно, в целях повышения состояния безопасности дорожного движения следует применять систему С-У-Т-И, которая в полной мере учитывала бы человеческий фактор в подсистеме «Участник».

Разработана концептуальная функциональная модель системы С-У-Т-И, которая позволит оценить уровень устойчивости транспортных систем.

Полученная модель функционирования транспортной системы позволит проводить сравнительный анализ по оценке эффективности работы систем городской инфраструктуры и определять перспективные направления ее развития, с целью повышения качества транспортного обслуживания населения.

Основываясь на концептуальную функциональную модель, можно утверждать, что чем выше уровень безопасности, доступности и мобильности, тем выше уровень эффективности устойчивой транспортной системы.

### *Список литературы*

1. Ильина И.Е. «Пешеход» в системе В-А-Д-С как один из аспектов оценки состояния безопасности дорожного движения // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Симферополь, 2021. № 1 (71). С. 259-263. <https://doi.org/10.34771/UZSERU.2021.71.1.054>
2. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1984. 287 с.
3. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М.: Транспорт, 1982. 288 с.
4. Прохоцкий Т.Г. Резервы безопасности дорожного движения. Минск: Полымя, 1989. 211 с.
5. Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог / В.М. Сиденко, С.И. Михович. М.: Транспорт, 1976. 286 с.
6. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. М.: Транспорт, 1976. 224 с.
7. Коноплянко В.И. Основы безопасности дорожного движения. М.: ДОСААФ, 1978. 128 с.
8. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения : учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 247 с.

9. Даутов Ф.М. Исследования параметров транспортного потока южной части московского района города Казани в условиях реконструкции транспортной системы / Р.Р. Загидуллин, Ф.М. Даутов // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее. Материалы III Международной научно-практической конференции в рамках форума «Безопасность и связь». Казань: ГБУ «Научный центр безопасности и жизнедеятельности». 2014. С. 596-603.
10. Загидуллин Р.Р. Исследование влияния времени реакции водителя на дорожно-транспортную ситуацию на регулируемом пересечении методом имитационного моделирования // Техника и технология транспорта: научный Интернет-журнал. 2019. № S13. С. 56.
11. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для вузов. М.: Транспорт, 1989. 255 с.
12. Девятов М.М. Эволюция системы ВАДС как предпосылка формирования современных требований к проектированию дорожно-транспортной инфраструктуры сельских муниципальных образований / М.М. Девятов, А.М. Поляков, Е.В. Столетов // Проектирование автомобильных дорог. Сборник докладов 77-й научно-исследовательской конференции МАДИ. Под научной редакцией П.И. Поспелова. 2019. С. 13-24.
13. Буга П.Г. Организация пешеходного движения в городах / П.Г. Буга, Ю.Д. Шелков. М.: Высшая школа, 1980. 232 с.
14. Самойлов Б.С. Организация и безопасность городского движения / Б.С. Самойлов, В.А. Юдин, П.В. Рушевский. М.: Транспорт, 1989. 156 с.
15. Ставничий Ю.А. Дорожно-транспортная сеть и безопасность движения пешеходов. М.: Транспорт, 1983. 72 с.
16. Коршаков И.К. Автомобиль и пешеход: анализ механизма наезда. М.: Транспорт, 1988. 142 с.
17. Лукьянов В.В. Безопасность дорожного движения. М.: Транспорт, 1983. 262 с.
18. Ильина И.Е. Выявление и оценка влияния человеческого фактора в возникновении дорожно-транспортного происшествия // Транс-

- порт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2020. № 9. С. 59-61.
19. Корчагин В.А. Управление процессами перевозок в открытых социо-природо-экономических автотранспортных системах: монография / В.А. Корчагин, С.А. Ляпин. Липецк: ЛГТУ, 2007. 262 с.
  20. Wegman F. Sustainable solutions to improve road safety in the Netherlands / F. Wegman, P. Elsenaar. Research, 1997 (SWOV Report D-097-8). 21 p.
  21. Dickinson L. Factor analysis of Pedestrian Accidents / L. Dickinson, I. Hall // *Transportation Record*. 1976. № 605. P. 35-41.
  22. Pedestrian Accident in the USA // *HSRJ Research Review*. 1982. № 3-4. P. 1-16.
  23. Умирзоков А.М. Концептуальная модель оценки эффективности системы «Водитель - Автомобиль - Дорога - Среда» / А.М. Умирзоков, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, А.А. Сайбов // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение»*. 2019. № 1. С. 37-46. <https://doi.org/10.14529/engin190104>
  24. Чернышов В.Н. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / В.Н. Чернышов, А.Н. Чернышов. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 96 с.
  25. Haque M. O. Evaluating the effects of the road safety system approach in Brunei / М.О. Haque, Т.Н. Haque // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2018. Vol. 118. P. 594-607. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.017>
  26. Еремин В.М. Методологические аспекты исследования системы «водитель – автомобиль – дорога – окружающая среда» // *Актуальные вопросы повышения безопасности движения: сб. науч. тр. М.: МАДИ, 1988. С. 4-8.*
  27. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. М.: Колос С, 2008. 816 с.
  28. Алиев В.А. Надежность тормозных систем автомобилей КамАЗ в специфических условиях республики / В.А. Алиев, А.А. Турсунов // *Горизонты науки*. 1987. № 4. С. 23-26.
  29. Jamous Wael. Assessing travel time reliability implications due to roadworks on private vehicles and public transport services in urban

- road networks / Wael Jamous, Chandra Balijepalli // *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2018. Vol. 5, iss. 4. P. 296-308. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.09.003>
30. Zhang Rong. Estimation of network level benefits of reliability improvements in intermodal freight transport / Rong Zhang, Wenliang Jian, Lóránt Tavasszy // *Research in Transportation Economics*. 2018. Vol. 70. Pp. 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.09.002>
31. Зырянов В.В. Динамическая маршрутизация транспортных потоков как метод снижения транспортной нагрузки на элементы УДС / В.В. Зырянов, А.А. Феофилова, Н.Н. Чуклинов // *Мир транспорта и технологических машин*. 2018. № 1 (60). С. 74-80.
32. Еремин В.М. Концептуальная модель функционирования системы ВАДС как основа компьютерной имитации // *САПР и ГИС автомобильных дорог*. 2014. № 1 (2). С. 90-93.
33. Wiese Frauke. Conceptual model of the industry sector in an energy system model: A case study for Denmark / Frauke Wiese, Mattia Baldini // *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 203. P. 427-443. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.229>.
34. Gent P. A conceptual model for persuasive in-vehicle technology to influence tactical level driver behavior / Paul van Gent, Haneen Farah, Nicole van Nes, Bart van Arem // *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2019. Vol. 60. Pp. 202-216. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.10.004>
35. Kino Yasunobu. Conceptual Modeling supported by Text Analysis / Yasunobu Kino // *Procedia Computer Science*. 2018. Vol. 126. P. 1387-1394. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.090>

### *References*

1. Il'ina I.E. «Peshekhod» v sisteme V-A-D-S kak odin iz aspektov otsenki sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [“Pedestrian” in the V-A-D-S system as one of the aspects of assessing the state of road safety]. *Uchenye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta*. Simferopol, 2021, no. 1 (71), pp. 259-263. <https://doi.org/10.34771/UZCEPU.2021.71.1.054>

2. Sil'yanov V.V. *Transportno-ekspluatatsionnye kachestva avtomobil'nykh dorog* [Transport and operational qualities of highways]. M.: Transport, 1984, 287 p.
3. Babkov V.F. *Dorozhnye usloviya i bezopasnost' dvizheniya* [Road conditions and traffic safety]. M.: Transport, 1982, 288 p.
4. Prokhotskiy T.G. *Rezervy bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* [Road safety reserves]. Minsk: Polymya, 1989, 211 p.
5. Sidenko V.M., Mikhovich S.I. *Ekspluatatsiya avtomobil'nykh dorog* [Operation of highways]. M.: Transport, 1976, 286 p.
6. Vasil'ev A.P. *Sostoyanie dorog i bezopasnost' dvizheniya avtomobiley v slozhnykh pogodnykh usloviyakh* [Road condition and traffic safety in difficult weather conditions]. M.: Transport, 1976, 224 p.
7. Konoplyanko V.I. *Osnovy bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* [Basics of road safety]. M.: DOSAAF, 1978, 128 p.
8. Klinkovshteyn G.I., Afanas'ev M.B. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya : ucheb. dlya vuzov* [Organization of traffic]. M.: Transport, 2001, 247 p.
9. Dautov F.M., Zagidullin R.R. Issledovaniya parametrov transportnogo potoka yuzhnoy chasti moskovskogo rayona goroda Kazani v usloviyakh rekonstruktsii transportnoy sistemy [Research of the parameters of the traffic flow in the southern part of the Moscow region of the city of Kazan in the context of the reconstruction of the transport system]. *Sovremennye problemy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: nastoyashchee i budushchee. Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh foruma «Bezopasnost' i svyaz'»* [Modern problems of life safety: present and future. Materials of the III International Scientific and Practical Conference within the framework of the Security and Communication Forum]. Kazan': GBU «Nauchnyy tsentr bezopasnosti i zhiznedeyatel'nosti», 2014, pp. 596-603.
10. Zagidullin R.R. Issledovanie vliyaniya vremeni reaktsii voditelya na dorozhno-transportnuyu situatsiyu na reguliruemom peresechenii metodom imitatsionnogo modelirovaniya [Investigation of the

- influence of the driver's reaction time on the road traffic situation at a controlled intersection by the method of simulation]. *Tekhnika i tekhnologiya transporta*, 2019, no. S13, pp. 56.
11. Ilarionov V.A. *Ekspertiza dorozhno-transportnykh proissheshtviy: uchebnik dlya vuzov* [Examination of road traffic accidents: a textbook for universities]. M.: Transport, 1989, 255 p.
  12. Devyatov M.M., Polyakov A.M., Stoletov E.V. Evolyutsiya sistemy VADS kak predposylka formirovaniya sovremennykh trebovaniy k proektirovaniyu dorozhno-transportnoy infrastruktury sel'skikh munitsipal'nykh obrazovaniy [Evolution of the VADS system as a prerequisite for the formation of modern requirements for the design of road transport infrastructure of rural municipalities]. *Proektirovanie avtomobil'nykh dorog. Sbornik dokladov 77-y nauchno-issledovatel'skoy konferentsii MADI* [Design of highways. Collection of reports of the 77th scientific research conference of MADI]. P.I. Pospelov (Ed.), 2019, pp. 13-24.
  13. Buga P.G., Shelkov Yu.D. *Organizatsiya peshekhodnogo dvizheniya v gorodakh* [Organization of pedestrian traffic in cities]. M.: Vysshaya shkola, 1980, 232 p.
  14. Samoylov B.S., Yudin V.A., Rushevskiy P.V. *Organizatsiya i bezopasnost' gorodskogo dvizheniya* [Organization and safety of urban traffic]. M.: Transport, 1989, 156 p.
  15. Stavnichiy Yu.A. *Dorozhno-transportnaya set' i bezopasnost' dvizheniya peshekhodov* [Road transport network and pedestrian traffic safety]. M.: Transport, 1983, 72 p.
  16. Korshakov I.K. *Avtomobil' i peshekhod: analiz mekhanizma naezda* [Car and pedestrian: analysis of the collision mechanism]. M.: Transport, 1988, 142 p.
  17. Luk'yanov V.V. *Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya* [Road safety]. M.: Transport, 1983, 262 p.
  18. Il'ina I.E. Vyyavlenie i otsenka vliyaniya chelovecheskogo faktora v vozniknovenii dorozhno-transportnogo proissheshtviya [Identification and assessment of the influence of the human factor in the occurrence of a road traffic accident]. *Transport: nauka, tekhnika*

- ka, upravlenie. *Nauchnyy informatsionnyy sbornik*, 2020, no. 9, pp. 59-61.
19. Korchagin V.A., Lyapin S.A. *Upravlenie protsessami perevozok v otkrytykh sotsio-prirodo-ekonomicheskikh avtotransportnykh sistemakh: monografiya* [Management of transportation processes in open socio-natural-economic transport systems]. Lipetsk: LGTU, 2007, 262 p.
  20. Wegman F., Elsenaar P. Sustainable solutions to improve road safety in the Netherlands. *Research*, 1997 (SWOV Report D-097-8). 21 p.
  21. Dickinson L., Hall I. Factor analysis of Pedestrian Accidents. *Transportation Record*, 1976, no. 605, pp. 35-41.
  22. Pedestrian Accident in the USA. *HSRJ Research Review*, 1982, no. 3-4, pp. 1-16.
  23. Umirzokov A.M., Mambetalin K.T., Saydullozoda S.S., Saibov A.A. Kontseptual'naya model' otsenki effektivnosti sistemy «Voditel' - Avtomobil' - Doroga - Sreda» [Conceptual model for assessing the effectiveness of the “Driver - Car - Road - Environment” system]. *Vestnik YuUrGU. Seriya “Mashinostroenie”*, 2019, no. 1, pp. 37-46. <https://doi.org/10.14529/engin190104>
  24. Chernyshov V.N., Chernyshov A.N. *Teoriya sistem i sistemnyy analiz: ucheb. posobie* [Systems theory and systems analysis: textbook. allowance]. Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tekhn. un-ta, 2008, 96 p.
  25. Haque M.O., Haque T.H. Evaluating the effects of the road safety system approach in Brunei. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2018, vol. 118, pp. 594-607. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.017>
  26. Eremin V.M. Metodologicheskie aspekty issledovaniya sistemy «voditel' – avtomobil' – doroga – okruzhayushchaya sreda» [Methodological aspects of the study of the system “driver - car - road - environment”]. *Aktual'nye voprosy povysheniya bezopasnosti dvizheniya: sb. nauch. tr.* [Actual problems of increasing traffic safety]. M.: MADI, 1988, p. 4-8.
  27. Klenin N.I., Kiselev S.N., Levshin A.G. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny* [Agricultural machines]. M.: Kolos S, 2008, 816 p.

28. Aliev V.A., A.A. Tursunov Nadezhnost' tormoznykh sistem avtomobiley KamAZ v spetsificheskikh usloviyakh respubliky [The reliability of the brake systems of KamAZ vehicles in the specific conditions of the republic]. *Gorizonty nauki*, 1987, no. 4, pp. 23-26.
29. Jamous Wael, Balijepalli Chandra. Assessing travel time reliability implications due to roadworks on private vehicles and public transport services in urban road networks. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 2018, vol. 5, iss. 4, pp. 296-308. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.09.003>
30. Zhang Rong, Jian Wenliang, Tavasszy Lóránt. Estimation of network level benefits of reliability improvements in intermodal freight transport. *Research in Transportation Economics*, 2018, vol. 70, pp. 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.09.002>
31. Zyryanov V.V., Feofilova A.A., Chuklinov N.N. Dinamicheskaya marshrutizatsiya transportnykh potokov kak metod snizheniya transportnoy nagruzki na elementy UDS [Dynamic routing of traffic flows as a method of reducing traffic load on the elements of the UDS]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2018, no. 1 (60), pp. 74-80.
32. Eremin V.M. Kontseptual'naya model' funktsionirovaniya sistemy VADS kak osnova komp'yuternoy imitatsii [Conceptual model of the VADS system functioning as the basis of computer simulation]. *SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog*, 2014, no. 1 (2), pp. 90-93.
33. Wiese Frauke, Baldini Mattia. Conceptual model of the industry sector in an energy system model: A case study for Denmark. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 203, pp. 427-443. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.229>.
34. Gent P., Farah H., Nes N., Arem B. A conceptual model for persuasive in-vehicle technology to influence tactical level driver behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 2019, vol. 60, pp. 202-216. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.10.004>
35. Kino Yasunobu. Conceptual Modeling supported by Text Analysis. *Procedia Computer Science*, 2018, vol. 126, pp. 1387-1394. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.090>

**ДАНИЕ ОБ АВТОРЕ**

**Загидуллин Рамиль Равильевич**, доцент кафедры «Дорожно-строительных машин», кандидат технических наук  
*Казанский государственный архитектурно-строительный университет*  
*ул. Зеленая, 1, г. Казань, Республика Татарстан, 420043, Российская Федерация*  
*r.r.zagidullin@mail.ru*

**DATA ABOUT THE AUTHOR**

**Ramil R. Zagidullin**, Associate Professor «Road construction vehicles», Candidate of Technical Sciences  
*Kazan State University of Architecture and Civil*  
*1, Zelenaya Str., Kazan, Republic of Tatarstan, 420043, Russian Federation*  
*r.r.zagidullin@mail.ru*  
*SPIN-code: 7207-8758*  
*ORCID: 0000-0001-5185-2690*  
*ResearcherID: E-5671-2018*  
*Scopus Author ID: 57193743308*

**DOI: 10.12731/2227-930X-2021-11-3-35-44**  
**УДК 681.3**

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ В СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ**

*Мельникова Т.В., Преображенский А.П.,  
Преображенский Ю.П.*

*Спутниковые системы связи характеризуются большим числом параметров. Это определяет необходимость в выборе соответствующих методов анализа, для того, чтобы обеспечить эффективную работу. Среди рассматриваемых признаков мы выделяем такие, которые группируются в определенные подмножества. Показано, как может сформироваться соответствующий критерий оптимальности в спутниковых системах, продемонстрировано, каким образом он будет учитываться при создании алгоритма. Формируется случайная величина по завершению разбиения по подмножествам. Требуется получить оптимальный набор факторов. Они получаются из условия максимального значения выражения, представляющего собой сумму парных коэффициентов корреляции. Указаны подмножества показателей, являющихся взаимосвязанными. Затем применяем методологию, связанную с построением «деревьев решений» для того, чтобы была сформирована модель дифференциального анализа. Дерево решений позволяет определить классы признаков. Число таких классов может быть более двух. В дереве решений выбираются линейные решающие функции последовательным способом. Они будут связаны с соответствующими критериями.*

***Ключевые слова:** информация; управление; спутниковая система; параметр*

## **THE DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR ANALYSIS OF PARAMETERS IN A SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM**

*Melnikova T.V., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P.*

*Satellite communication systems are characterized by a large number of parameters. This determines the need for the selection of appro-*

*priate analysis methods in order to ensure effective operation. Among the features under consideration, we single out those that are grouped into certain subsets. It is shown how the corresponding criterion of optimality can be formed in satellite systems, it is demonstrated how it will be taken into account when creating an algorithm. A random variable is generated upon completion of subsetting. It is required to obtain an optimal set of factors. They are obtained from the condition of the maximum value of the expression, which is the sum of the pairwise correlation coefficients. The subsets of indicators that are interrelated are indicated. Then we apply the methodology associated with the construction of “decision trees” in order to form a model of differential analysis. The decision tree allows you to define the classes of characteristics. The number of such classes can be more than two. Linear decision functions are selected in the decision tree in a sequential manner. They will be linked to matching criteria.*

**Keywords:** *information; control; satellite system; parameter*

## **Введение**

В настоящее время можно наблюдать развитие систем, связанных с поддержкой принятия решений в спутниковых системах связи. Они базируются на том, что параметры, описывающие спутниковую систему связи [1], разбиваются по определенным группам с точки зрения их значимости. Анализ спутниковой системы связи должен базироваться на дифференциальном подходе. В этой связи представляет с точки зрения практики интерес разработка соответствующего алгоритма обработки параметров.

Цель работы заключается в рассмотрении возможностей построения алгоритма для анализа параметров в спутниковой системе связи.

**Алгоритм анализа значимости параметров в спутниковой системе связи.** Во многих случаях, когда анализируются спутниковые системы связи, тогда некоторые общие факторы в них могут меняться. Это может оказывать разное влияние на тех признаках, которые измеряются [2]. Например, по исходному множеству из  $p$

признаков можно увидеть, что происходит процесс разбиения по ( $s$   $p$ ) относительно небольшому числу подмножеств. Анализ показывает, что изменение признаков, которые связаны с определенным подмножеством, базируется большей частью на каком-то одном общем факторе. Он будет своим по каждому из подмножеств. Примем такую гипотезу. Тогда будем разбивать по подмножествам так, чтобы параметры, которые лежат в определенном подмножестве, были коррелированы весьма сильным образом. При этом для параметров в разных подмножествах будет достаточно слабая. Формируем случайную величину по завершению разбиения по подмножествам [3]. Она будет достаточно сильным способом коррелирована с параметрами такого подмножества. Интерпретируем такую случайную величину в виде искомого фактора. Он заметным образом будет влиять на все параметры в указанном подмножестве.

Если рассматривать общую логическую схему факторного анализа, тогда мы в ней выделяем какой-то частный случай. Для эвристически оптимизационного подхода [4] есть отличия от классических моделей в факторном анализе. Признаки группируются и общие факторы выделяются, базируясь на принципах экстремизации по определенным эвристическим способом обозначенных функционалов. Экстремальная группировка параметров [5] рассматривается в виде разбиений, ведущих к оптимизации функционала  $J_1$  или  $J_2$ . Наборы случайных величин  $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$  будут группироваться экстремальным образом по предварительно указанному количеству классов  $p$  с точки зрения поиска соответствующих подмножеств  $S_1, S_2, \dots, S_p$ . При этом числа натуральные  $1, 2, \dots, p$ , что  $\cup_{l=1}^p S_l = \{1, 2, \dots, p\}$ , а  $S_l \cap S_q = \emptyset$  для  $l \neq q$  и таких  $p$  нормированных ( $D f^{(i)} = 1$ , когда дисперсия будет 1) факторов  $f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(p)}$ . Они ведут к максимизации соответствующего критерия оптимальности.

По конкретному критерию оптимальности в спутниковых системах связи дадим анализ алгоритма.

Пусть функционал рассматривается как критерий оптимальности

$$J_1 = \sum_{i \in S_1} [\text{corr}(x^{(i)}, f^{(1)})]^2 + \dots + \sum_{i \in S_{p'}} [\text{corr}(x^{(i)}, f^{(p')})]^2. \quad (1)$$

Для него  $\text{corr}(x, f)$  будет парным коэффициентом корреляции. Он связывает признак  $x$  и фактор  $f$  в спутниковой системе. Предположим, что  $A_l = \{x^{(i)}, i \in S_l\}$ ,  $l = 1, 2, \dots, p'$ . Функционал  $J_1$  максимизируется. Учитывается разбиение признаков по подмножествам  $A_1, \dots, A_{p'}$ . Еще учитывается выбор по факторам  $f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(p')}$ . В функционале [6], те признаки, которые «близки» между, будут размещаться внутри соответствующего подмножества. Тогда они будут высоким образом коррелированы. Это видно, поскольку когда  $J_1$  будет максимизироваться, тогда в  $l$ -е подмножестве размещаются по фиксированному набору случайных величин  $f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(p')}$ . Для них можно говорить о сильной корреляции с величиной  $f^{(l)}$ . Но мы будем делать выбор по набору по возможным совокупностям случайных величин  $f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(p')}$ . Условием при этом будет «близость» каждой из величин  $f^{(l)}$  относительно всех признаков соответствующего подмножества.

Получение оптимального набора факторов  $f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(p')}$ , если обозначены классы  $S_1, S_2, \dots, S_{p'}$ , возможно как результат максимизации по каждому из слагаемых

$$\sum_{i \in S^l} [\text{corr}(x^{(i)}, f^{(l)})]^2 \quad (l = \overline{1, p'}),$$

Поэтому мы получаем  $\max_{f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(l)}} J_1 = \sum_{l=1}^{p'} \lambda_l^2$ .

В указанном выражении  $\lambda_l$  – рассматривается в виде максимального собственного значения матрицы  $R_l$ . Формируется он при помощи коэффициентов корреляции переменных. Они являются компонентами  $A_l$ . Чтобы получить оптимальное множество факторов  $f^{(l)}$ ,  $l = 1, 2, \dots, p'$ , требуется провести расчет:

$$f^{(l)} = \frac{\sum_{i \in S_l} \alpha_i^{(l)} x^{(i)}}{\sqrt{\sum_{i, j \in S_l} \alpha_i^{(l)} \alpha_j^{(l)} r_j}} \quad l = 1, 2, \dots, p'. \quad (2)$$

В указанном выражении  $r_j = \text{corr}(x^{(i)}, x^{(j)})$ , а  $\alpha^{(l)} = (\alpha_1^{(l)}, \alpha_2^{(l)}, \dots, \alpha_m^{(l)})$  рассматривается в виде собственного вектора матрицы  $R_l$ . Он связан с собственным значением  $\lambda_l$ , т.е.  $R_l * \alpha^{(l)} = \lambda_l * \alpha^{(l)}$ , являющимся максимальным.

Мы считаем, что факторы  $f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(p')}$  рассматриваются в виде известных. Тогда мы можем разбить  $S_1, S_2, \dots, S_p$ , что позволит максимизировать  $J_1$ , когда фиксированы  $f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(p')}$ . Тогда

$$S_l = \left\{ i : \text{corr}^2(x^{(i)}, f^{(i)}) \geq \text{corr}^2(x^{(i)}, f^{(q)}) \text{ для всех } q = 1, 2, \dots, p' \right\} \quad (3)$$

Для того, чтобы был максимум  $J_1$ , можно рассматривать в виде необходимых условий (2) и (3).

Разбиения  $S_1, S_2, \dots, S_p$  и множество факторов  $f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(p')}$  должны быть в ходе поиска оптимальными. Тогда мы исходим из итерационного алгоритма. В нем выбираются оптимальные факторы. Они последовательным образом определяются. После этого выбирается разбиение, которое будет оптимальным относительно факторов, которые были получены для предыдущего шага [7].

Параметры соотносятся с подмножествами  $A_1, \dots, A_{j_1}$  для  $\gamma$ -м шага итерации. Проводим формирование факторов  $f_\gamma^{(l)}$  на базе (2) в каждом из подмножества параметров. Также формируем  $\gamma+1$  разбиение параметров  $A_1^{(\gamma+1)}, \dots, A_p^{(\gamma+1)}$ . При этом исходим из правила: параметр  $x^{(i)}$  связан с подмножеством  $A_l^{(\gamma+1)}$ , когда

$$\text{corr}^2(x^{(i)}, f_\gamma^{(l)}) \geq \text{corr}^2(x^{(i)}, f_\gamma^{(q)}) \quad (q = 1, 2, \dots, p') \quad (4)$$

Пусть мы сможем найти  $n > 2$  факторов, когда придем к знаку равенства в (2). При выполнении такого условия принадлежность параметра  $x^{(i)}$  к определенному множеству будет произвольной.

Не будет падения убывает  $J_1$  для каждого из шагов итераций. Это определяет схождение к максимуму, в том числе и локальному, алгоритма. Произведен выбор набора показателей, основываясь на указанной методике, которые требуются для осуществления дифференциального анализа спутниковой системы связи [8].

Были сформированы такие подмножества показателей, являющихся взаимосвязанными:

- 1) число модулей спутниковой системы связи [9],

- 2) ширина диаграммы направленности,
- 3) мощность передающего устройства,
- 4) коэффициент направленного действия.

**Использование деревьев решений для того, чтобы формировать модели анализа.** По спутниковой системе связи важно сформировать модель дифференциального анализа. Применяем методологию, связанную с построением «деревьев решений» [10].

Применяем в ходе исследований линейную решающую функцию, как элементарную функцию

$$g(X) = \overline{W}^T \overline{X} + \omega_{n+1} \quad (5)$$

В указанном выражении  $\overline{X}$  рассматривается в виде вектора признаков,  $\overline{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,

$\overline{W}_0$  рассматривается в виде весового вектора,  $\overline{W}_0 = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ .

Пусть ведем анализ расширенных векторов признаков. При этом они имеют дополнительную последнюю компоненту 1. В таком случае мы запишем соотношение:

$$g(X) = W' X. \quad (6)$$

в нем  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n, 1)$ ,  $W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{n+1})$ .

Исходим из того, что, что когда разбиваем по 2 классам  $\omega_1, \omega_2$ , тогда для решающей функции имеем условия

$$g(X) = W' X \begin{cases} > 0 & \text{если } X \in \omega_1, \\ < 0 & \text{если } X \in \omega_2. \end{cases}$$

Число классов  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ , может быть в ходе исследований и более, чем 2.

Метод попарного разделения по классам может рассматриваться в виде наиболее общего подхода для указанных типов задач.

Тогда ведем отделение одного класса от другого за счет того, что есть индивидуальная разделяющая поверхность. Считаем, что есть попарная делимость в классах. Мы можем найти

$C_M^2 = \frac{M(M-1)}{2}$  поверхностей, являющихся разделяющими. Для решающих функций представление такое:  $g_{ij}(X) = W'_{ij} X$ . Для них характерно, что когда образ  $\overline{X}$  будет принадлежать к классу  $\omega_i$ , тогда  $g_{ij}(X) > 0$ , при условии  $j \neq i$ . Также,  $g_{ij}(X) = -g_{ji}(X)$ .

Требуются высокие вычислительные затраты, чтобы осуществить процесс попарного разделения по полному множеству решающих функций  $\frac{M(M-1)}{2}$ .

Большое число попарным образом разделяющих функций будут дублировать друг друга. Это демонстрирует практика. Такие дублирующие функции мы можем убрать. Тогда для окончательного решающего правила мы приходим к дереву решений. Для него мы выбираем линейные решающие функции последовательным образом. Они будут удовлетворять соответствующим критериям.

### **Выводы**

В проведенном исследовании даны предложения по возможностям построения алгоритма для анализа параметров в спутниковой системе связи. Комбинируя его с подходом, базирующимся на использовании деревьев решений, есть возможности для того, чтобы повысить эффективность обработки данных в спутниковых системах связи.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Информация о спонсорстве.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

### ***Список литературы***

1. Суворов А.П., Лесников А.С. Особенности развития современных телекоммуникационных сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 1 (32). С. 46-48.
2. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Об использовании подходов базирующихся на технологии data mining // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 1 (32). С. 28-30.
3. Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. Об использовании метода статистического анализа для анализа характеристик производительности сети // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 2 (33). С. 34-36.

4. Львович Э.М., Холодков А.М. Проблемы передачи информации в автоматизированных системах управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 3 (34). С. 30-33.
5. Преображенский Ю.П., Чупринская Ю.Л., Кравцова Н.Е. Анализ характеристик, используемых при проектировании беспроводных систем связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 3 (34). С. 47-49.
6. Щетникова Д.А., Маренков Н.М., Ружицкий Е. Проблемы моделирования распространения радиоволн на базе лучевых подходов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 3 (34). С. 56-58.
7. Львович И.Я., Чупринская Ю.Л., Кравцова Н.Е. О разделении и анализе перекрещивающихся сигналов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 4 (35). С. 65-67.
8. Бабешко В.Н., Черняков М.К., Чернякова М.М. Оценка эвристических методов системного анализа // International Journal of Advanced Studies. 2018. Т. 8, № 1-2. С. 15-20.
9. Лысанов Д.М., Пономаренко Н.А. Количественная оценка уровня качества оборудования // International Journal of Advanced Studies. 2018. Т. 8, № 4-2. С. 56-61.
10. Волков Д.В. Имитационное мультиагентное моделирование системы связи специального назначения // International Journal of Advanced Studies. 2017. Т. 7, № 1-2. С. 31-37.

### *References*

1. Suvorov A.P., Lesnikov A.S. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2020, no. 1 (32), pp. 46-48.
2. L'vovich I.YA., Kravcova N.E., Chuprinskaya Yu.L. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2020, no. 1 (32), pp. 28-30.
3. Preobrazhenskij Yu.P., SHoporov O.N. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2020, no. 2 (33), pp. 34-36.
4. L'vovich E.M., Holodkov A.M. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2020, no. 3 (34), pp. 30-33.

5. Preobrazhenskij Yu.P., CHuprinskaya Yu.L., Kravcova N.E. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2020, no. 3 (34), pp. 47-49.
6. Shchetnikova D.A., Marenkov N.M., Ruzhickij E. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2020, no. 3 (34), pp. 56-58.
7. L'vovich I.Ya., CHuprinskaya Yu.L., Kravcova N.E. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2020, no. 4 (35), pp. 65-67.
8. Babeshko V.N., Chernyakov M.K., Chernyakova M.M. *International Journal of Advanced Studies*, 2018, vol. 8, no. 1-2, pp. 15-20.
9. Lysanov D.M., Ponomarenko N.A. *International Journal of Advanced Studies*, 2018, vol. 8, no. 4-2, pp. 56-61.
10. Volkov D.V. *International Journal of Advanced Studies*, 2017, vol. 7, no. 1-2, pp. 31-37.

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Мельникова Томара Вениаминовна**, магистр

*Автономная некоммерческая образовательная организация  
высшего образования Воронежский институт высоких технологий*

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
tmelnikiva910@gmail.com*

**Преображенский Андрей Петрович**, профессор, доктор технических наук, доцент

*Автономная некоммерческая образовательная организация  
высшего образования Воронежский институт высоких технологий*

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
Komkovvvt@yandex.ru*

**Преображенский Юрий Петрович**, профессор, кандидат технических наук, доцент

*Автономная некоммерческая образовательная организация  
высшего образования Воронежский институт высоких технологий*

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
Komkovvvt@yandex.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Tomara V. Melnikova**, Magistr

*Voronezh Institute of High Technologies  
73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation  
tmelnikiva910@gmail.com*

**Andrey P. Preobrazhenskiy**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

*Voronezh Institute of High Technologies  
73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation  
Komkovvvt@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-6911-8053*

**Yuriy P. Preobrazhenskiy**, Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

*Voronezh Institute of High Technologies  
73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation  
Komkovvvt@yandex.ru*

DOI: 10.12731/2227-930X-2021-11-3-45-56

УДК 656.021

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ЧЕРЕЗ ОСТАНОВОЧНЫЕ ПУНКТЫ

*Аверьянов Ю.И., Асфур Х.М.А., Голеняев Н.С.*

*В связи с большим разнообразием городского пассажирского транспорта, как по видам, так и по вместимости возникает вопрос о том, влияет ли данное разнообразие на пропускную способность остановочных пунктов. Исследования интенсивности движения городского пассажирского транспорта по пятнадцати остановочным пунктам позволили установить, что: количество маршрутных такси меняется по времени, не подчиняясь синусоидальной закономерности остальных видов городского пассажирского транспорта, что говорит о влиянии экономического фактора связанного только с целью извлечения прибыли; интенсивность движения городского пассажирского транспорта через остановочный пункт показывает преобладание в нем маршрутных такси, что является основной причиной возникновения заторов на остановочных пунктах и регулируемых перекрестках; движение различных видов городского пассажирского транспорта через остановочный пункт осуществляется в случайном порядке, что так же является причиной возникновения заторов.*

***Цель** – определение интенсивности движения городского пассажирского транспорта через остановочные пункты путем использования «Яндекс.Карты» и приложения «2ГИС».*

***Метод или методология проведения работы.** В статье использовались методы наблюдения и сравнения, а также статистические методы анализа.*

***Результаты.** Получены зависимость количества городского пассажирского транспорта по их видам от времени суток и за-*

*зависимость количества пассажиров городского пассажирского транспорта по их видам от времени суток.*

**Область применения результатов.** *Полученные результаты целесообразно учитывать при планировании и организации движения городского пассажирского транспорта.*

**Ключевые слова:** *интенсивность движения; улично-дорожная сеть; остановочный пункт; маршрутные такси; автобусы; троллейбусы*

## STUDY OF THE MOVEMENT INTENSITY OF URBAN PASSENGER TRANSPORT THROUGH BUS STOP POINTS

*Averyanov Y.I., Asfur H.M.A., Golenyaev N.S.*

*Due to the wide variety of urban passenger transport; the terms, types and capacity of buses are the main parameters that will be denoted in this study, the question here arises as to whether this diversity affects the throughput of bus stop point capacity. The studies of the traffic intensity of urban passenger transport, at fifteen stopping points, made it possible to give an idea of:*

*The number of fixed-path minibus changes over time and not obeying the movement regularity with other types of urban passenger transport. Where that indicates the influence of an economic factor associated only to make a profit. The intensity of urban passenger transport through the bus stopping point shows the dominance of route minibus on it, and it that consider the main cause of congestion at the stop points; the movement of various types of urban passenger transport through the stopping point is carried out in a random order, it also causes congestion, too.*

**Purpose.** *Analysis of factors affecting the capacity of a bus stop point for urban passenger transport.*

**Methodology** *in the article, economic-mathematical methods, and also statistical methods of the analysis were used.*

**Results.** *The most important parameters showing some aspects of carrying out the analysis of public transport movement operations at stop points are received.*

**Practical implications.** *The results obtained should be considered while planning and manage the movement of urban passenger transport.*

**Keywords:** *Traffic Intensity; Road Network; Bus Stop Point; Bus Path; Minibus; Bus; Trolleybus; Urban Passenger Transport*

Транспортный комплекс современного города включает в себя в частности городской пассажирский транспорт (ГПТ), к которому относятся транспорт массовый, общего пользования, а также общественный и индивидуального пользования (такси, ведомственные автомобили и автобусы) [2].

Нормальное жизнеобеспечение современного города, особенно крупного, невозможно без удобных и надежных транспортных связей [3, 4]. Наибольшее значение для жизнедеятельности города при этом имеют массовые виды ГПТ, роль которых в современном городе сводится к предоставлению удобств и снижению затрат времени на передвижение. Уровень развития ГПТ, разветвленность и плотность транспортной и маршрутной сети на территории города, интервал и скорость движения транспорта определяют время, которое жители города вынуждены затрачивать на необходимые поездки. Продолжительность поездки влияет на транспортную усталость населения, на их производительность и качество труда [1, 6, 7]. Кроме того, оптимизация времени в пути на сигнальных перекрестках обеспечивает лучшую экономию топлива [11].

Массовые виды ГПТ работают на заранее установленных маршрутах, и характеризуются большой вместимостью, высокой провозной способностью.

Наиболее распространенным из ГПТ является автобус. К преимуществам автобуса перед другими видами ГПТ следует отнести [2, 5]:

- хорошую маневренность;
- относительно небольшие капитальные вложения в организацию движения;

– большое разнообразие типов и видов как по вместимости (от микроавтобусов до сочлененных автобусов, повышенной вместимости), так и по стоимости.

В связи с большим разнообразием используемого подвижного состава по их типам и видам, так и по вместимости встает вопрос о том, влияет ли данное разнообразие на интенсивность движения, в частности через остановочные пункты (ОП) [13].

С целью установления влияния разнообразия подвижного состава на интенсивности движения общего потока через регулируемые узлы улично-дорожной сети (УДС), в частности, движения ГПТ через ОП, было проведено в ЮУрГУ натурное исследование [16].

Условия проведения исследования интенсивности движения ГПТ через ОП предполагали нижеуказанные допущения.

Сбор данных осуществлялся с помощью «Яндекс.Карты» и приложения «2ГИС» ручным способом. При сборе данных учитывались ГПТ, к которым относились маршрутные такси, автобусы и троллейбусы. Данные исследований собирались, когда на исследуемом участке отсутствовали происшествия и техническое обслуживание дорожного полотна.

Используя расписания ГПТ, которые работают в этом районе, и путем регистрации их типов и вместимости, работающих в обоих направлениях, определялись приблизительно количество пассажиров, пользующихся ГПТ.

На исследуемом участке города, по Комсомольскому проспекту, находилось 15 ОП (Каслинская ул. – Чичерина ул.) в двух направлениях с разными интенсивностями движения.

Для определения потенциального пассажиропотока принимались исследования зарубежных авторов, которые установили, что вместимость автобусов и троллейбусов составляет 85 пассажиров в полном транспортном средстве, а в маршрутном такси – 22 пассажира [14].

Ручной подсчет количества ГПТ на исследуемом участке города велся при одновременной фиксации времени прохождения ОП.

Принималось, что ГПТ движется со средней скоростью 30 км/ч.

Все сиденья и стоячие места ГПТ заняты на 90% в пиковые периоды и на 75% в другие периоды.

Расстояние между ОП измерялось с помощью «Яндекс.Карты» и приложения «2ГИС».

ОП, через которые проходили ГПТ, были собраны в группы по направлению маршрута, чтобы можно было обобщить полученные данные и представить их в табличной форме для анализа реальной ситуации.

На основании полученных данных была определена интенсивность движения ГПТ через ОП, на исследованном участке.

В ходе исследования интенсивности движения ГПТ путем наблюдения были собраны данные по 15-ти ОП, на Комсомольском проспекте, города Челябинск. Исследования интенсивности движения ГПТ проводились в двух взаимно противоположных направлениях, с учетом пассажиро-местимости основных видов ГПТ, которыми являются маршрутное такси, автобусы и троллейбусы, как показано в таблице 1, [14, 15].

Таблица 1.

**Вместимость пассажиров по типу транспортного средства**

№	Тип городского пассажирского транспорта	Вместимость, чел.
1	Маршрутное такси	22
2	Автобусы	85
3	Троллейбусы	85-110

Результаты исследования интенсивности движения по 15-ти ОП в двух направлениях с разными пропускными способностями были представлены в табличной форме для определения закономерности количества городского пассажирского транспорта и пассажиров по их видам от времени суток.

Используя уравнение:

$$B_{bb} = \frac{3600(g/c)}{t_c + t_d \left( \frac{g}{c} \right) + Z_a c_v t_d},$$

где  $B_{bb}$  – максимальное количество автобусов на машино-место в час (авт./ч);  $g/c$  – эффективное время зеленого света на цикл работы светофорного объекта (для остановочного пункта при нерегулируемом

перекрестке,  $g/c = 1$ );  $t_c$  – время освобождения (убытия) с остановочного пункта ( $t_c$  может составлять 9-20 с), с;  $t_d$  – времени затраченное на обслуживание пассажиров на остановочном пункте (посадка и высадка), с;  $c_v$  – коэффициент вариации времени обслуживания пассажиров на остановочном пункте ( $c_v$  может в среднем для  $t_d$  составлять 0,6 с);  $Z_a$  – коэффициент вероятности отказа в заявке на обслуживание (рекомендуемый  $Z_a$  на отказ может составлять 1.44-1.04).

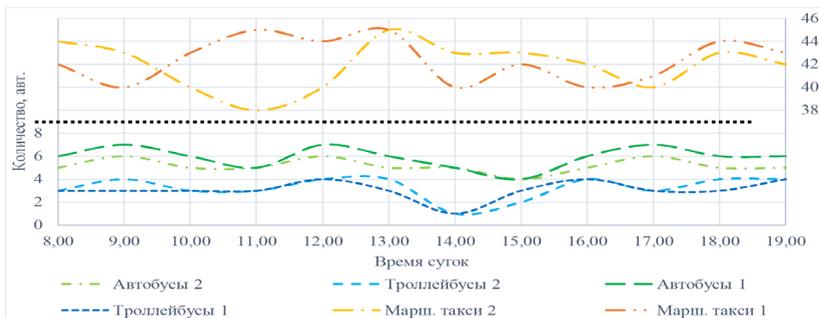
Рассчитаем пропускную способность одного ОП с учетом следующих значений  $g/c = 0.45$ ,  $t_c = 10$ ,  $t_{om} = 45$  значение  $t_d$ , которые можно определить из таблицы 2.

Таблица 2.

**Максимальное количество автобусов на остановочных пунктах в час в зависимости от среднего времени ожидания [9, 10, 12]**

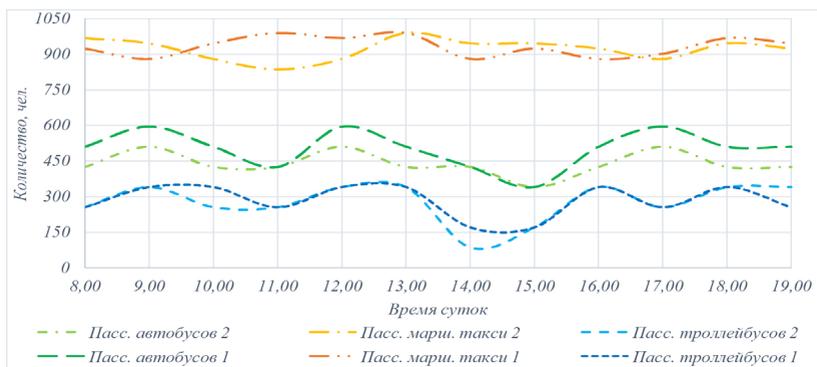
$t_d$ , (с)	$B_{bb}$ , (авт./час)	$t_d$ , (с)	$B_{bb}$ , (авт./час)
20	25	60	19
30	23	100	16
40	22	120	14
50	20	–	–

В результате исследования интенсивности движения ГПТ в течение дневного времени, с 8:00 до 19:00 часов, были получены зависимости количества ГПТ и количества пассажиров ГПТ по их видам от времени суток, рисунок 1 и 2.



**Рис. 1.** Зависимость количества городского пассажирского транспорта по их видам от времени суток (1 направление от ул. Каслинская до ул. Чичерина; 2 – обратное направление)

В целом интенсивность движения ГПТ (рисунок 1) имеет вид близкий к синусоидальной закономерности. Следует отметить, что повышенная интенсивность движения ГПТ через ОП наблюдается, как и следовало ожидать в пиковые часы, то есть в дневное, обеденное и вечернее время, однако наблюдается особенность движения среди разных типов ГПТ.



**Рис. 2.** Зависимость количество пассажиров городского пассажирского транспорта по их видам от времени суток (1 направление от ул. Каслинская до ул. Чичерина; 2 – обратное направление)

Зависимость количество пассажиров городского пассажирского транспорта (рисунок 2) по их видам от времени суток имеет подобную, как и в первом случае, синусоидальную закономерность. Однако пассажиропоток на ГПТ резко отличается по видам транспорта [8], что показывает приоритет автобусов над остальными видами ГПТ.

Исследования интенсивности движения ГПТ через ОП позволили установить ее особенности и сделать следующие выводы:

1. Установлено, что количество маршрутных такси меняется по времени, не подчиняясь синусоидальной закономерности остальных видов ГПТ, что говорит о влиянии экономического фактора связанного с целью извлечения прибыли.

2. Интенсивность движения ГПТ через ОП показывает преобладание маршрутных такси перед остальными видами ГПТ, что является основной причиной возникновения заторов на ОП.

3. Движение различных видов ГПТ через ОП осуществляется в случайном порядке, что так же является причиной возникновения заторов на ОП.

### *Список литературы*

1. Аверьянов Ю. И., Асфур Х. М. А., Голеняев Н. С. Теоретическое обоснование скоростного режима общественного автотранспорта для безостановочного проезда регулируемого перекрестка // Экономика и менеджмент. 2021. Т. 15, №. 1. С. 182-188.
2. Булавина Л. В. Проектирование и оценка транспортной сети и маршрутной системы в городах: учебно-методическое пособие. 2019. 80 с.
3. Димова И. П. Повышение эффективности функционирования остановочных пунктов городского пассажирского транспорта и движения транспортных средств в зоне их влияния: дис. Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2009. 167 с.
4. Зедгенизов А. В. Повышение эффективности дорожного движения на остановочных пунктах городского пассажирского транспорта: автореф. ... канд. техн. наук. 2008. 20 с.
5. Липенков А. В., Кузьмин Н. А., Ерофеева Л. Н. Математическая модель пропускной способности остановочного пункта в случае отсутствия маневров по обгону автобусами друг друга // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 4 (179). С. 87-94. [http://vestnik.osu.ru/2015\\_4/15.pdf](http://vestnik.osu.ru/2015_4/15.pdf)
6. Averyanov Y. I., Asfoor H. M. A., Golonyaev N. S. Influence of the Speed of Motion of Public Motor Transport and the Time of the Green Signal of the Light Traffic on the Formation of Their Transport Flow // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. Vol. 666. №. 4, 042085.
7. Averyanov Y., Golonyaev N., Giniyatullin I. Method for the organization of non-stop passage of public transport through a controlled intersection // Transportation research procedia. 2020. Vol. 50. P. 28-36.
8. Çalışkanelli S. P., Coşkun Atasever F., Tanyel S. Start-up lost time and its effect on signalized intersections in Turkey // Promet-Traffic&Transportation. 2017. Vol. 29, No. 3. P. 321-329.

9. Dueker K. J. et al. Determinants of bus dwell time // Journal of public transportation. 2004. Vol. 7, No. 1. P. 2.
10. Fernández R. Modelling bus stop interactions. PhD Thesis. 2001.
11. Ghasemlou K., Aydın M. M., Yıldırım M. S. Comparison of delay time models for over-saturated traffic flow conditions at signalized intersections // International journal of advanced science and technology. 2015. Vol. 84. P. 9-18.
12. Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000. 1134 p.
13. Peña C., Moreno E. Delay at Bus Stops of Transmilenio Transport System According to Parameters Measured” in situ”. Case Study Bogotá-Colombia // Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2014. Vol. 160. P. 121-129.
14. Powell F. et al. The costs and benefits of inner city parking vis-à-vis network optimisation. 2015. № 575.
15. Reilly W. Highway capacity manual 2000. TR News. 1997. № 193.
16. Shepelev V. D. et al. The Estimation of Traffic Flow Parameters based on Monitoring the Speed Values using Computer Vision // VEHTS. 2021. P. 752-759.

### *References*

1. Averyanov Y. I., Asfur H. M. A., Golenyaev N. S. Teoreticheskoe obosnovanie skorostnogo rezhima obshchestvennogo avtotransporta dlya bezostanovochnogo proezda reguliruemogo perekrestka [Theoretical substantiation of the high-speed mode of public transport for non-stop passage of a regulated intersection]. *Ekonomika i menedzhment* [Economics and management], 2021, vol. 15, no. 1, pp. 182-188.
2. Bulavina L. V. *Proektirovanie i otsenka transportnoy seti i marshrut-noy sistemy v gorodakh: uchebno-metodicheskoe posobie* [Design and assessment of the transport network and route system in cities: teaching aid]. 2019, 80 p.
3. Dimova I. P. *Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya ostanovochnykh punktov gorodskogo passazhirskogo transporta i dvizheniya transportnykh sredstv v zone ikh vliyaniya* [Increasing the efficiency

- of the functioning of stopping points of urban passenger transport and the movement of vehicles in the zone of their influence]. Tyumen State Oil and Gas University, 2009, 167 p.
4. Zedgenizov A. V. *Povyshenie effektivnosti dorozhnogo dvizheniya na ostanovochnykh punktakh gorodskogo passazhirskogo transporta* [Improving the efficiency of road traffic at stopping points of urban passenger transport]. 2008, 20 p.
  5. Lipenkov A. V., Kuzmin N. A., Erofeeva L. N. Matematicheskaya model' propusknoy sposobnosti ostanovochnogo punkta v sluchae otsutstviya manevrov po obgonu avtobusami drug druga [Mathematical model of the throughput of a stopping point in the absence of maneuvers to overtake each other by buses]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State University], 2015, no. 4 (179), pp. 87-94. [http://vestnik.osu.ru/2015\\_4/15.pdf](http://vestnik.osu.ru/2015_4/15.pdf)
  6. Averyanov Y. I., Asfoor H. M. A., Golenyaev N. S. Influence of the Speed of Motion of Public Motor Transport and the Time of the Green Signal of the Light Traffic on the Formation of Their Transport Flow. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021, vol. 666, no. 4, 042085.
  7. Averyanov Y., Golenyaev N., Giniyatullin I. Method for the organization of non-stop passage of public transport through a controlled intersection. *Transportation procedural research*, 2020, vol. 50, pp. 28-36.
  8. Çalıřkanelli S. P., Cořkun Atasever F., Tanyel S. Start-up lost time and its effect on signalized intersections in Turkey. *Promet-Traffic&Transportation*, 2017, vol. 29, no. 3, pp. 321-329.
  9. Dueker K. J. et al. Determinants of bus dwell time. *Journal of public transportation*, 2004, vol. 7, no. 1, p. 2.
  10. Fernández R. Modelling bus stop interactions. PhD Thesis. 2001.
  11. Ghasemlou K., Aydın M. M., Yıldırım M. S. Comparison of delay time models for over-saturated traffic flow conditions at signalized intersections. *International journal of advanced science and technology*, 2015, vol. 84, pp. 9-18.
  12. Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000, 1134 p.

13. Peña C., Moreno E. Delay at Bus Stops of Transmilenio Transport System According to Parameters Measured” in situ”. Case Study Bogotá-Colombia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2014, vol. 160, pp. 121-129.
14. Powell F. et al. The costs and benefits of inner city parking vis-à-vis network optimization, 2015. № 575.
15. Reilly W. Highway capacity manual 2000. TR News, 1997, № 193.
16. Shepelev V. D. et al. The Estimation of Traffic Flow Parameters based on Monitoring the Speed Values using Computer Vision. VEHITS, 2021, pp. 752-759.

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Аверьянов Юрий Иванович**, профессор кафедры «Автомобильный транспорт», доктор технических наук  
*Южно-Уральский государственный университет*  
*ул. Проспект Ленина, 76, г. Челябинск, Челябинская область, 454080, Российская Федерация*  
*aver541710@mail.ru*

**Асфур Хасанаин Мухи Асфур**, аспирант кафедры «Автомобильный транспорт»  
*Южно-Уральский государственный университет*  
*ул. Проспект Ленина, 76, г. Челябинск, Челябинская область, 454080, Российская Федерация*  
*iraqieng2003@yahoo.com*

**Голеняев Николай Сергеевич**, аспирант кафедры «Автомобильный транспорт»  
*Южно-Уральский государственный университет*  
*ул. Проспект Ленина, 76, г. Челябинск, Челябинская область, 454080, Российская Федерация*  
*golenuaev@mail.ru*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Yuri I. Averyanov**, Professor of the Department of Automobile Transport, Doctor of Technical Sciences

*South Ural State University*  
*76, Lenin Ave., Chelyabinsk, Chelyabinsk Region, 454080, Russian Federation*  
*aver541710@mail.ru*  
*SPIN-code: 3472-2648*  
*ORCID: 0000-0002-5934-4436*  
*Scopus Author ID: 57202610487*

**Hasanain Muhi Asfour Asfur**, Postgraduate Student of the Department of Automobile Transport  
*South Ural State University*  
*76, Lenin Ave., Chelyabinsk, Chelyabinsk Region, 454080, Russian Federation*  
*iraqieng2003@yahoo.com*  
*ORCID: 0000-0003-3448-101X*  
*Scopus Author ID: 57222469510*

**Nikolay S. Golenyaev**, Post-Graduate Student of the Department “Automobile Transport”  
*South Ural State University*  
*76, Lenin Ave., Chelyabinsk, Chelyabinsk Region, 454080, Russian Federation*  
*golenyaev@mail.ru*  
*SPIN-code: 8270-6479*  
*ORCID: 0000-0003-3657-3567*  
*Scopus Author ID: 57220118690*

DOI: 10.12731/2227-930X-2021-11-3-57-67

УДК 004.93

## РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАСПИСАНИЯ В ВЫСШИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ДЛЯ УДОБНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ

*Биков Д.И., Хамидуллин М.Р.*

*Учебная отрасль – главная и самая широко распространенная отрасль. Развитие учебной системы в нашей стране не должно ограничиваться увеличением количества образовательных учреждений, оно также должно быть направлено на дальнейшее развитие с использованием информационных систем.*

*Для обеспечения комфортного мониторинга расписания в ВУЗах требуется ряд важных программных средств, упрощающих отслеживание учебной программы с использованием современных информационных систем.*

**Цель** – создание системы мониторинга расписания в образовательных учреждениях для улучшения взаимодействия между студентами и образовательным процессом.

**Метод или методология проведения работы:** в статье рассмотрен проект по отслеживанию расписания и взаимодействие с учебным процессом.

**Результаты:** разработан публичный чат-бот в социальной сети ВКонтакте, в котором, по запросу, выдается, соответствующее требованию пользователя, ответ, связанный с образовательным процессом.

**Область применения результатов:** полученные результаты целесообразно применять студентам, которые имеют возможность отслеживать список предстоящих учебных занятий и удобно взаимодействовать с ними.

**Ключевые слова:** расписание; образовательный процесс; автоматизация; мобильная разработка; мониторинг

## DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A SCHEDULE MONITORING SYSTEM IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS FOR CONVENIENT INTERACTION WITH THE EDUCATIONAL PROCESS

*Bikov D.I., Khamidullin M.R.*

*The educational industry is the main and most widespread industry. The development of the educational system in our country should not be limited to an increase in the number of educational institutions, it should also be aimed at further development using information systems.*

*To ensure comfortable monitoring of the schedule in universities, a number of important software tools are required that simplify the tracking of the curriculum using modern information systems.*

***Purpose** – creating a schedule monitoring system in educational institutions to improve the interaction between students and the educational process.*

***Method or methodology of work.** The article describes a project on schedule tracking and interaction with the educational process.*

***Results.** A public chatbot in the social network VKontakte has been developed, in which, upon request, a response related to the educational process is issued, corresponding to the user's request.*

***Scope of the results:** the results obtained should be applied to students who have the opportunity to track the list of upcoming training sessions and interact with them conveniently.*

***Keywords:** schedule; educational process; automation; mobile development; monitoring*

### **Введение**

В данной статье рассматривается одно из возможных решений проблемы организации отслеживания и рассылки расписания. В настоящее время в России функционируют огромное количество высших образовательных учреждений, при этом важной особенностью является и остается удобность информационных систем.

Практически каждое учебное заведение, обладающая государственной аккредитацией стремится привлечь как можно больше студентов, поскольку страна нуждается в большом количестве высококвалифицированных специалистов. Важным условием для привлечения новых абитуриентов, помимо образования и дальнейшего трудоустройства, так же является грамотная реализация и ведение учебного процесса при помощи информационных систем

Разработка системы направлена на мониторинг расписания занятий в ВУЗах и удобное взаимодействие учебным процессом при помощи чат-бота социальной сети «ВКонтакте».

### **Материалы и методы**

Чтобы создать бота, необходимо:

1. Сообщество, от имени которого чат-бот будет общаться с пользователями социальной сети «ВКонтакте».
2. Сервер, который будет получать уведомления о событиях.
3. Логика самого бота – скрипт, который определяет, как бот реагирует на то или иное событие [1].

Прежде всего, нужно продумать функциональность чат-бота. Во-первых, необходимо составить список возможных текстовых команд или событий, на которые бот должен реагировать, и соответствующие на них ответы бота. Чтобы реагировать на любые события, наш сценарий должен узнать о них [13]. В API «ВКонтакте» есть два подхода к этому – Callback API и Long Poll API.

При использовании Callback API на стороне клиента создается сервер, который поддерживает непрерывную связь с серверами социальной сети «ВКонтакте». По созданному каналу сервер ожидает входных сигналов, а после получения, сразу приступает к обработке полученной информации. Кроме того, передача в данном типе осуществляется не пакетами, а по одиночке (рис 1). Таким образом создается значительная зависимость работоспособности бота от интернет-соединения [11].

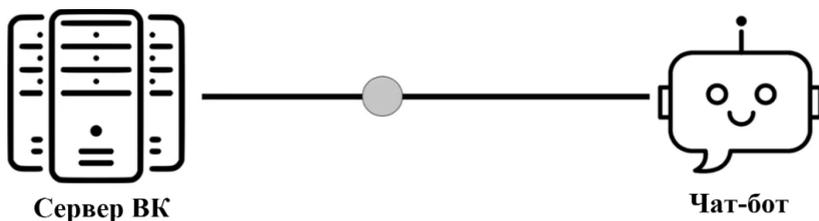


Рис. 1. Callback API. Непрерывная связь между клиентом и сервером

Второй способ получения обновлений – это подключение к Bots Long Poll API. При использовании Longpoll бот работает только на стороне клиента, ему не обязательно обращаться к серверам «ВКонтакте». Он сам при необходимости отправит сигнал на сервер ВК, после чего ожидает ответа, затем снова запрашивает. Данный тип API подразумевает передачу запросов от сервера не по одиночке, а пакетами, т.е. по несколько штук за одну передачу (рис 2). Это позволяет экономит трафик, потому что боту нет необходимости держать постоянную связь с сервером.

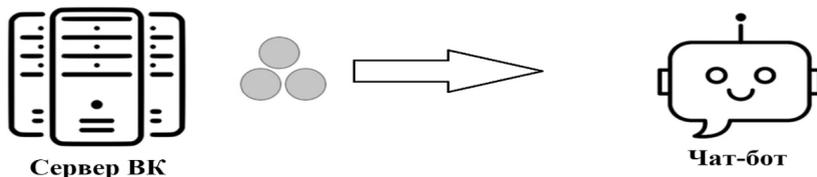


Рис. 2. Bots Long Poll API. Передача данных к серверу с помощью пакетов.

Можно сказать, что чат-бота можно создать на любом из API. Однако, Long Poll API больше подойдет для случаев, когда ботом одновременно пользуются небольшое количество людей [10]. Поскольку после получения сразу целого пакета новых событий, серверу необходимо все их обработать, это может вызвать сильную нагрузку на вычислительной мощности. Callback API напротив, позволяет распределить нагрузку на аппаратную часть, поскольку передача событий осуществляется сразу, однако требует постоянного стабильного подключения к интернету.

## Реализация чат-бота

Первым шагом необходимо импортировать основную библиотеку `vk_api` [2]. Реализуется это при помощи команды `import`. Так же, нужно написать название библиотеки, которая используется в данном файле. Следующим шагом необходимо передать будущему коду ключ доступа к этой API, полученный из настроек сообщества ВКонтакте. Для того, чтобы сохранить в программе данный ключ, создается переменная `token`, в которой он будет храниться в виде текста. Когда программа знает ключ, можно переходить процессу авторизации. Для этого создается переменная с названием `authorize`, который и реализует подключение из библиотеки `vk_api`. В функции `VkApi`, в качестве аргументов передается ранее созданный ключ [3]. После всех манипуляций, необходимо выбрать тип API, который будет использоваться в дальнейшем и сообщить о своем выборе серверу. ВКонтакте предоставляет два типа API: «Bots Longpoll API» и «Callback API». Bots Longpoll API является более практичным, с точки зрения использования ресурсов хостинга. Дальнейшим шагом является создание переменной `longpoll`, и передача в аргумент функции переменную `authorize`. Поскольку бот должен работать постоянно, то все его функции должны находиться внутри бесконечного цикла. Использовать для этого необходимо цикл `for` в виде: «`for event in longpoll.listen()`». Функция `listen`, как можно понять из ее названия, «слушает» сервер ВКонтакте, то есть ожидает от него сообщение о каком-либо событии [4]. Далее необходимо проверить тип полученного сообщения. Так как добавлено условие, что тип сообщения должен быть текстом, бот будет видеть только текст из любого полученного сообщения. Далее можно переходить к смысловой обработке полученной информации. Начинается с того, что сохраним текст полученного сообщения. Для этого создается переменная под названием `receive_message` и пишется в качестве значения переменной функцию `event.text` [4]. Таким образом, в эту переменную будет автоматически записываться текст из каждого нового сообщения. Последующим действием является создание функции

`write_message`, который на вход будет получать 2 параметра: `sender` и `message` [9]. Для отправки сообщения пользователю реализуется метод `messages.send`, в котором необходимо передать серверу три обязательных параметра: `id` пользователя, текст и случайный идентификационный номер сообщения. Весь механизм логики ответов бота заключается в создании условных операторов. Выглядит это примерно так: «если текст полученного сообщения равен значению «Здравствуй», то тогда вызывается функция `write_message`, которому передается 2 параметра: `id` отправителя и текст ответа [5]. В заключении создается типовой ответ на случай, если то, что написал пользователь не совпадает с предусмотренными вариантами логики бота. Это реализуется при помощи конструкция `else`. Весь код программы представлен на рисунке 3.

```
1 import vk_api
2 from vk_api.longpoll import VkLongPoll, VkEventType
3 from vk_api.utils import get_random_id
4 def write_message(sender, message):
5     authorize.method('messages.send', {'user_id': sender, 'message': message, 'random_id': get_random_id()})
6     token = "Здесь должен быть токен сообщества."
7     authorize = vk_api.VkApi(token = token)
8     longpoll = VkLongPoll(authorize)
9     for event in longpoll.listen():
10         if event.type == VkEventType.MESSAGE_NEW and event.to_me and event.text:
11             received_message = event.text
12             sender = event.user_id
13             if received_message == "Привет":
14                 write_message(sender, "Здравствуйте")
15             elif received_message == "Пока":
16                 write_message(sender, "До свидания")
17             else:
18                 write_message(sender, "Не понял")
```

Рис. 3. Код программы

Одной из ключевых функций бота является генерирование изображения с полным списком занятий, отсортированных по дням недели. Такое изображение удобно использовать для общего ориентирования. Эта функция требует некоторых пояснений.

Во-первых, для генерирования изображения боту необходимо прочитать и записать в память содержимое excel таблицы с расписанием. Каждый день недели расписание парсится с группы института в ВКонтакте, обрабатывается и сохраняется в отдельную переменную, что упрощает взаимодействие с данными в дальнейшем [14].

Далее производится генерирование отдельных изображений для каждого из дней недели, в которых присутствуют занятия, посредством модуля Pillow. Так как этот модуль не поддерживает динамическое изменение параметров статичного изображения, высота изображения вычисляется заранее, исходя из высоты текста на основе заранее выбранного шрифта [6].

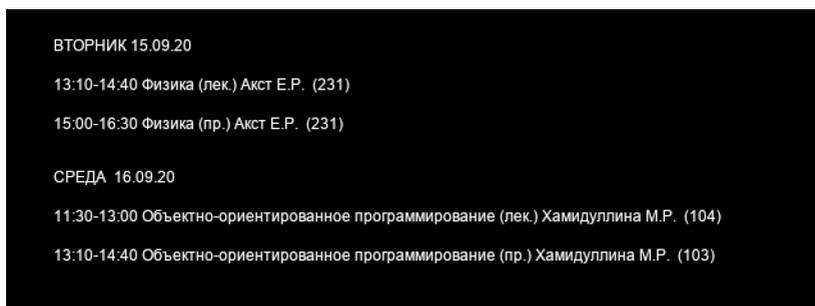


Рис. 4. Часть изображения с расписанием, созданное ботом

Далее все изображения собираются в одно, подобное представленному на рисунке 4, и итоговый результат отправляется в общую беседу группы во ВКонтакте либо индивидуально студенту либо преподавателю.

Таким образом, создание общего изображения расписания посредством представленного фрагмента бота облегчает ориентирование в расписании.

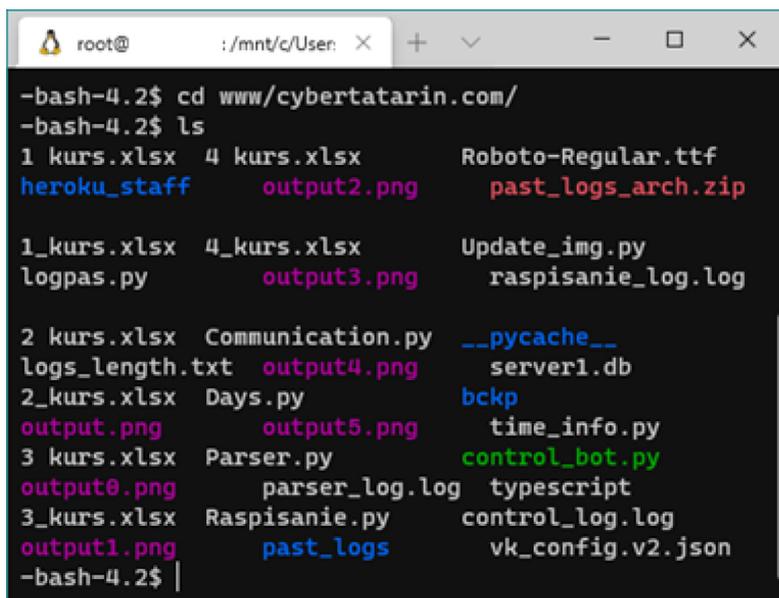
Также снижается нагрузка на функциональную часть бота, так как используется сгенерированное, не связанное напрямую изображение, не требующее дополнительных вычислительных мощностей.

Если для работы локальной программы её достаточно скачать и установить, то бота для полноценной работы необходимо загрузить на удалённый сервер, называемый «хостингом» [15].

Хостинг представляет собой масштабированный удалённый компьютер, в основном на операционной системе Linux, предназначенный для работы сразу с большим количеством единиц программного обеспечения, требующего сетевое подключение [7].

Для работы был выбран регистратор доменных имён и хостинг REG.RU

После загрузки основных исполняемых файлов на хостинг следует настроить и запустить бота (рис. 5). Для этого используется SSH – сетевой протокол, использующийся для удалённого управления операционными системами.



```
root@ :/mnt/c/User: x + v - □ x
-bash-4.2$ cd www/cybertatarin.com/
-bash-4.2$ ls
1 kurs.xlsx      4 kurs.xlsx      Roboto-Regular.ttf
heroku_staff    output2.png     past_logs_arch.zip

1_kurs.xlsx      4_kurs.xlsx      Update_img.py
logpas.py       output3.png     raspisanie_log.log

2 kurs.xlsx     Communication.py __pycache__
logs_length.txt output4.png     server1.db
2_kurs.xlsx     Days.py         bckp
output.png     output5.png    time_info.py
3 kurs.xlsx     Parser.py       control_bot.py
output8.png    parser_log.log  typescript
3_kurs.xlsx     Raspisanie.py  control_log.log
output1.png   past_logs      vk_config.v2.json
-bash-4.2$ |
```

Рис. 5. Терминал сервера; подключение через SSH

Для работы чат-бота достаточно просто запустить исполняемые файлы посредством ввода команды «python Raspisanie.py & python Parser.py», но, если при этом закрыть SSH соединение, бот прекратит работу. Для решения этой проблемы была задействована программа Screen, по умолчанию встроенная в набор программ ОС Linux. Она позволяет запустить виртуальный терминал и уже в нём запустить процесс бота [8]. Такой терминал позволяет отключиться от сервера, сохраняя при этом работоспособность программного обеспечения.

Подводя итоги, можно сказать, что данная система активно используется в образовательном учреждении НЧФ КНИТУ-КАИ. Удобность системы мониторинга расписания протестировано и подтверждено достаточным количеством студентов института.

### *Список литературы*

1. Акмаров П.Б. Кодирование и защита информации: учебное пособие. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2016. 136 с. <https://e.lanbook.com/book/133975> (дата обращения: 20.12.2020).
2. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 345 с. <https://ibooks.ru/reading.php?productid=350082> (дата обращения: 20.12.2020).
3. Подбельский В.В. Язык декларативного программирования XAML. Москва: ДМК Пресс, 2018. 336 с. <https://e.lanbook.com/book/111428> (дата обращения: 20.12.2020).
4. Рудинский И.Д. Технология проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления. Москва: Горячая линия-Телеком, 2011. 304 с. <https://e.lanbook.com/book/5191> (дата обращения: 20.12.2020).
5. Соколова В.В. Разработка мобильных приложений: учебное пособие. Томск: ТПУ, 2014. 176 с. <https://e.lanbook.com/book/82830> (дата обращения: 20.12.2020).
6. Тугов В.В. Проектирование автоматизированных систем управления : учебное пособие / В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Н.С. Шаров. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 172 с. <https://e.lanbook.com/book/123695> (дата обращения: 20.12.2020).
7. Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях: учеб. пособие. Москва: ДМК Пресс, 2012. 592 с. <https://e.lanbook.com/book/3032>
8. Khamidullin M.R., Mardanshin R.G., Prozorov A.V., Karimov R.I. The Introduction of QR -Codes in Production Processes // Journal of Environmental Treatment Techniques. Special Issue on Environment, Management and Economy, 2019. P. 1097-1100.

9. Isavnin A.G., Khamidullin M.R. Determining of total expenses for the objective of equipment replacement // *Life Science Journal*. 2014, №11 (6). P. 704-706.

### *References*

1. Akmarov P.B. *Kodirovanie i zashchita informatsii: uchebnoe posobie* [Coding and protection of information]. Izhevsk: Izhevskaya GSKhA, 2016, 136 p. <https://e.lanbook.com/book/133975>
2. Bogachev K.Yu. *Osnovy parallel'nogo programmirovaniya* [Fundamentals of Parallel Programming]. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2015, 345 p. <https://ibooks.ru/reading.php?productid=350082>
3. Podbel'skiy V.V. *Yazyk deklarativnogo programmirovaniya XAML* [XAML declarative programming language]. Moscow: DMK Press, 2018, 336 p. <https://e.lanbook.com/book/111428>
4. Rudinskiy I.D. *Tekhnologiya proektirovaniya avtomatizirovannykh sistem obrabotki informatsii i upravleniya* [Design technology for automated information processing and control systems]. Moscow: Goryachaya liniya-Telekom, 2011, 304 p. <https://e.lanbook.com/book/5191>
5. Sokolova V.V. *Razrabotka mobil'nykh prilozheniy: uchebnoe posobie* [Mobile Application Development]. Tomsk: TPU, 2014, 176 p. <https://e.lanbook.com/book/82830>
6. Tugov V.V., Sergeev A.I., Sharov N.S. *Proektirovanie avtomatizirovannykh sistem upravleniya : uchebnoe posobie* [Design of automated control systems]. St. Petersburg: Lan, 2019, 172 p. <https://e.lanbook.com/book/123695>
7. Shan'gin V.F. *Zashchita informatsii v komp'yuternykh sistemakh i setyakh: ucheb. posobie* [Information protection in computer systems and networks]. Moscow: DMK Press, 2012, 592 p. <https://e.lanbook.com/book/3032>
8. Khamidullin M.R., Mardanshin R.G., Prozorov A.V., Karimov R.I. The Introduction of QR -Codes in Production Processes. *Journal of Environmental Treatment Techniques. Special Issue on Environment, Management and Economy*, 2019, pp. 1097-1100.
9. Isavnin A.G., Khamidullin M.R. Determining of total expenses for the objective of equipment replacement. *Life Science Journal*, 2014, no. 11 (6), pp. 704-706.

## **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Биков Данир Инсафович**, студент

*Набережночелнинский филиал Казанского национально-  
го исследовательского технического университета им.  
А.Н. Туполева*

*Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814, Рос-  
сийская Федерация*

*danir.bikov@gmail.com*

**Хамидуллин Марат Раисович**, доцент, кандидат экономических  
наук

*Набережночелнинский филиал Казанского национально-  
го исследовательского технического университета им.  
А.Н. Туполева*

*Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814, Рос-  
сийская Федерация*

*nayka\_prom@mail.ru*

## **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Danir I. Bikov**, student

*Kazan National Research Technical University, Branch in Na-  
bereznye Chelny*

*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Rus-  
sian Federation*

*danir.bikov@gmail.com*

**Marat R. Khamidullin**, PhD in Economics

*Kazan National Research Technical University, Branch in Na-  
bereznye Chelny*

*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Rus-  
sian Federation*

*nayka\_prom@mail.ru*

*ORCID: 0000-0002-3326-0955*

---

## НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS

DOI: 10.12731/2227-930X-2021-11-3-68-75

УДК 656

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ CONNECTED CAR

*Пермовский А.А., Ускова А.А.*

*В статье проанализирована современная технология Connected Car, которая может внести значительный вклад в решение некоторых транспортных проблем. Эта тема является актуальной сейчас, так как транспортная логистика имеет огромное значение в экономической и политической системах страны. Рассматриваемая технология подключенного автомобиля способствует повышению экономической эффективности и улучшению условий перевозочного процесса.*

***Ключевые слова:** перевозочный процесс; планирование; интеллектуальные транспортные системы; подключенный автомобиль*

### EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE INTRODUCTION OF CONNECTED CAR TECHNOLOGY

*Permovsky A.A., Uskova A.A.*

*The article analyzes the modern Connected Car technology, which can make a significant contribution to solving some transport problems. This topic is relevant now, as transport logistics is of great importance in the economic and political systems of the country. The technology of the connected car under consideration will contribute*

*to increasing economic efficiency and improving the conditions of the transportation process.*

**Keywords:** *transportation process; planning; intelligent transportation systems; connected vehicle*

## **Введение**

Современный мир построен на многочисленных транспортных системах, которые находятся на пороге значительных преобразований. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) делают вождение лучше и безопаснее для всех. Транспортные потоки и рост населения создают спрос на дополнительную транспортную инфраструктуру, но многие государства не способны предоставить финансирование для строительства большего количества новейших автомобильных дорог. Тенденция роста населения в городах будет стремиться к увеличению, несмотря на то, что средств для существования будет не хватать. Следовательно, руководители городов должны начать переосмысление всех структур транспортных систем.

## **Цель исследования**

Оценить эффективность внедрения «подключенного» автомобиля к информационной системе V2V в перевозочный процесс. Рассмотреть положительное влияние на транспортную инфраструктуру.

## **Материалы и методы исследования**

При проведении исследования использовались теоретический анализ и обобщение научной литературы.

В настоящий момент многие транспортные компании все еще используют ручное планирование. Проблемы планирования могут быть базовыми, такие как прогноз трафика, по стратегическим вопросам проектирования и расширения системы, например, решения о создании новых метро, строительство новых дорог или покупка нового парка автобусов, с эксплуатационными пробле-

мами, такими как расписание автобусов или расписание движения транспорта. Видно, что такое множество сложных проблем требует разработки специализированных методов оптимизации перевозочного процесса.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для решения этих проблем появляются новые транспортные технологии, включая «подключенные» и автономные транспортные средства, альтернативные виды топлива, бесключевое управление автопарком и аналитику трафика, а также политику местного зонирования и планирования, поддерживающую развитие, ориентированное на транзит. Новая технология для дорожной связи кардинально изменит способ работы транспортных средств и предоставит информацию и возможности для лучшего управления дорожным движением в режиме реального времени – при наличии необходимой сетевой инфраструктуры. ИТС готовы превратить транспорт в связанный, динамичный компонент города как системы.

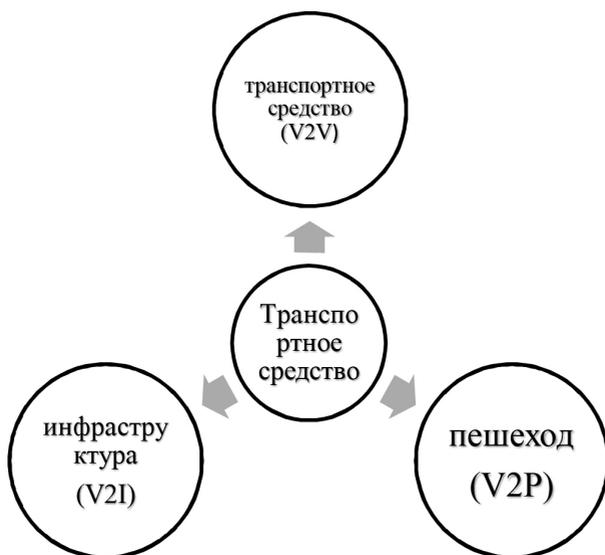


Рис. 1. Вариации взаимосвязи системы Connected Car

Автономный и подключенный автомобиль является ключевым элементом ИТС. Благодаря ему будет возможно абсолютно новое видение транспортной системы. Подключаемые технологии ориентированы на беспроводную связь.

Таблица 1.

**Описание вариаций взаимосвязи в системе Connected Car**

<b>Vehicle-to-vehicle (V2V)</b>
<p>Эта система позволит автомобилям узнать информацию о других автомобилях в режиме онлайн: о состоянии на дорогах, о скорости движения, местонахождении и др. Также система своевременно предупредит водителя об автомобиле, который еще не находится в поле зрения водителя. Отличительной особенностью системы является то, что она заранее покажет места, где ведутся дорожные работы, предложит маршрут объезда, предвидит опасные ситуации, например, когда сломанный автомобиль находится за поворотом и не может свернуть на обочину, так же автомобиль, который находится в «мертвой зоне» и предупредит о резком торможении.</p>
<b>Vehicle-to-infrastructure (V2I)</b>
<p>V2I – это беспроводной обмен данными между транспортными средствами и дорожной инфраструктурой. Благодаря системе аппаратного, программного и микропрограммного обеспечения связь V2I обычно является беспроводной и двунаправленной: компоненты инфраструктуры, такие как разметка полос, дорожные знаки и светофоры, могут передавать информацию автомобилю по беспроводной сети и наоборот. При таком большом количестве данных, которые собираются и передаются, можно использовать обширную и своевременную информацию для обеспечения широкого спектра преимуществ в области безопасности, мобильности и защиты окружающей среды.</p>
<b>Vehicle-to-pedestrian (V2P)</b>
<p>V2P устанавливает прямую связь между транспортным средством и пешеходом. Сфера действия может также применяться к другим уязвимым участникам дорожного движения, таким как велосипедисты. Сигналы передаются, если эти пешеходы подошли к автомобилю. Предупреждения предупреждают водителей о приближающихся пешеходах или уведомляют самих пешеходов о машине. Без интеллектуальной дорожной инфраструктуры (светофоры, датчики, камеры) стабильное соединение V2P невозможно. Обычные предупреждения или сообщения о безопасности с точки зрения пешеходов могут содержать полную информацию о транспортном средстве. Он уведомляет пешехода о скорости, местоположении и направлении приближающегося автомобиля. Пешеход использует эту информацию для обнаружения и прогнозирования траектории движения определенных транспортных средств в определенный момент времени.</p>

**Connected Car в России.** Технология Connected Car в нашей стране только начинает развиваться. Сейчас популярна система «Эра-глонасс», которая предназначена для экстренного реагирования при аварийных ситуациях. Она будет основой интеллектуальной транспортной системы России. Также применяется в логистике коммерческий сервис «ЭРА Транзит». Он контролирует передвижение груза по верному маршруту и следит за его сохранностью. Именно развитие интеллектуальных дорог поможет снизить стоимость перевозок, при этом улучшив их качество и безопасность. Внедрение технологии Connected Car в автотранспортные предприятия будет иметь положительный эффект. Водителю автобуса будет важно иметь информацию об обстановке на дороге. Он будет обладать важными знаниями о пропускной способности дорог. Руководители АТП получают информацию о том, сколько времени потребовалось на весь маршрут, сколько времени автобус стоял в пробке, нарушал ли скоростной режим. Эта система в режиме реального времени обеспечивает видимость всех показателей поездки, позволяя определить ключевые показатели, которые оценивают надежность и эффективность перевозки. В случае задержек или непредвиденных ситуаций диспетчерам будет легче определить источник проблемы и принять меры по улучшению процессов. Благодаря возможности отслеживать всех характеристик перевозочного процесса, АТП могут обеспечить превосходное обслуживание клиентов, предоставляя клиентам точные оценки поездки и информацию о местонахождении в реальном времени.

К сожалению, проблема финансирования является ключевой, так как невозможно сократить расходы без инвестиций. Поскольку в ближайшие десятилетия объемы перевозок будут продолжать расти, государственному сектору необходимо рассмотреть все возможные варианты для эффективного управления транспортными системами и инфраструктурой в целом. Инвестиции в инфраструктуру «прошлого века» дешевле в краткосрочной перспективе, дороже в долгосрочной перспективе.

## **Заключение**

Технологии подключенного автомобиля – это естественная эволюция автомобильного рынка, которая диктует свои требования и автопроизводителям, и страховым и телематическим операторам. Можно сделать вывод, что технология Connected Car может устранить или уменьшить влияние до 80 процентов аварий. Подключенные транспортные средства будут инструментом для сбора и анализа данных о дорожном движении, так же будут помогать гражданскому руководству принимать более обоснованные решения.

По прогнозу PricewaterhouseCoopers, к 2022 г. в России будет 2,26 млн подключенных автомобилей. [3] Вероятно, необходима дополнительная оценка потенциальных инвестиций всеми участниками рынка. А также применения мирового опыта адаптации и переноса технологий, алгоритмов и подходов для нахождения оптимального баланса.

## ***Список литературы***

1. Девятов Д.М., Пермовский А.А. Снижение качества пассажирских перевозок – проблема современного городского транспорта // Промышленное развитие России: проблемы, перспективы. Труды XII Международной научно-практической конференции преподавателей, ученых, специалистов, аспирантов, студентов: в 3 томах. 2014. С. 24-30.
2. Караганова К.А., Максимова К.А., Бакулина Н.А., Пермовский А.А. Современные тенденции развития мировой экономики // Экономическое развитие России: тенденции, перспективы. 2020. С. 59-62.
3. Леоненко В. Технологии и перспективы Connected Car и 5G // Connect WIT. 2019. № 4. URL: <https://www.connect-wit.ru/tehnologii-i-perspektivy-connected-car-i-5g.html> (дата обращения 28.09.21)
4. Пермовский А.А., Елыгина К.А. Инновационные технологии на пассажирском транспорте // Социальные и технические сервисы: проблемы и пути развития. 2018. С. 167-169.

5. Романовская Е.В., Пермовский А.А., Бакулина Н.А., Гнездин А.В. Развитие экономики на основе использования современных цифровых технологий // *Russian Economic Bulletin*. 2019. Т. 2, № 5. С. 15-19.

### *References*

1. Devyatov D.M., Permovsky A.A. Snizhenie kachestva passazhirskikh perevozok – problema sovremennogo gorodskogo transporta [The decline in the quality of passenger transportation is a problem of modern urban transport]. *Promyshlennoe razvitie Rossii: problemy, perspektivy. Trudy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii prepodavateley, uchenykh, spetsialistov, aspirantov, studentov: v 3 tomakh* [Industrial development of Russia: problems, prospects. Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference of Teachers, Scientists, specialists, postgraduates, students: in 3 volumes]. 2014, pp. 24-30.
2. Karaganova K.A., Maksimova K.A., Bakulina N.A., Permovsky A.A. Sovremennye tendentsii razvitiya mirovoy ekonomiki [Modern trends in the development of the world economy]. *Ekonomicheskoe razvitie Rossii: tendentsii, perspektivy* [Economic development of Russia: trends, prospects]. 2020, pp. 59-62.
3. Leonenko V. Tekhnologii i perspektivy Connected Car i 5G [Connected Car and 5G technologies and prospects]. *Connect WIT*, 2019, no. 4. <https://www.connect-wit.ru/tehnologii-i-perspektivy-connected-car-i-5g.html> (accessed 28.09.21)
4. Permovsky A.A., Elygina K.A. Innovatsionnye tekhnologii na passazhirskom transporte [Innovative technologies in passenger transport]. *Sotsial'nye i tekhnicheskie servisy: problemy i puti razvitiya* [Social and technical services: problems and ways of development], 2018, pp. 167-169.
5. Romanovskaya E.V., Permovsky A.A., Bakulina N.A., Gnezdin A.V. Razvitie ekonomiki na osnove ispol'zovaniya sovremennykh tsifrovyykh tekhnologiy [Economic development based on the use of modern digital technologies]. *Russian Economic Bulletin*, 2019, vol. 2, no. 5, pp. 15-19.

## **ДАНИЕЕ ОБ АВТОРАХ**

**Пермовский Анатолий Алексеевич**, старший преподаватель

*Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина*

*ул. Ульянова, 1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация*

*ttpis@yandex.ru*

**Ускова Анна Александровна**, студент

*Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина*

*ул. Ульянова, 1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация*

*annauskova15@gmail.com*

## **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Anatoly A. Permovsky**, Senior Lecturer

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University*

*1, Ulyanov Str., Nizhny Novgorod, 603005, Russian Federation*

*ttpis@yandex.ru*

*ORCID: 0000-0002-9131-5723*

**Anna A. Uskova**, Student

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University*

*1, Ulyanov Str., Nizhny Novgorod, 603005, Russian Federation*

*annauskova15@gmail.com*

DOI: 10.12731/2227-930X-2021-11-3-76-82

УДК 656.13

## ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Зотова В.А., Тихонова Н.А., Феофанова Т.Д.*

*Статья посвящена исследованию и анализу изменения технического состояния автомобилей в ходе использования. Рассмотрены известные вопросы, связанные с процессом эксплуатации транспортных средств и факторов, обусловленные работой узлов и механизмов и их воздействием на внешние условия и случайные факторы.*

*Ключевые слова:* эксплуатация; ремонт; деталь; обслуживание; автомобиль; техническое состояние; изменение; показатель; ресурс

## THE TECHNICAL CONDITION OF THE VEHICLES AND ITS CHANGES DURING OPERATION

*Zotova V.A., Tikhonova N.A., Feofanova T.D.*

*The article is devoted to the study and analysis of changes in the technical condition of cars during use. The well-known issues related to the operation of vehicles and factors caused by the operation of components and mechanisms and their impact on external conditions and random factors are considered.*

*Keywords:* operation; repair; part; maintenance; car; technical condition; change; indicator; resource

### **Введение**

Одной из важнейших проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является повышение эксплуатационной надежности автомобилей, совершенствование методов технической эксплуата-

ции, применение двигателей с меньшим удельным расходом [1], широкого применения прогрессивных технологических процессов ТО и ремонта, расширения строительства и улучшения качества дорог. Предоставляемые на рынке транспортные услуги в современном мире обеспечивают высокий уровень эффективности производства и нормальное функционирование экономики [2], также и за счет проверки технического состояния транспортных средств и их допуска в эксплуатацию. Эти проблемы в транспортном комплексе страны несомненно должны решаться с учетом экономии топливно-энергетических и других ресурсов при перевозках, техническом обслуживании и обеспечении транспортного процесса, а также защиты населения и окружающей среды.

### **Материалы или методы исследования**

В статье приводятся результаты исследования, касаемые вопросов выполнения рекомендаций положения технической эксплуатации подвижного состава; отсутствия и сбора необходимой информации, связанных с управлением и техническим состоянием автомобилей; необходимость пересмотра технических параметров дорог при проектировании и строительстве новых, а также нормативы показателей надежности технической эксплуатации и влияние качества применяемых эксплуатационных материалов.

### **Результаты исследования**

Известно, что, наряду с основными, постоянно действующими причинами изменения технического состояния деталей автомобиля, существенное значение имеют условия эксплуатации, которые способствуют изменению параметров деталей и в конечном итоге скажутся на показателях эффективности технической эксплуатации и соответственно на правильном определении потребности в ресурсах.

Обычно большое значение имели дорожные условия, условия движения, природно-климатические и условия перевозки. К концу 80-х гг. эти вопросы были в определенной степени изучены-

ми, систематизированными и поддающимися управлению и организации в отрасли автомобильного транспорта. В последние годы, как и во всех постсоветских пространствах, полностью изменилась структура автотранспортных хозяйств, т.е. изменились собственники (больше 85% автомобилей находится в руках физических лиц и товариществ с ограниченной ответственностью). Соответственно изменились вопросы организации технического обслуживания и ремонта, вопросы обеспечения материально-техническими ресурсами, а в некоторых случаях с нарушениями выполнялись рекомендации положения технической эксплуатации подвижного состава. На дорогах появились в значительном количестве подержанные автомобили заводов-изготовителей развитых автомобильных держав. Их процентное содержание составляет около 40% от общего количества подвижного состава, что наряду с несомненными положительными показателями эксплуатационников, создают для них определенные трудности, связанные с существенными материальными издержками. Управление техническим состоянием автомобилей заметно усложнилось, в основном из-за недостаточности, а в ряде случаев из-за отсутствия необходимой информации. Возникли трудности, связанные со сбором вероятностной и индивидуальной информации. Вследствие этого рассматриваемый вопрос решается эксплуатационниками почти что по принципу «Кто как может и кто как хочет». Проведенные нами исследования подтверждают вышеотмеченные положения.

Дорожные условия, в значительной мере определяющие режим работы автомобилей, по определенным субъективным причинам довольно сильно изменились. Появление большого количества высокоскоростных автомобилей на многих участках дорог, параметры дорог в плане и профиле (ширина дороги, уклоны подъемов и спусков, а также радиусы закруглений), не отвечающие требованиям условий безопасности движения, вызывают необходимость пересмотра технических параметров дорог при проектировании, строительстве новых и реконструкции уже существующих типов [3, с. 139]. Соответственно необходимо решать вопросы о новых

подходах в технической политике отрасли дорожного строительства. По имеющимся данным, износ и разрушение дорожного покрытия, сокращавшие надежность автомобилей в прежних условиях до 35%, в настоящее время снижают это свойство автомобилей до 50...55%. Это в существенной степени повышает себестоимость перевозок и снижает их эффективность в целом.

Из-за ухудшения условий движения на городских и загородных дорогах режимы работы автомобилей: скорость движения, средняя частота вращения коленчатого вала, число переключений передач, удельная работа трения тормозных механизмов и т.д. - изменились в отрицательную сторону. Удивительным является тот факт, что результаты эксперимента меняются, не только когда производится непосредственное наблюдение, но и когда экспериментатор только планирует это сделать [4]. Условия перевозки, характеризующиеся скоростью движения, коэффициентом использования прицепов, коэффициентом использования грузоподъемности, коэффициентом использования пробега, родом перевозимого груза, в связи с переходом к рыночным отношениям в системе пользования автомобильным транспортом также подверглись существенным изменениям. Ранее существовавшие и учитывающие в совокупности различные условия поправочные коэффициенты на нормативы показателей надежности технической эксплуатации, а также коэффициенты, оценивающие влияние важных параметров условий на эксплуатационную надежность автомобилей, явно не отвечают требованиям, возникшим на нынешнем этапе, и тенденциям будущего развития автомобильного транспорта. Перед учеными и специалистами стоит задача положительного решения данной проблемы. Следует отметить, что наряду с вышеотмеченными факторами на интенсивность изменения параметров технического состояния автомобилей оказывает влияние качество применяемых эксплуатационных материалов – жидкостей, топлив и масел, т.е. заметно изменились в отрицательную сторону их свойства по известным причинам, также не соответствуют эти материалы при использовании их в автомобилях иномарках. в а и безопасности.

Степень влияния каждого фактора, закономерности отмеченных явлений, принципы и методы решения возникших проблем нами устанавливаются, и на их основе будут разработаны соответствующие рекомендации и предложения для пользователей автомобилей различного назначения [5].

### **Заключение**

Результаты проведенных работ показывают, что перед специалистами автомобильного транспорта стоят огромные проблемы и задачи (представленные выше), решение которых способствует росту экономики страны, а также улучшению благосостояния населения и в значительной степени зависит от уровня развития автомобильного транспорта.

### ***Список литературы***

1. Пермовский А.А., Скачкова Е.Г., Денисов В.С. Расчетное сравнение характеристик жидкостного дизеля и двигателя Миллера // *International Journal of Advanced Studies*. 2021. Т. 11, № 1-1. С. 37-45.
2. Тихонова Н.А., Городскова А.А. Стратегии и тенденции развития дорожной безопасности // *Социальные и технические сервисы: проблемы и пути развития: сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции*. Н.Новгород, НГПУ, 2018. С. 202-205.
3. *Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Е. С. Кузнецова*. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2011.
4. Ревунов С.Е., Кузнецов С.И., Барахтанова О.М., Ревунова Е.А. Проблема связи сознания наблюдателя и квантово-механического описания физической реальности // *Вестник Мининского университета*. Н.Новгород, НГПУ. 2019. Т. 7, №3 (28). С. 14.
5. Зотова В.А., Павлов Д.В. Современные системы безопасности автомобильного транспорта // *Социальные и технические сервисы: проблемы и пути развития. Сборник статей по материалам V Всероссийской научно-практической конференции*. Н.Новгород, НГПУ, 2018. С. 157-161.

### **References**

1. Permovskiy A.A., Skachkova Ye.G., Denisov V.S. Raschetnoye sravneniye kharakteristik zhidkostnogo dizelya i dvigatelya Mille-  
ra [Calculated comparison of the characteristics of a liquid-fuel die-  
sel engine and a Miller engine]. *International Journal of Advanced  
Studies*, 2021, vol. 11, no. 1-1, pp. 37-45.
2. Tikhonova N.A., Gorodskova A.A. Strategii i tendentsii razvitiya  
dorozhnoy bezopasnosti [Strategies and trends in the develop-  
ment of road safety]. *Sotsial'nyye i tekhnicheskiye servisy: proble-  
my i puti razvitiya: sbornik statey po materialam IV Vserossiyskoy  
nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Social and technical services:  
problems and ways of development: a collection of articles based  
on the materials of the IV All-Russian scientific and practical con-  
ference]. N.Novgorod, NGPU, 2018, pp. 202-205.
3. *Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley* [Technical operation of  
cars]. Ye. S. Kuznetsov (Ed.). M.: Transport, 2011.
4. Revunov S.E., Kuznetsov S.I., Barakhtanova O.M., Revunova E.A.  
Problema svyazi soznaniya nablyudatelya i kvantovo-mekhanich-  
eskogo opisaniya fizicheskoy real'nosti [The problem of connection  
between the observer's consciousness and the quantum-mechanical  
description of physical reality]. *Vestnik Mininskogo universiteta*.  
N.Novgorod, NGPU, 2019, vol. 7, no. 3 (28), p. 14.
5. Zotova V.A., Pavlov D.V. Sovremennyye sistemy bezopasnosti  
avtomobil'nogo transporta [Modern security systems for road trans-  
port]. *Sotsial'nyye i tekhnicheskiye servisy: problemy i puti razvi-  
tiya. Sbornik statey po materialam V Vserossiyskoy nauchno-prak-  
ticheskoy konferentsii* [Social and technical services: problems and  
ways of development. Collection of articles based on the materials  
of the V All-Russian scientific-practical conference]. N.Novgorod,  
NGPU, 2018, pp. 157-161.

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Зотова Вера Александровна**, доцент, кандидат технических наук,  
доцент

*Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина  
ул. Ульянова, 1, г. Н. Новгород, 603950, Российская Федерация  
vera.zotova.1960@mail.ru*

**Тихонова Наталья Александровна**, старший преподаватель  
*Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина  
ул. Ульянова, 1, г. Н. Новгород, 603950, Российская Федерация  
natalia359@rambler.ru*

**Феофанова Татьяна Дмитриевна**, магистр  
*Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина  
ул. Ульянова, 1, г. Н. Новгород, 603950, Российская Федерация  
na.ffan15@mail.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Vera A. Zotova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
*Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University  
1, Uljanov Str., N. Novgorod, 603950, Russian Federation  
vera.zotova.1960@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7801-8345*

**Natalia A. Tikhonova**, Senior Lecturer  
*Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University  
1, Uljanov Str., N. Novgorod, 603950, Russian Federation  
natalia359@rambler.ru  
ORCID: 0000-0002-2249-000X*

**Tatyana D. Feofanova**, Master's Degree  
*Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University  
1, Uljanov Str., N. Novgorod, 603950, Russian Federation  
na.ffan15@mail.ru*

**DOI: 10.12731/2227-930X-2021-11-3-83-88**

**УДК 625.711.6**

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ ПО ТРОТУАРАМ**

*Гальшеев А.Б.*

*Важнейшей задачей городской транспортной политики является обеспечение удобства и безопасности пешеходного движения. Пешеходы должны перемещаться с удобной для себя скоростью, не мешая друг другу. А для этого необходимо создавать качественные тротуары. В данной статье по специальной методике производится оценка уровня комфорта движения пешеходов по ряду улиц в городе Красногорске.*

**Ключевые слова:** *пешеход; пешеходное движение; тротуар; Индекс уровня комфорта пешеходов*

## **ASSESSMENT OF THE QUALITY OF PEDESTRIAN TRAFFIC CONDITIONS ON SIDEWALKS**

*Galyshev A.B.*

*The most important task of the city's transport policy is to ensure the convenience and safety of pedestrian traffic. Pedestrians should move at a convenient speed, without interfering with each other. And for this it is necessary to create high-quality sidewalks. In this article, a special method is used to assess the level of comfort of pedestrian traffic on a number of streets in the city of Krasnogorsk.*

**Keywords:** *pedestrian; pedestrian traffic; sidewalk; Pedestrian Comfort Level*

### **Введение**

Единая система пешеходных коммуникаций является необходимой составной частью транспортной системы любого города. При этом эффективность ее функционирования определяется, прежде все-

го, двумя критериями: безопасностью и удобством [1]. Пешеходы являются наиболее уязвимыми участниками дорожного движения. Для них представляют опасность не только автомобили, но даже велосипедисты [2]. Но даже если безопасность пешеходной дорожки (тротуара) обеспечена должным образом, остается еще важная задача по обеспечению удобства движения. И одной из ее основных составляющих является контроль плотности пешеходных потоков.

### Материалы и методы исследования

Для оценки уровня комфорта передвижения пешеходов по тротуару необходимо рассчитать Индекс уровня комфорта пешеходов (анг. Pedestrian Comfort Level, PCL). Он базируется на величине плотности наблюдаемого на данной улице пешеходного потока [3]. Для его оценки необходимо разбить улицу на некоторое количество участков, выделив наиболее характерные сечения улицы (пикеты). Эти пикеты должны содержать объекты, препятствующие движению, или располагаться в местах расширения или сужения тротуара. Таким образом можно максимально объективно оценить качество перемещения пешеходов по всему тротуару в целом.

Индекс PCL, чел./м·мин, рассчитывается для каждого пикета по формуле (1). Это позволяет анализировать качество перемещения пешеходов как в отдельных точках, так и на протяжении всего тротуара в целом.

$$PCL = \frac{F_{m(p)}}{60 \cdot W_{cp}}, \quad (1)$$

где  $W_{cp}$  – чистая ширина прохода, м;  $F_{m(p)}$  – средняя или пиковая интенсивность (плотность) пешеходного потока, чел./с.

Величина  $W_{cp}$  как правило определяется отдельно для каждого пикета экспериментальным путем. Плотность  $F_{m(p)}$  определяется по формуле

$$F_{m(p)} = \frac{3600 \cdot N_{total(p)}}{T_s \cdot n_s(p)}, \quad (2)$$

где  $N_{total}$  – общее количество пешеходов, прошедшее через «виртуальные ворота» за общее время всех измерений (или за час пик),

чел.;  $T_s$  – время одного измерения, с;  $n_s$  – общее количество измерений (или в течение часа пик).

В зависимости от величины PCL условия движения пешеходов в сечении данного пикета относятся к одной из категорий:

A-, A, A+ – данные категории обеспечивают максимальный уровень комфорта для движения пешеходов независимо от тип территории.

B-, B, B+ – данные категории обеспечивают минимальный уровень комфорта для движения пешеходов по большинству типов улиц. Тип B- считается некомфортным для главных улиц или туристических маршрутов.

C-, C, C+ – данные категории обеспечивают минимальный уровень комфорта для движения пешеходов в деловых районах и транспортно-пересадочных зонах. Для селитебных районов такие условия считаются некомфортными, а для главных улиц – неприемлемыми.

D, E – данные категории не обеспечивают комфортных условий для движения пешеходов, создавая «предзаторовую» ситуацию. Свобода маневра отсутствует. Пешеходам желательно искать обходные пути, поскольку условия движения могут стать не только неудобными, но и опасными.

## Результаты исследования

В таблице 1 показаны результаты оценки уровня комфорта пешеходов на примере семи улиц города Красногорска.

Таблица 1.

Результаты оценки уровня комфорта пешеходного движения

Местоположение территории	Тип территории	Значение $W_{ср}$ , м	Значение $F_{m(p)}$ , чел./с	Значение PCL, чел./((м·мин)	Категория качества
Красногорский бульвар, 28	селитебный район	2,5	880	5,87	A
Международная улица (Мякинино)	деловой район	2,5	2513	16,75	B-

*Окончание табл. 1.*

улица Братьев Горожанкиных, 22	селитебный район	1,9	170	1,49	A+
Комсомольская улица 41	Главная улица	3,0	528	2,93	A+
улица Маяковского, 16	Главная улица	3,0	480	2,67	A+
Павшинская улица, 27	Главная улица	1,06	390	6,2	A-
улица Строительная, 4	Селитебный район	1,3	115	1,47	A+

### **Обсуждение**

Результаты исследования показывают, что условия движения пешеходов на шести из семи рассматриваемых улиц могут быть оценены как комфортные, а в седьмом случае как приемлемые. Таким образом, можно утверждать, что пешеходная инфраструктура города Красногорска в целом является качественно и хорошо справляется со своими задачами независимо от типа территории. Тем не менее, пример района Мякинино показывает, что резкий рост транспортной мобильности населения, в данном случае связанный с открытием станции метро, может привести к значительному ухудшению условий движения пешеходов. Поэтому в будущем, по мере совершенствования транспортной и жилищной инфраструктуры города Красногорска, предлагается продолжить осуществлять оценку изменений уровня комфорта пешеходов по данной методике.

### **Заключение**

В данной статье рассмотрена методика оценки качества пешеходной инфраструктуры. Исследования проводились на семи улицах города Красногорска, принадлежащих к разным типам городской территории. Результаты оценки показали, что данная методика вполне пригодна для оценки уровня комфорта пешеходов в условиях Подмосковья. При этом, согласно результатам исследо-

ваний, на всех рассматриваемых улицах наблюдаются комфортные или приемлемые условия для движения пешеходов.

**Информация о конфликте интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Информация о спонсорстве.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

### *Список литературы*

1. Дмитриев А.С. Формирование критериев комфортности пешеходного движения в транспортно-пересадочных узлах // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 7. С. 61-66.
2. О необходимости развития велосипедного транспорта в крупных городах России / Ю. В. Трофименко, А. Н. Сова, В. В. Буренин, А. Б. Галышев // Автомобильный транспорт. 2014. № 3. С. 70-74.
3. Pedestrian Comfort Level Guidance for London. Guidance Document. First Edition. Transport for London, 2010.

### *References*

1. Dmitriev A.S. Formirovanie kriteriev komfortnosti peshehodnogo dvizheniya v transportno-peresadochnykh uzлах [Formation of criteria for the comfort of pedestrian traffic in transport hubs]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2018, no. 7, pp. 61-66.
2. Trofimenko Yu.V. O neobkhodimosti razvitiya velosipednogo transporta v krupnykh gorodakh Rossii [On the need for the development of bicycle transport in major cities of Russia]. *Avtomobil'nyi transport*, 2014, no. 3, pp. 70-74.
3. Pedestrian Comfort Level Guidance for London. Guidance Document. First Edition. Transport for London, 2010.

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ**

**Галышев Алексей Борисович**, старший преподаватель, кандидат технических наук, без ученого звания

*Московский автомобильно-дорожный государственный  
технический университет (МАДИ)  
Ленинградский проспект, 64, г. Москва, 125319, Российская  
Федерация  
alexborr@yandex.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHOR**

**Alexey B. Galyshev**, Senior Lecturer, Ph.D.

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical  
University (MADI)  
64, Leningradsky prospect, Moscow, 125319, Russian Federa-  
tion  
alexborr@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-1328-1142*

DOI: 10.12731/2227-930X-2021-11-3-89-98

УДК 004.94

## ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Львович Я.Е., Преображенский А.П.,  
Преображенский Ю.П.*

*В статье рассматривается задача, связанная с проведением оптимизации структуры и функционирования комплексного транспортного предприятия. Показаны компоненты алгоритмического обеспечения.*

*Ключевые слова: система перевозок; структура; предприятие; управление*

## OPTIMIZATION OF THE STRUCTURE AND FUNCTIONING OF THE INTEGRATED TRANSPORTATION ENTERPRISE

*Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P.,  
Preobrazhenskiy Yu.P.*

*The paper deals with the problem associated with the optimization of the structure and functioning of an integrated transport company. The components of the algorithmic support are shown.*

*Ключевые слова: transportation system; structure; enterprise; control*

### **Введение**

Систему массового обслуживания (СМО) можно рассматривать как основу для моделирования комплексного транспортного предприятия. Тогда будет создан подход, направленный на управление транспортным предприятием [1]. В нем используются  $m = 1, M$

входных потоков. Какую информацию на их основе можно получить? Они показывают потребность пользователей транспорта в  $m$ -м виде транспортного обслуживания. Потоки преобразуются. Это происходит на базе соответствующей технологической структуры. Внутри транспортного предприятия можно наблюдать приоритетность по обслуживанию потоков. С чем это связано? Интенсивности потоков являются переменными [2]. Это, в том числе, не дает возможностей для того, чтобы в ходе исследований опираться на аналитическую модель. Вследствие сложности анализируемой транспортной системы необходимо ориентироваться на комплексированный подход. В нем происходит агрегация модели СМО, а также алгоритмов, направленных на структурную и параметрическую оптимизацию. Модели многоальтернативной оптимизации позволяют решать в транспортных системах структурные задачи. Модели, показывающие связь выходных показателей и параметров транспортных систем, позволяют решать параметрические задачи.

Цель статьи заключается в разработке подхода, связанного с оптимизацией структуры и работы в транспортной системе.

### Модель транспортной системы

Предположим, что функционирует транспортная организация. Если строить ее модель, то в одной из возможных требуется множество потоков пользователей транспортных средств  $r_j, j = \overline{1, J}$ . При этом  $J$  – будет множество по все типов потоков пользователей транспортных средств. Кроме того, необходимо учесть множество видов транспортного обслуживания  $v_t, t = \overline{1, T}$ . При этом  $T$  – будет множеством по всем видам в транспортном обслуживании [3]. Как описать структуру транспортной организации? Она задается при помощи множества элементов  $r_j, j = \overline{1, J}, v_t, t = \overline{1, T}$  и связей среди них:

$$S \subset R \times V. \quad (1)$$

Как в транспортной организации промоделировать структуру? Основываясь на опыте различных исследователей, можно ориентироваться на три ее вида: последовательную, сходящуюся и расходящуюся (рис. 1).

Есть особенность, связанная с первой структурой. По каждому из каналов существует возможность наблюдения одного входного, а также выходного потока. Выходя из одного звена, поток будет идти к входу другого звена. Иллюстрация последовательной структуры будет такой:

$$s_l = (r_1, v_1; \dots; r_G, v_G). \tag{2}$$

При этом  $G$  – рассматривается как число звеньев, которые будут последовательными,  $l = \overline{1, L}$  – анализируется в виде варианта применения последовательной структуры,  $L$  – рассматривается в виде общего числа вариантов структур [4].

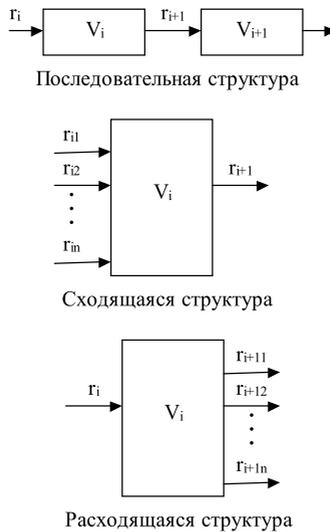


Рис. 1. Иллюстрация разных видов структур СМО

Если структура сходится, тогда входящих потоков будет множество. При этом будет наблюдаться один из выходящих потоков. Эта структура с точки зрения ее аналитической записи будет представляться на основе списка:

$$s_l = (r_{11}, \dots, r_{1N_1}, v_1; \dots; r_{G1}, \dots, r_{GN_G}, v_G). \tag{3}$$

При этом  $N_i$  – показывает число входных потоков, которые соответствуют  $i$ -му звену. Если структура рассматривается как рас-

ходящаяся, тогда с ней будут соотноситься множество выходящих потоков, а также один входящий [5]. Какое подразделение может быть промоделировано при помощи расходящейся структуры в транспортной организации? Например, может быть рассмотрен отдел регистрации пользователей транспортных средств. Кто создает входные и выходные потоки. Первые формируются поступившими пользователями. Вторые формируются пользователями, которые являются распределенными относительно разных подразделений [6]. Каким образом сделать представление расходящейся структуры? Например, так :

$$s_i = (r_{11}, v_1, r_{21}, \dots, r_{2N_2}, \dots, r_{G-1}, v_{G-1}, r_{G1}, \dots, r_{GN_G}). \quad (4)$$

При этом  $N_i$  – рассматривается в числом выходных потоков, которые соответствуют  $(i-1)$ -му звену. Как уже было сказано, рассмотренные три структуры являются базовыми. На основе их комбинирования существуют возможности для получения структур с самыми разными свойствами.

Какие можно отметить особенностей в ходе решения задач структурной и параметрической оптимизации транспортной системы? Среди них существуют такие:

1. Критерии оптимальности бывают множественными, иногда в них наблюдаются противоречия.
2. По всем потокам трудно осуществить процессы предсказаний. Трудности могут оставаться, даже если существует неполная априорная информации. Какие методы могут быть применены в перспективе? Используются вероятностные меры, которые позволяют в транспортной системе учесть неопределенность по внутренним связям.
3. В том числе, из второй особенности вытекает крайне ограниченное число аналитических методик, позволяющих управлять транспортными системами.

Комплексное транспортное предприятие при имитационном моделировании может быть проанализировано при учете того, что структурные и параметрические элементы варьируются [7, 8]. Также схемой выбора будет являться рандомизированной. Су-

ществуют логические блоки, рассматриваемые в виде структурных элементов транспортных систем. Они учитываются в ходе процессов имитационного моделирования. За счет него происходит определение структуру транспортных видов обеспечения. Откуда можно считывать параметры? Они связаны с временными характеристиками по входным и промежуточным потокам однородных событий.

Транспортное предприятие необходимо стремиться делать гибким. Структурные его компоновки могут вестись на базе разных вариантов. При этом применяются методы многоальтернативной оптимизации. вводятся Процессы переходов внутри логических блоков описываются с привлечением вероятностных способов. Рандомизированные алгоритмы дают возможности для того, чтобы проводить настройку значений вероятностей. На рис. 2 показаны составляющие алгоритмического обеспечения. Генераторы случайных последовательностей  $\Phi_m$  ( $m = \overline{1, M}$ ), которые соотнесены с параметрами  $x_j$  ( $j = \overline{1, J}$ ) позволяют внутри транспортного предприятия получать  $m = \overline{1, M}$  потоков однородных событий.

Поток без последействия дают возможности для описания потоков пользователей транспортных средств, они будут простейшими. Интенсивность потока входит в показательную функцию, которая рассматривается в виде плотность распределения интервалов среди поступлений событий.

Среднее время, которое будет между поступлением заявок будет обратно пропорционально величине интенсивности потока. Тогда создается случайная величина, которая будет распределена в рамках экспоненциального закона

$$\eta = -\frac{1}{\lambda} \lg \xi.$$

При этом  $\xi$  рассматривается в виде случайной величины, которая равномерным образом будет распределена внутри интервала  $(0, 1)$ .

Внутри транспортных систем могут наблюдаться также потоки Эрланга.



**Рис. 2.** Компоненты алгоритмического обеспечения имитационного моделирования и оптимизации

То, насколько  $m$ -й поток участвует при формировании модели преобразования, соотносится с  $m$ -логическим блоком, который связан с альтернативной переменной [9, 10]

$$Z_m = \begin{cases} 1, & \text{если } m\text{-й блок формирует случайную последовательность заявок} \\ & \text{для модели преобразования;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Реализация альтернативных переходов происходит, исходя из вероятности  $P_{zm}$  в рамках правила

$$Z_m = \begin{cases} 1, & \text{если } \xi \leq P_{zm}, \\ 0, & \text{если } \xi > P_{zm}, \end{cases}$$

При этом  $\xi$  рассматриваются в виде случайных чисел, которые равномерным образом будут распределенными по интервалу  $[0, 1]$ .

По комплексному транспортному предприятию вариант его структуры может быть описан при помощи показателей  $F_i (i = \overline{1, I})$ . При этом  $I$  рассматривается в виде общего числа вариантов. Также вводятся переменные  $Z_m (m = \overline{1, M})$ . Введены обозначения  $M$  – соответствует общему числу звеньев в структуре транспортного предприятия. Также переменные  $x_j (j = \overline{1, J})$ , при этом  $J$  – рассматривается в виде числа входных потоков. Необходимо выполнение зависимости

$$F_i = \Psi(Z_m, x_j) \quad (5)$$

Рандомизированные схемы дают возможности для того, чтобы вероятности  $P_{zm}$  ( $m = \overline{1, M}$ ) были настроены. Также ведется определение параметров  $x_j$  ( $j = \overline{1, J}$ ), соответствующих распределениям  $\Phi_m$  ( $m = \overline{1, M}$ ). На определенном этапе происходит совмещение с параметрической оптимизацией.

Когда реализуются процедуры, связанные с настройкой, то получаются распределения  $P_{zm}$ ,  $\Phi_m$ .

Они необходимы для того, чтобы генерировать  $n = \overline{1, N}$  вариантов структур транспортных предприятий, а также параметров, связанных с каждым из вариантов показателей. На рис. 3 можно увидеть общую схему, связанную с имитационным моделированием и оптимизацией параметров комплексного транспортного предприятия.

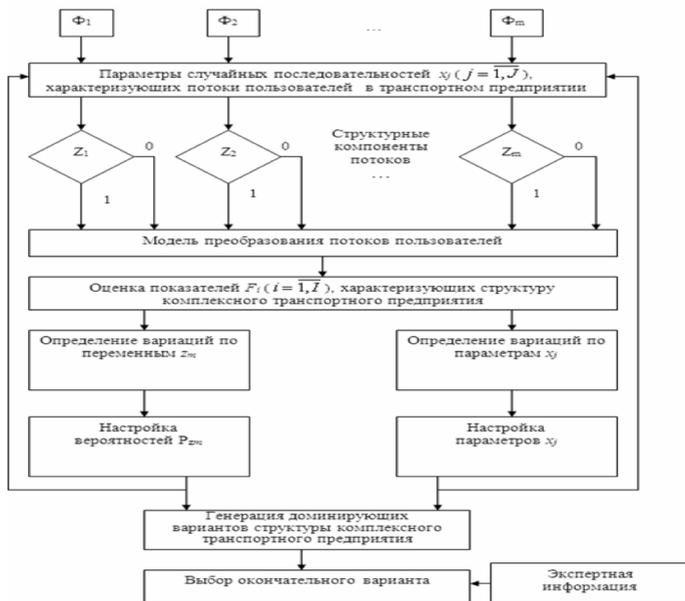


Рис. 3. Иллюстрация схемы имитационного моделирования и оптимизации параметров комплексного транспортного предприятия

## Выводы

В работе рассмотрена задача оптимизации работы транспортных систем. Показаны соответствующие компоненты алгоритма.

мического обеспечения имитационного моделирования и оптимизации.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Информация о спонсорстве.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

### *Список литературы*

1. Жилина А.А., Кострова В.Н., Преображенский Ю.П. Разработка методики постановки задачи выбора управленческого решения на основе оптимизационного подхода // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. Т. 6, № 1 (20). С. 243-253.
2. Преображенский Ю.П. Информационные технологии, используемые в сфере менеджмента // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2018. № 2 (25). С. 43-46.
3. Преображенский Ю.П., Мирошник Д.Н. Анализ методов нечеткого поиска // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2018. № 4 (27). С. 82-84.
4. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. О методах создания рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 75-79.
5. Берман Н.Д., Белов А.М. Общественный транспорт и инновации // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9, № 2. С. 7-13.
6. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности моделирования логистических систем // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9, № 4. С. 27-31.
7. Сапожникова С.М. Корпоративное управление в железнодорожном транспорте // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9, № 4. С. 19-42.
8. Грошев А.Г., Фролов В.Н., Федорков Е.Д. Построение онтологических моделей систем автоматизированного проектирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 4 (35). С. 52-56.
9. Львович Э.М., Холодков А.М. Проблемы передачи информации в автоматизированных системах управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 3 (34). С. 30-33.

10. Львович Я.Е., Львович И.Я., Львович Э.М. Проблемы обработки цифровых сигналов в системах передачи информации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 3 (34). С. 27-29.

### *References*

1. Zhilina A.A., Kostrova V.N., Preobrazhenskiy Yu.P. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*, 2018, vol. 6, no. 1 (20), pp. 243-253.
2. Preobrazhenskiy Yu.P. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2018, no. 2 (25), pp. 43-46.
3. Preobrazhenskiy Yu.P., Miroshnik D.N. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2018, no. 4 (27), pp. 82-84.
4. Preobrazhenskiy Yu.P., Konovalov V.M. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2019, no. 4 (31), pp. 75-79.
5. Berman N.D., Belov A.M. *International Journal of Advanced Studies*, 2019, vol. 9, no. 2, pp. 7-13.
6. Shakirov A.A., Zaripova R.S. *International Journal of Advanced Studies*, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 27-31.
7. Sapozhnikova S.M. *International Journal of Advanced Studies*, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 19-42.
8. Groshev A.G., Frolov V.N., Fedorkov E.D. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2020, no. 4 (35), pp. S. 52-56.
9. L'vovich E.M., Kholodkov A.M. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2020, no. 3 (34), pp. 30-33.
10. L'vovich Ya.E., L'vovich I.Ya., L'vovich E.M. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2020, no. 3 (34), pp. 27-29.

### **ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Львович Яков Евсеевич**, доктор технических наук, профессор  
*Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования Воронежский государственный  
технический университет*  
ул. 20 лет Октября, 84, г. Воронеж, 394006, Российская Федерация  
[Komkovvvt@yandex.ru](mailto:Komkovvvt@yandex.ru)  
ORCID: 0000-0002-7051-3763

**Преображенский Андрей Петрович**, доктор технических наук,  
доцент

*Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий  
ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
Komkovvvt@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-6911-8053*

**Преображенский Юрий Петрович**, кандидат технических наук,  
доцент

*Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий  
ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
Komkovvvt@yandex.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Yakov E. Lvovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor

*Voronezh State Technical University  
84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation  
Komkovvvt@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-7051-3763*

**Andrey P. Preobrazhenskiy**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

*Voronezh Institute of High Technologies  
73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation  
Komkovvvt@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-6911-8053*

**Yuriy P. Preobrazhenskiy**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

*Voronezh Institute of High Technologies  
73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation  
Komkovvvt@yandex.ru*

DOI: 10.12731/2227-930X-2021-11-3-99-107

УДК 004.94

## ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПЕРСОНАЛА В ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

*Львович Я.Е., Преображенский А.П.,  
Преображенский Ю.П.*

*В статье рассматривается задача, связанная с рассмотрением характеристик управления развитием персонала внутри транспортных компаний. Дан анализ целей разных уровней.*

*Ключевые слова: система перевозок; персонал; предприятие; управление*

## CHARACTERISTICS OF PERSONNEL DEVELOPMENT MANAGEMENT IN A TRANSPORT COMPANY

*Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P.,  
Preobrazhenskiy Yu.P.*

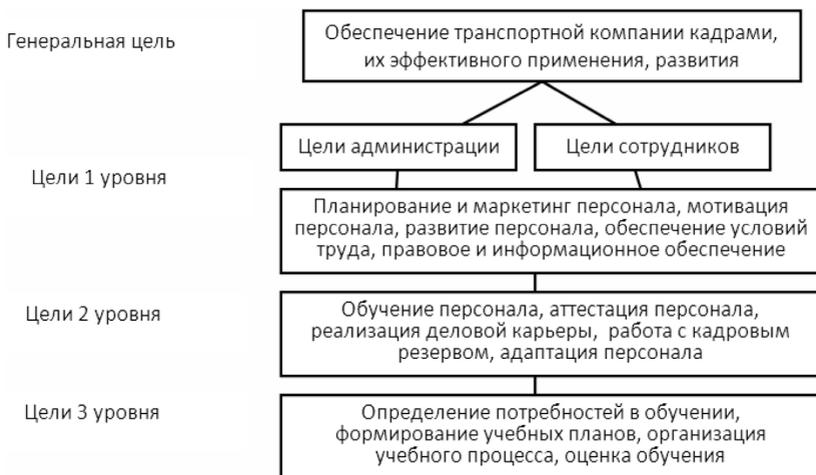
*The paper deals with the problem related to the consideration of the characteristics of personnel development management within transport companies. The analysis of goals of different levels is given.*

*Ключевые слова: transportation system; personnel; enterprise; control*

### **Введение**

Внутри транспортной компании, представляемой в виде сложной системы, можно выделить различные уровни иерархии и соответствующие им цели [1]. Одной из практически важных задач является развитие использования потенциала сотрудников на каждом из таких уровней. Цель статьи состоит в рассмотрении подходов, позволяющих оценить характеристики персонала в транспортных компаниях.

Особенности целей разного уровня в транспортной системе. Цель транспортной компании должна быть связана с теми результатами, которые она будет стремиться достигать [2]. Задача, относящаяся к обеспечению и подготовке целей транспортной компании, рассматривается в виде довольно сложной и трудоемкой. В ходе ее рассмотрения исходят из того, что применяется метод «дерева целей». Во многих случаях, происходит процесс выделения цели генеральной и которые будут лежать на более низких уровнях. Могут быть изменения по генеральной цели. Это определяется тем, какая будет ситуация, возникшая в экономической сфере, на рынках, внутри транспортных компаниях [3, 4]. Для общего случая все множество целей, в транспортной сфере в системе управления могут быть поделены по нескольким типам. Среди них можно указать главные. Они относятся к экономической социальной, производственной, научно-технической, коммерческой. На рис. 1 показаны особенности содержания указанных составляющих большой цели.



**Рис. 1.** Иллюстрация разбиения целей системы развития персонала транспортной компании

Дерево целей относительно каждой из обозначенных целей может быть сформировано. Есть система управления персоналом,

которая дает возможности для того, чтобы социальная цель была реализована.

С двух сторон может быть проведено рассмотрение социальной цели. Важно понимать, что существует позиция администрации организации, в рамках которой осуществляется наем сотрудников. Также есть позиция сотрудника, который приходит в компанию. Администрация в транспортной компании рассматривает возможные цели, которые находятся на разных уровнях. Если анализировать цели сотрудников, то они могут отличаться от тех целей, которые устанавливаются администрацией компании [5, 6]. Например, руководящим составом обозначаются цели по формированию нормальных условий по эффективному использованию различных сотрудников. При этом сотрудники рассматриваются в виде потребителей подобных условий. Например, в руководстве транспортной компании обозначается цель I уровня, связанная с развитием сотрудников.

Формулировка подобной цели для сотрудника направлена на то, чтобы реализовать свое развитие. При этом для 2 уровня цели будут связаны с адаптацией, переподготовкой, ростом, оценкой способностей и др. Для 3 уровня формирование целей будет происходить таким же образом. Чтобы компоненты функций системы управления сотрудниками в транспортной компании были определены, можно опираться на дерево целей. Различные подсистемы могут быть использованы при описании функций управления сотрудников. Это вытекает из анализа различных научных публикаций и практического опыта.

Состав и названия в целях I уровня могут быть соотнесены с тем, какие будут функциональные подсистемы. Реализация целей может быть осуществлена вследствие того, что соответствующие подразделения в службах управления работниками будут рассматриваться в виде составляющих функций подсистем.

**Особенности формирования целевой функции.** Какие могут быть подходы для того, чтобы была сформирована общая целевая функция с привлечением частных целевых функций? Укажем их.

1. Иерархия подцелей будет осуществлять формирование общей цели. Цели, являющиеся частными с числом  $q$  в подобной иерархии размещены на нижнем уровне. Они соотносятся с  $q$  критериями  $C_i$ , являющимися элементарными [7, 8]. Они дают возможности для оценок объектов  $\omega$  из множества  $\Omega$ . Лингвистическая переменная позволяет выразить цель. Декартово произведение  $X_1, \dots, X_q$  в ней будет рассматриваться в виде базового множества. С общей целью будет происходить связь нечеткого множества  $D$  объектов. Эта связь достигается за счет того, что происходит процесс свертки нечетких множеств и функций принадлежности  $\mu_i$ . Тогда мы исходим из того, что  $h$  из  $[0, 1]^q$  будет отображено в  $[0, 1]$ , такого, что:

$$\forall \omega \in \Omega, \mu_D(\omega) = h(\mu_1(\omega), \dots, \mu_q(\omega)).$$

Какие аксиомы будут выполняться для такого отображения?

Укажем их:

A1:  $h(0, \dots, 0) = 0; h(1, \dots, 1) = 1.$

A2: По любым парам  $(s, t) \in [0, 1]^2$ , когда  $\forall i, s_i \geq t_i$ , тогда  $h(s_1, \dots, s_q) \geq h(t_1, \dots, t_q).$

A3:  $h$  – рассматривается в виде симметрической функцией по своим переменным.

A4:  $h$  – рассматривается в виде непрерывной функции.

Каким образом можно формировать общую, целевую функцию с учетом того, что есть равнозначность по частным целям? Анализ демонстрирует, что это можно сделать четырьмя способами:

*Например, цели достигаются одновременно. Тогда исходим из справедливости на практике аксиомы:*

A5:  $\forall s_i, i = 1, \dots, q, h(s_1, \dots, s_q) \leq \min(s_1, \dots, s_q).$  Что означает представленное выражение? Реализацию обобщенной оценки по определенной операции нельзя рассматривать как самую худшую по частным оценкам. Видно, что используется конъюнктивный подход. В нем моделируются операции пересечения по нечетким множествам.

**Проблемы использования стратегий.** Одна из целей будет достигнута. Какая будет получаться аксиома? Она будет двойственна предыдущей:

А6:  $\forall s_i, i = 1, \dots, q, h(s_1, \dots, s_q) \geq \max(s_1, \dots, s_q)$ . В таком случае наилучшая частная оценка будет оказывать влияние на обобщенную оценку. Видно, что используется дизъюнктивный подход. В нем осуществляется объединение по нечетким множествам. Стратегии могут быть компромиссными. Что мы будем наблюдать в таком случае? Формирование общая целевой функции будет происходить при условии, что  $\min < h < \max$ .

Стратегии могут быть гибридными. Каким образом их учесть? Применяется симметрическая сумма. В качестве примера можно указать медиану  $\text{med}(s_1, \dots, s_q; 1/g)$ . Другим возможным подходом может быть реализация алгоритмов, связанных с ассоциативными симметрическими суммами. В подобных случаях мы исходим из условий.

Пусть  $\max(s_1, \dots, s_q) < 1/2$ , тогда  $h(s_1, \dots, s_q) \leq \min(s_1, \dots, s_q)$ ;  
 пусть  $\min(s_1, \dots, s_q) > 1/2$ , тогда  $h(s_1, \dots, s_q) \geq \max(s_1, \dots, s_q)$ ;  
 пусть  $s_i \leq 1/2 \leq s_j$ , тогда  $s_i \leq h(s_i, s_j) \leq s_j$ .

Общая целевая функция может быть адекватным образом найдена на основе сверток частных критериев. Каким образом можно учитывать выбор между конъюнктивными и дизъюнктивными стратегиями?

Применяется параметризованное множество операций такого вида:

$$h(s_1, \dots, s_q) = I(s_1, \dots, s_q)^\gamma \cdot U(s_1, \dots, s_q)^{(1-\gamma)}, \gamma \in [0, 1].$$

При этом  $I, U$  – рассматриваются в виде операций, которые показывают пересечение и объединение. Существует показатель  $\gamma$ , который демонстрирует компенсацию целей. Существуют возможности для обозначения минимального порога  $x_i$  относительно каждого из критериев  $C_i$ . Что будет происходить при его достижении? Это показывает насколько оценка  $m_i(\omega)$  будет приемлема по объекту  $\omega$ . Критерии могут быть взвешены. В качестве примера можно указать такую комбинацию:

$$m_{\Sigma}(\omega) = \sum_{i=1}^q p_i m_i(\omega), \sum_{i=1}^q p_i = 1.$$

Можно сформировать дерево целей, связанное с профессиональным развитием сотрудников [9, 10]. При этом матричная форма применяется для того, чтобы делать задание приоритетов по частным целям.

## Результаты

На рис. 2 дана демонстрация по результатам оценки приоритетов по целям, которые есть на нижнем уровне. Были использованы такие показатели: 1 – потребность сотрудника в обучении, 2 – средства, требуемые на осуществление обучения сотрудников, 3 – формирование учебной траектории сотрудника, 4 – поддержка обучения сотрудников, оценка уровня обучения сотрудников.

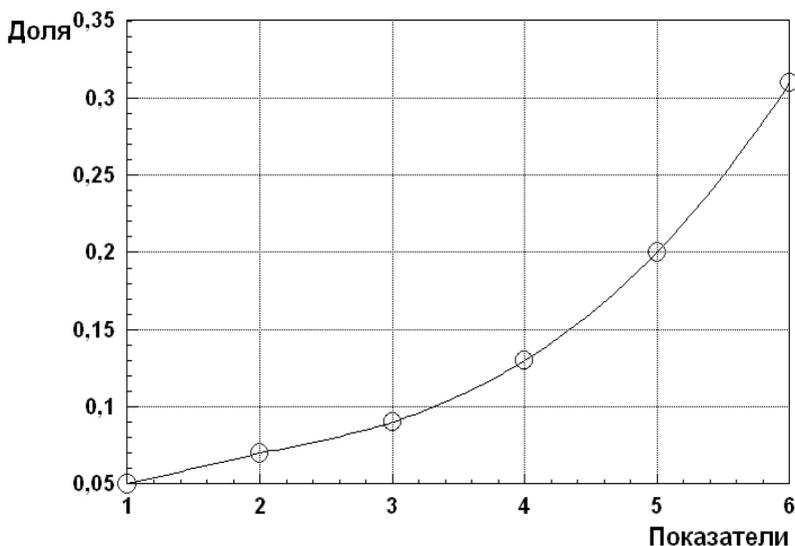


Рис. 2. Иллюстрация оценок по целям, лежащим на нижнем уровне

## Выводы

В работе рассмотрена задача, связанная с развитием персонала в транспортной компании. Приведена иллюстрация оценок по целям, связанным с нижним уровнем.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Информация о спонсорстве.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

### *Список литературы*

1. Жилина А.А., Кострова В.Н., Преображенский Ю.П. Разработка методики постановки задачи выбора управленческого решения на основе оптимизационного подхода // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. Т. 6, № 1 (20). С. 243-253.
2. Преображенский Ю.П. Информационные технологии, используемые в сфере менеджмента // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2018. № 2 (25). С. 43-46.
3. Преображенский Ю.П., Мирошник Д.Н. Анализ методов нечеткого поиска // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2018. № 4 (27). С. 82-84.
4. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. О методах создания рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 75-79.
5. Берман Н.Д., Белов А.М. Общественный транспорт и инновации // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9, № 2. С. 7-13.
6. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности моделирования логистических систем // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9, № 4. С. 27-31.
7. Сапожникова С.М. Корпоративное управление в железнодорожном транспорте // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9, № 4. С. 19-42.
8. Грошев А.Г., Фролов В.Н., Федорков Е.Д. Построение онтологических моделей систем автоматизированного проектирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 4 (35). С. 52-56.
9. Львович Э.М., Холодков А.М. Проблемы передачи информации в автоматизированных системах управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 3 (34). С. 30-33.
10. Львович Я.Е., Львович И.Я., Львович Э.М. Проблемы обработки цифровых сигналов в системах передачи информации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 3 (34). С. 27-29.

### References

1. Zhilina A.A., Kostrova V.N., Preobrazhenskiy Yu.P. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*, 2018, vol. 6, no. 1 (20), pp. 243-253.
2. Preobrazhenskiy Yu.P. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2018, no. 2 (25), pp. 43-46.
3. Preobrazhenskiy Yu.P., Miroshnik D.N. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2018, no. 4 (27), pp. 82-84.
4. Preobrazhenskiy Yu.P., Konovalov V.M. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2019, no. 4 (31), pp. 75-79.
5. Berman N.D., Belov A.M. *International Journal of Advanced Studies*, 2019, vol. 9, no. 2, pp. 7-13.
6. Shakirov A.A., Zaripova R.S. *International Journal of Advanced Studies*, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 27-31.
7. Sapozhnikova S.M. *International Journal of Advanced Studies*, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 19-42.
8. Groshev A.G., Frolov V.N., Fedorkov E.D. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2020, no. 4 (35), pp. S. 52-56.
9. L'vovich E.M., Kholodkov A.M. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2020, no. 3 (34), pp. 30-33.
10. L'vovich Ya.E., L'vovich I.Ya., L'vovich E.M. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2020, no. 3 (34), pp. 27-29.

### ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Львович Яков Евсеевич**, доктор технических наук, профессор  
*Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования Воронежский государственный  
технический университет*  
ул. 20 лет Октября, 84, г. Воронеж, 394006, Российская Фе-  
дерация  
Komkovvvt@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-7051-3763

**Преображенский Андрей Петрович**, доктор технических наук,  
доцент

*Автономная некоммерческая образовательная организация  
высшего образования Воронежский институт высоких тех-  
нологий*

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: 0000-0002-6911-8053*

**Преображенский Юрий Петрович**, кандидат технических наук,  
доцент

*Автономная некоммерческая образовательная организация  
высшего образования Воронежский институт высоких тех-  
нологий*

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
Komkovvvt@yandex.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Yakov E. Lvovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor

*Voronezh State Technical University*

*84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation*

*Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: 0000-0002-7051-3763*

**Andrey P. Preobrazhenskiy**, Doctor of Technical Sciences, Associ-  
ate Professor

*Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*

*Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: 0000-0002-6911-8053*

**Yuriy P. Preobrazhenskiy**, Candidate of Technical Sciences, Associ-  
ate Professor

*Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*

*Komkovvvt@yandex.ru*

## AUTHOR GUIDELINES

<http://ijournal-as.com/>

**Volume of the manuscript:** 7-24 pages A4 format, including tables, figures, references; for post-graduates pursuing degrees of candidate and doctor of sciences – 7-10.

**Margins all margins** – 20 mm each

**Main text font** Times New Roman

**Main text size** 14 pt

**Line spacing** 1.5 interval

**First line indent** 1,25 cm

**Text align** justify

**Automatic hyphenation** turned on

**Page numbering** turned off

**Formulas** in formula processor MS Equation 3.0

**Figures** in the text

**References to a formula** (1)

### Article structure requirements

**TITLE** (in English)

Author(s): surname and initials (in English)

**Abstract** (in English)

**Keywords:** separated with semicolon (in English)

Text of the article (in English)

**1. Introduction.**

**2. Objective.**

**3. Materials and methods.**

**4. Results of the research and Discussion.**

**5. Conclusion.**

**6. Conflict of interest information.**

**7. Sponsorship information.**

## **8. Acknowledgments.**

### **References**

References text type should be Chicago Manual of Style

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Surname, first name (and patronymic) in full**, job title, academic degree, academic title

Full name of the organization – place of employment (or study) without compound parts of the organizations' names, full registered address of the organization in the following sequence: street, building, city, postcode, country

*E-mail address*

*SPIN-code in SCIENCE INDEX:*

*ORCID:*

*ResearcherID:*

*Scopus Author ID:*

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

<http://ijournal-as.com/>

**Объем статей:** 7-12 страницы формата А4, включая таблицы, иллюстрации, список литературы; для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук – 7-9. Рукописи большего объема принимаются по специальному решению Редколлегии.

**Поля** все поля – по 20 мм.

**Шрифт основного текста** Times New Roman

**Размер шрифта основного текста** 14 пт

**Межстрочный интервал** полуторный

**Отступ первой строки абзаца** 1,25 см

**Выравнивание текста** по ширине

**Автоматическая расстановка переносов** включена

**Нумерация страниц** не ведется

**Формулы** в редакторе формул MS Equation 3.0

**Рисунки** по тексту

**Ссылки на формулу** (1)

**Обязательная структура статьи**

**УДК**

**ЗАГЛАВИЕ** (на русском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на русском языке)

**Аннотация** (на русском языке)

**Ключевые слова:** отделяются друг от друга точкой с запятой (на русском языке)

**ЗАГЛАВИЕ** (на английском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на английском языке)

**Аннотация** (на английском языке)

**Ключевые слова:** отделяются другот друга точкой с запятой (на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

**1. Введение.**

**2. Цель работы.**

**3. Материалы и методы исследования.**

**4. Результаты исследования и их обсуждение.**

**5. Заключение.**

**6. Информация о конфликте интересов.**

**7. Информация о спонсорстве.**

**8. Благодарности.**

**Список литературы**

Библиографический список по ГОСТ Р 7.05-2008

**References**

Библиографическое описание согласно требованиям журнала

**ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Фамилия, имя, отчество полностью,** должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: улица, дом, город, индекс, страна (на русском языке)

*Электронный адрес*

*SPIN-код в SCIENCE INDEX:*

**DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Фамилия, имя, отчество полностью,** должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: дом, улица, город, индекс, страна (на английском языке)

*Электронный адрес*

## СОДЕРЖАНИЕ

ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ «СРЕДА – УЧАСТНИК – ТРАНСПОРТ – ИНФРАСТРУКТУРА» <i>Загидуллин Р.Р.</i> .....	7
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ В СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ <i>Мельникова Т.В., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П.</i> .....	35
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ЧЕРЕЗ ОСТАНОВОЧНЫЕ ПУНКТЫ <i>Аверьянов Ю.И., Асфур Х.М.А., Голеняев Н.С.</i> .....	45
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАСПИСАНИЯ В ВЫСШИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ДЛЯ УДОБНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ <i>Биков Д.И., Хамидуллин М.Р.</i> .....	57
<b>НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ</b>	
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ CONNECTED CAR <i>Пермовский А.А., Ускова А.А.</i> .....	68
ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ <i>Зотова В.А., Тихонова Н.А., Феофанова Т.Д.</i> .....	76

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ  
ПЕШЕХОДОВ ПО ТРОТУАРАМ**

***Галышев А.Б.*** .....83

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
КОМПЛЕКСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

***Львович Я.Е., Преображенский А.П.,  
Преображенский Ю.П.*** .....89

**ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ  
ПЕРСОНАЛА В ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ**

***Львович Я.Е., Преображенский А.П.,  
Преображенский Ю.П.*** .....99

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ** ..... 108

## CONTENTS

FORMATION OF A SUSTAINABLE TRANSPORT SYSTEM BASED ON THE FUNCTIONAL MODEL «ENVIRONMENT – PARTICIPANT – TRANSPORT – INFRASTRUCTURE» <i>Zagidullin R.R.</i> .....	7
THE DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR ANALYSIS OF PARAMETERS IN A SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM <i>Melnikova T.V., Preobrazhenskiy A.P.,            Preobrazhenskiy Yu.P.</i> .....	35
STUDY OF THE MOVEMENT INTENSITY OF URBAN PASSENGER TRANSPORT THROUGH BUS STOP POINTS <i>Averyanov Y.I., Asfur H.M.A., Golonyaev N.S.</i> .....	45
DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A SCHEDULE MONITORING SYSTEM IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS FOR CONVENIENT INTERACTION WITH THE EDUCATIONAL PROCESS <i>Bikov D.I., Khamidullin M.R.</i> .....	57
<b>SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS</b>	
EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE INTRODUCTION OF CONNECTED CAR TECHNOLOGY <i>Permovsky A.A., Uskova A.A.</i> .....	68
THE TECHNICAL CONDITION OF THE VEHICLES AND ITS CHANGES DURING OPERATION <i>Zotova V.A., Tikhonova N.A., Feofanova T.D.</i> .....	76

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF PEDESTRIAN TRAFFIC CONDITIONS ON SIDEWALKS <i>Galyshev A.B.</i> .....	83
OPTIMIZATION OF THE STRUCTURE AND FUNCTIONING OF THE INTEGRATED TRANSPORTATION ENTERPRISE <i>Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P.</i> .....	89
CHARACTERISTICS OF PERSONNEL DEVELOPMENT MANAGEMENT IN A TRANSPORT COMPANY <i>Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P.</i> .....	99
<b>RULES FOR AUTHORS</b> .....	108

*Доступ к журналу*

Доступ ко всем номерам журнала –  
постоянный, свободный и бесплатный.  
Каждый номер содержится в едином файле PDF.

*Open Access Policy*

All issues of the International Journal of Advanced Studies:  
Transport and Information Technologies are always open and free access.  
Each entire issue is downloadable as a single PDF file.

<http://ijournal-as.com/>

Подписано в печать 30.09.2021. Дата выхода в свет 30.09.2021.  
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 8,26. Тираж 999 экз. Свободная цена.  
Заказ 113/021. Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии  
«Издательство «Авторская Мастерская». Адрес типографии:  
ул. Пресненский Вал, д. 27 стр. 24, г. Москва, 123557 Россия.