

ISSN 2227-930X (online)

# International Journal of Advanced Studies

Transport and Information Technologies  
VOLUME 13, NUMBER 4, 2023



# International Journal of Advanced Studies

Том 13, № 4  
2023

Vol. 13, No. 4  
2023

**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.

# 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 13, № 4, 2023 / Vol. 13, No 4, 2023

<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: Россия, 660127, Красноярский край, 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> +7 (995) 080-90-42</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<sup>2</sup></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> +7 (995) 080-90-42</p>
---	--

Свободная цена

© Научно-инновационный центр, 2023

## 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-2023-13-4-7-21

УДК 004.8:004.93.2:681.518.4



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

## ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ НАЛИЧИИ В НЕЙ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

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

*Изучение различных свойств информационно-технических систем с точки зрения взаимодействия их физической и цифровой составляющих – новое и актуальное направление современной науки о киберфизических системах. При рассмотрении современных киберфизических систем различные авторы рекомендуют в рамках системного анализа рассматривать их как сложные системы. Вследствие сложности систем при человеко-машинном взаимодействии следует опираться на адаптивные алгоритмы. При этом специалиста рассматривают как лицо, которое принимает решение. В ходе своей работы он будет стремиться к обеспечению требуемого режима функционирования киберфизической системы, в том числе и при наличии в ней неисправностей. В данной работе предлагается рассматривать возможные действия специалиста в киберфизической системе с точки зрения имитационного эксперимента.*

*В работе приведена иллюстрация схемы алгоритма, связанного с адаптивным выбором ресурсов в киберфизической системе. Показана схема рационального принятия решений, когда выбираются ресурсы. Предложена методика по формированию логических моделей. В работе показано, каким образом может применяться игровое моделирование для киберфизических систем.*

*Полученные в работе результаты могут быть применены для широкого круга киберфизических систем.*

**Ключевые слова:** киберфизическая система; управление; неисправность; моделирование

**Для цитирования.** Аветисян Т.В., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы управления киберфизической системой при наличии в ней неисправностей // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 4. С. 7-21. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-7-21

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

## **PROBLEMS OF MANAGING A CYBER-PHYSICAL SYSTEM IN THE PRESENCE OF MALFUNCTIONS IN IT**

***T.V. Avetisyan, A.P. Preobrazhensky, Yu.P. Preobrazhensky***

*The study of various properties of information-technical systems from the point of view of interaction of their physical and digital components is a new and actual direction of modern science of cyber-physical systems. When considering modern cyber-physical systems, various authors recommend considering them as complex systems within the framework of system analysis. Due to the complexity of systems, adaptive algorithms should be relied upon in human-machine interaction. In this case, the specialist is seen as a decision maker. In the course of his work, he will strive to ensure the required mode of functioning of the cyber-physical system, including in the presence of faults in it. This paper proposes to consider the possible actions of a specialist in a cyber-physical system from the perspective of a simulation experiment. The paper provides an illustration of an algorithm scheme related to adaptive resource selection in a cyber-physical system. The scheme of rational decision making when resources are selected is shown. A methodology for generating logic models is proposed. The paper shows how game modeling can be applied to cyber-physical systems.*



*The results obtained in this paper can be applied to a wide range of cyber-physical systems.*

**Keywords:** *cyberphysical system; control; fault; simulation*

**For citation.** *Avetisyan T.V., Preobrazhensky A.P., Preobrazhensky Yu.P. Problems of Managing a Cyber-Physical System in the Presence of Malfunctions in It. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 7-21. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-7-21*

## **Введение**

Необходимо опираться на комплексный подход, чтобы реализовывать интеллектуальную поддержку решений, которые будут приниматься специалистами, когда происходит поиск неисправностей внутри киберфизических систем.

В таком подходе предлагается опираться на адаптивное управление, в котором применяются адаптивные алгоритмы. Также используется имитационный эксперимент, в котором задействованы прогностические модели.

Чтобы осуществить рационализацию по действиям при поиске неисправностей в киберфизической системе необходимо ориентироваться на работу в реальном и ускоренном масштабе времени с учетом автоматического и диалогового режимов на компьютере.

Специалист рассматривается в виде лица, принимающего решение (ЛПР). Те схемы поиска неисправностей в киберфизической системе, которые получаются в автоматических режимах, будут им анализироваться. Происходит задание условий выполнения соответствующих действий. Происходит оценка результатов действий как по каждому из шагов, так для всего периода обслуживания киберфизической системы. Тогда возникают возможности для того, чтобы были приняты рациональные решения при том, что существуют условия неопределенностей, а также неполной априорной информации.

Есть возможности для того, чтобы варьировать имеющиеся ресурсы в ходе выбора необходимых действий с ориентацией на прогностические модели.

Можно сопоставить рассматриваемой задаче оптимизационную модель. Тогда процесс принятия решений формализуется. При этом могут появляться различные неопределенности. Вследствие них будут затруднения, связанные с непосредственным применением известных подходов математического прогнозирования, чтобы определять рациональную последовательность действий.

Специалисты при своем функционировании стремятся к тому, чтобы обеспечить желаемого исход в работе киберфизической системы. Поскольку присутствует неполная априорная информация в ходе принятия решений для каждого из шагов, тогда следует опираться на адаптивные алгоритмы. В них учитываются как текущие цели в управлении действиями специалистов, так и выбор необходимых ресурсов.

### **Методика управления киберфизической системой**

Для каждого шага использования ресурсов происходит поступление информации, а также оценки того, насколько применяемые действия являются эффективными для предыдущего шага. Происходит формализация оценки. Она применяется для выбора целей действий и величины ресурсов для последующего шага с учетом адаптивных алгоритмов.

Когда специалисты обозначают задачу по достижению эффекта применяемых действий в течение кратчайшего срока, то тогда будет выполнено условие:

$$f_1 = (y_i - y_{i,j})^2 = \min, \quad (1)$$

в случае выполнения противоположного условия требуется выполнение:

$$f_2 = (y_i^{k-1} - y_i^k)^2 = \min, \quad (2)$$

здесь  $k$  – рассматривается как шаг управления, для которого будет принято решение.

Когда специалистом выполняются соответствующие действия, то он должен стремиться к компромиссу среди критериев (1) и

(2), которые являются противоречивыми. В глобальный критерий будет осуществляться их свертка:

$$f[k] = p_1 f_1^k + p_2 f_2^k, \quad (3)$$

при этом  $p_1$  и  $p_2$  – мы считаем, как вероятности применения критериев (1) и (2) соответствующим образом.

Когда принимаются решения по использованию ресурсов, чтобы получить недостающую априорную информацию происходит формализация суждения специалиста «недостаточно увеличивается  $Y_i$ » (или оно отсутствует, или движение в противоположном направлении) как  $A = +1$ , а суждение «поступление ресурсов в желаемом темпе» в виде  $A = -1$ .

Проведение настройки вероятностей по использованию критериев (1), (2) реализуется при помощи адаптивных алгоритмов.

Проведение расчетов объемов привлекаемых ресурсов реализуется при текущих значениях вероятности использования критериев (1) и (2).

В случае, когда на любом шаге применения ресурсов специалист отдает предпочтение виду  $A = +1$ , тогда объем ресурсов определяется на базе формулы:

$$x_i^k = x_i^{k-1} + \alpha^k (y_i^k - y_{ик}^k), \quad (4)$$

при этом величину шага  $\alpha^k$  тогда будем определять так:

$$\alpha^k = \alpha^{k-1} \exp \left\{ \frac{1}{k} \operatorname{sign} \left[ (y_i^k - y_{ик}^k)(y_i^{k-1} - y_{ик}^{k-1}) \right] \right\}. \quad (5)$$

Специалистом задается начальный объем ресурсов. Настройка по величинам вероятностей реализуется для первого уровня. Определяется величина управляющих воздействий. При учете итеративных формул на втором уровне с настраивается величина коэффициента. При этом будет обеспечиваться сходимость.

Схема алгоритма, позволяющего осуществлять адаптивный выбор действий по применению ресурсов дана на рис. 1.

Когда выбираются возможные действия специалиста в киберфизической системе, опираются на подходы в имитационном эксперименте. При этом будет поддерживаться алгоритмизацию

по диалоговому режиму для ускоренного и реального масштабах времени. В реальном масштабе применяются действия. В ускоренном масштабе применяются математические модели. Будет использоваться помимо объективной текущей информации априорная информация, которая идет от специалиста, а еще экспертная информация.

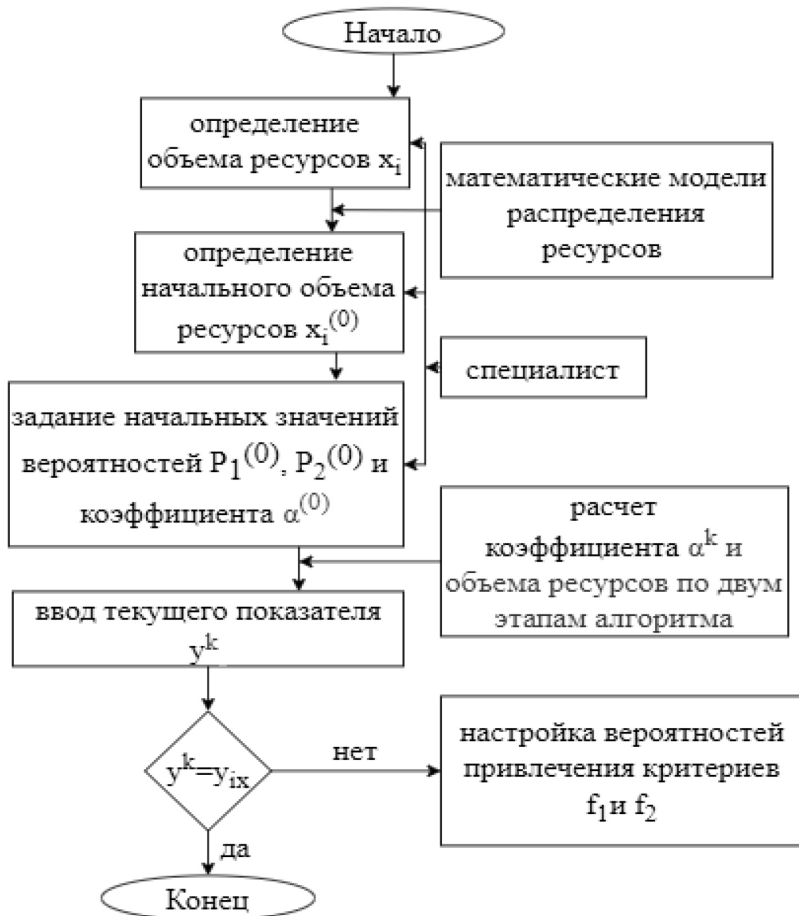


Рис. 1. Иллюстрация схемы алгоритма, связанного с адаптивным выбором ресурсов в киберфизической системе

Целесообразно опираться на имитационный подход, когда реализуется выбор возможных ресурсов, если отсутствуют или ограничены возможности по поиску оптимального варианта, в том числе, если существуют случайные возмущения. Чтобы провести оценку выбранного варианта по ресурсам на множестве альтернатив по предпочтениям рассматривают результат имитационного эксперимента.

В качестве перспективного подхода, когда рассматривается распределение ресурсов в киберфизической системе с тем, чтобы повысить эффективность в принимаемых решениях можно считать проведение комплексирования математического моделирования.

Основываясь на анализе исходной информации и результатах имитационного эксперимента, специалист рассматривает возможности распределения ресурсов. Уточнение осуществляется при помощи адаптивных алгоритмов (4), (5).

Схема принятия решений, когда осуществляется адаптивный и имитационный выбор ресурсов (рис. 2) рассматривается в виде человеко-машинной процедуры. Это связано с тем, что принимаются решения с привлечением компьютера. Тогда возникают условия для того, чтобы создавать автоматизированную систему планирования.

Рассматриваются различные ситуации на экспериментальной модели. В этом состоит сущность имитационного моделирования. Можно осуществлять его тремя способами:

- 1) перед тем, как распределять ресурсы, проводится рассмотрение всей схемы по всему периоду. Будут сделаны предварительные выводы. Рассмотрение реализуется лишь на базе управляющих воздействий специалиста (стратегия специалиста);

- 2) рассмотрение осуществляется по всему периоду распределения ресурсов на базе спроектированного алгоритма оптимального управления. В нем предусмотрено участие специалиста (стратегия алгоритмическая);

- 3) процессы имитации реализуются для любого момента времени. Тогда, когда будет случайная помеха, ведущая к значитель-



ному отклонению по ресурсам) специалист будет их изменять (оперативная тактика).

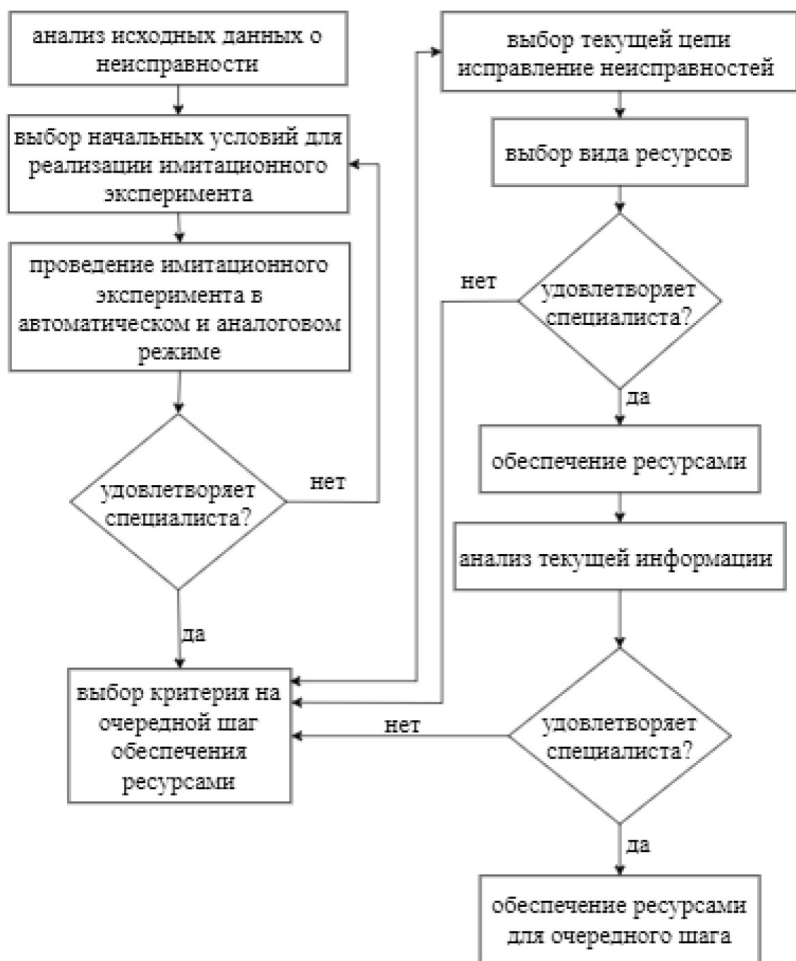


Рис. 2. Иллюстрация схемы рационального принятия решений, когда выбираются ресурсы

Когда реализуется имитационное прогнозирование на компьютере, существует возможность обращения специалиста к ком-

пьютеру в ходе диалогового режима для реального и ускоренного масштабов времени.

При дифференциальном рассмотрении важно определять и соответствующие для него схемы распределения ресурсов в киберфизической системе. В этой связи с учетом использования автоматизированных систем требуется отметить, что в ходе их формирования необходимо создание такой процедуры, в рамках которой было бы органичное сочетание с действиями специалиста как ЛПР. При этом в самой процедуре будет обеспечена не только постановка дифференцированного решения, но и в итоге будет реализовываться выбор по распределению ресурсов.

На базе логических моделей есть возможности для того, чтобы была обеспечена интеллектуальная поддержка специалиста. Поэтапным образом возникают дополнительные исследования. Они основываются на действиях специалиста по созданию логических моделей. Их легко реализовать с привлечением компьютера.

По формированию логических моделей мы предлагаем методу. На ее основе: 1) происходит реализация логического функционирования специалиста; 2) обеспечивается интеллектуальная поддержка анализа ресурсов с компьютерной поддержкой; 3) формируется совокупность анализа киберфизической системы и оптимизация при выборе ресурсов; 4) происходит исключение ошибок при использовании компьютера вследствие того, что визуализируются результаты решений, как при пошаговом рассмотрении, так и в окончательном виде; 5) обеспечивается дифференцированный анализ по ресурсам; 6) поддерживается творческая работа специалиста; 7) специалист освобождается от «рутинной» работы, он рассматривается как ЛПР по всему рабочему процессу; 8) возможна достаточно простая машинная реализация; 9) можно избежать трудностей по классификации конкретной неисправности.

Если, основываясь на показаниях соответствующей логической модели необходимо вмешательство специалиста, тогда будут две стратегии:  $A_1$  – привлечение специалиста и  $A_2$  – отказ от привле-

чения специалиста при последующем принятии нового решения. Стратегии формируются соответствующим способом:

$S_1$  – необходимо срочно привлечь специалиста;

$S_2$  – отсрочка привлечения специалиста после того, как осуществлена подготовка;

$S_3$  – привлечение специалиста, основываясь  $S_1$  и  $S_2$ , будет напрасно;

$S_4$  – противопоказано привлечение специалиста, основываясь на  $S_1$  и  $S_2$ .

Проведем рассмотрение двух случаев, когда будет вмешательство специалиста.

Предположим, что специалист должен принять решение, относительно своего привлечения. При этом в киберфизической системе выделяются три состояния:  $S_1$  – необходимо срочное привлечение специалиста;  $S_2$  – нет необходимости в срочном привлечении специалиста;  $S_4$  – привлечение специалиста рассматривается как противопоказанное. Будет реализовываться формирование терминальной матрицы  $M_c$  (табл. 1). Используя ее, осуществляется формирование матрицы  $M_f$  показателя полезности  $f_{ij}$  (табл. 2). По ней мы можем рассмотреть геометрическую интерпретацию игры (рис. 3). Реализуя процесс анализа, можно убедиться, лишь две прямые будут пересекаться в точке решения  $N$ . Они сопоставляются со стратегиями  $S_1$  и  $S_4$ . В этой связи игру в точке  $N$  мы можем представлять как игру  $2 \times 2$  при матрице  $M_f$  (табл. 3). В ней есть соответствующие вероятности  $P_1$  и  $P_2$ . Анализируя их значения, мы получим решение как смешанную стратегию специалиста. Тогда специалист почти в два раза чаще принимать решения об отказе от вмешательства в киберфизическую систему, чем реализовывать вмешательство.

Таблица 1.

Реализация формирования терминальной матрицы  $M_c$

	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$A_1$	0,04999	0,07999	0,1999
$A_2$	0,0999	0,04999	0

Таблица 2.

Реализация формирования матрицы  $M_f$  показателя полезности  $f_{ij}$ 

	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$A_1$	0,94999	0,88999	0,5999
$A_2$	0,84999	0,94999	0,9999

Таблица 3.

Геометрическая интерпретация игры

	$S_1$	$S_4$
$A_1$	0,94999	0,5999
$A_2$	0,84999	0,9999

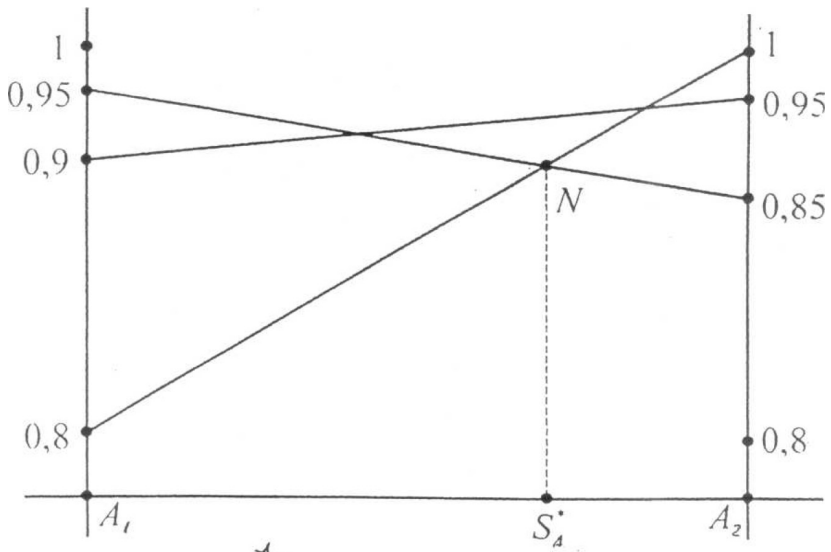


Рис. 3. Иллюстрация геометрической интерпретации игры

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 - 0,85}{0,95 - 0,6} = 0,4 \quad (6)$$

### Выводы

В работе предложена методика управления киберфизической системой. Представлена схема алгоритма, позволяющего осуществлять адаптивный выбор действий по применению ресур-

сов. Показано, что целесообразно опираться на имитационный подход, когда реализуется выбор возможных ресурсов, если отсутствуют или ограничены возможности по поиску оптимального варианта, в том числе, если существуют случайные возмущения. Приведена иллюстрация схемы рационального принятия решений, когда происходит выбор ресурсов. В ходе имитационного моделирования были рассмотрены различные ситуации на экспериментальной модели. Проведен анализ различных действий, которые может совершать специалист при взаимодействии с киберфизической системой. Рассмотренный в работе методический подход по управлению киберфизическими системами при наличии в них неисправностей может быть использован для различных случаев.

### *Список литературы*

1. Мишин Я.А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 153-156.
2. Львович Я.Е., Питолин А.В., Сапожников Г.П. Многометодный подход к моделированию сложных систем на основе анализа мониторинговой информации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 2 (25). С. 301-310.
3. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Анализ некоторых направлений повышения пропускной способности ip-сетей связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 42-45.
4. Львович Я.Е., Карлин П.В., Преображенский Ю.П. Об особенностях моделирования беспроводных сенсорных сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 4 (39). С. 20-23.
5. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Особенности оптимизации беспроводных систем связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 68-71.



6. Русанов П.И., Юрочкин А.Г. Проблемы сетевого моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 1 (28). С. 64-66.
7. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Анализ особенностей приема и передачи сигналов в компьютерных сетях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 75-78.
8. Калашников П.В. Задача выбора оптимального варианта конструкции сложной системы в условиях интервальной неопределенности // International journal of advanced studies, 2022, том.12, №3, С.94-108.
9. Аветисян Т.В., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Моделирование киберфизических систем при их развитии // Системы управления и информационные технологии. 2023. № 1 (91). С. 23-27.
10. Львович Я.Е., Преображенский А.П., Аветисян Т.В. Анализ возможностей использования алгоритмов фильтрации информации и заполнения пробелов // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 4. С. 81-95.

### *References*

1. Mishin Ya.A. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2013, no. 10, pp. 153-156.
2. L'vovich Ya.E., Pitolin A.V., Sapozhnikov G.P. Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii, 2019, vol. 7, no. 2 (25), pp. 301-310.
3. L'vovich Ya.E., Preobrazhenskiy Yu.P., Ruzhitskiy E. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2022, no. 1 (40), pp. 42-45.
4. L'vovich Ya.E., Karlin P.V., Preobrazhenskiy Yu.P. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2021, no. 4 (39), pp. 20-23.
5. L'vovich Ya.E., Preobrazhenskiy Yu.P., Ruzhitskiy E. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2022, no. 1 (40), pp. 68-71.
6. Rusanov P.I., Yurochkin A.G. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2019, no. 1 (28), pp. 64-66.

7. L'vovich Ya.E., Preobrazhenskiy Yu.P., Ruzhitskiy E. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2022, no. 1 (40), pp. 75-78.
8. Kalashnikov P.V. International journal of advanced studies, 2022, vol. 12, no. 3, pp. 94-108.
9. Avetisyan T.V., L'vovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P. Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii, 2023, no. 1 (91), pp. 23-27.
10. L'vovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Avetisyan T.V. International Journal of Advanced Studies, 2022, vol. 12, no. 4, pp. 81-95.

### **ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Аветисян Татьяна Владимировна**, преподаватель колледжа, специалист проектного отдела ВИБТ

*Колледж ВИБТ; Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий*

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
vtatyana\_avetisyan@mail.ru*

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

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

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

**Преображенский Юрий Петрович**, проректор по информационным технологиям, кандидат технических наук, доцент

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

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
petrovich@vvt.ru*

## DATA ABOUT THE AUTHORS

**Tatiana V. Avetisyan**, project specialist VIVT

*College of the Voronezh Institute of High Technologies; Voronezh Institute of High Technologies*

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

*vtatyana\_avetisyan@mail.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3559-6070>*

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

*Voronezh Institute of High Technologies*

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

*Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6911-8053>*

**Yuri P. Preobrazhenskiy**, Vice-Rector for Information Technology,

Candidate of Technical Sciences, Docent

*Voronezh Institute of High Technologies*

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

*petrovich@vivt.ru*

Поступила 22.06.2023

После рецензирования 10.07.2023

Принята 30.07.2023

Received 22.06.2023

Revised 10.07.2023

Accepted 30.07.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-22-36

УДК 004.67



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИНФОРМИРОВАНИЯ УЧАСТНИКОВ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ TELEGRAM

*В.А. Чернов, Д.Р. Фатихов,  
А.Д. Рамазанов, Г.А. Гареева*

*В данной статье рассмотрен процесс создания Telegram бота, который бы автоматически присылал расписание занятий для студентов очной/заочной формы обучения день в день. Особенностью Telegram ботов является простота использования и минимизация ресурсов, что в значительной степени упрощает его создание и взаимодействие с ним.*

***Цель** – создание удобной среды, в которой студент может с легкостью получить нужную информацию, потратив минимальное количество времени.*

***Метод или методология проведения работы:** в статье рассматривается способ, в котором путем назначения учебной кафедры, как администратора, будет доступ для заполнения базы данных. Студентам, при запуске Telegram бота, единожды нужно будет указать форму обучения и группу. Для реализации используется база данных SQLite и язык программирования Python.*

***Результат:** разработан инструмент, путем автоматизации которого студент будет всегда в курсе своего расписания, а для учебной части облегчится создание расписания для каждой группы.*

***Область применения результатов:** данные, хранящиеся в базе данных, целесообразно использовать для получения информации в учебной жизни.*

**Ключевые слова:** Python; SQLite; Telegram бот; автоматизация; программирование; база данных; студент; расписание; информация; мессенджер; приложение; диалог; интернет; учебные занятия

**Для цитирования.** Чернов В.А., Фатихов Д.Р., Рамазанов А.Д., Гареева Г.А. Автоматизация процесса информирования участников учебного процесса на основе Telegram // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 22-36. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-22-36

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

## OPTIMIZATION OF THE LEARNING PROCESS BY AUTOMATION OF OBTAINING THE SCHEDULE BASED ON TELEGRAM

*V.A. Chernov, D.R. Fatikhov,  
A.D. Ramazanov, G.A. Gareeva*

*This article describes the process of creating a Telegram bot that would automatically send class schedules for full-time/part-time students on a daily basis. A feature of Telegram bots is - simplicity of use and minimization of resources, which greatly simplifies its creation and interaction with it.*

**Purpose** – create a convenient environment in which the student can easily get the information he or she needs, spending a minimum amount of time.

**The method or methodology of the work:** the article deals with the way in which by appointing the academic department as the administrator, there will be access to fill the database. Students, when starting the Telegram bot, once will need to specify the form of study and the group. To implement it, the following are used a SQLite database and the Python programming language are used in the implementation.



**Result:** *developed a tool that automates the student will be aware of his schedule, and for the educational part it is easier to create a schedule for each group.*

**Scope of the results:** *the data stored in the database is reasonable to use to obtain information in the academic life.*

**Keywords:** *Python; SQLite Telegram bot; automation; programming; database; student; schedule; information; messenger; application; dialogue; internet; study life*

**For citation.** *Chernov V.A., Fatikhov D.R., Ramazanov A.D., Gareeva G.A. Optimization of the Learning Process by Automation of Obtaining the Schedule Based on Telegram. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 22-36. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-22-36*

## **Введение**

Информационные технологии охватывают всё более разнообразные аспекты нашей жизни. С каждым днем люди стараются упростить жизнь при решении различных задач. Студенты и школьники – самая большая группа людей, которая активно пользуется благами интернета, различными электронными устройствами. Им интересно наблюдать за развитием интернета не только в обычной жизни, но и во время учебы.

ВУЗы и другие учебные заведения, в основном, имеют собственный сайт или площадку в других информационных сетях, в которых они оповещают своих студентов и их родителей, а также преподавателей о тех или иных событиях в жизни учебного заведения. Но не всем удобно посещать сайты своего учебного заведения, постоянно заходить в свою учетную запись, чтобы узнать о каких-либо изменениях. Поэтому постоянно следить за новостями и стараться быть в курсе событий – необходимо.

**Цель работы:** разработать программный продукт, который мог бы содержать всю необходимую информацию для обучающихся и преподавателей.

Есть несколько способов решения данной задачи:

Первый способ – создание отдельного мобильного приложения, который можно будет установить себе на телефон и уже через него получать актуальную информацию.

Второй способ – создание Telegram бота, который бы выполнял аналогичные действия.

Так как первый способ более энерго и денежно затратен, то выбор, очевидно, падает на второй способ решения.

Чтобы достичь поставленных целей исследования необходимо:

- исследование информации с сайта учебного заведения;
- разработка и развитие проекта, которое позволило бы посредством диалога обеспечить необходимой информацией пользователя;
- проверка работоспособности готового проекта.

В качестве ответа от базы данных будет предоставлен массив, который содержит следующую информацию:

- номер группы;
- форма обучения;
- название предмета;
- дата;
- номер аудитории;
- время проведения занятий;
- ФИО преподавателя.

Готовый проект состоит из следующих элементов:

- главной страницы;
- модуля взаимодействия с базой данных;
- скрипта для обновления базы данных.

После краткого описания будущего проекта, необходимо:

- проанализировать, каким образом осуществляется диалог между пользователем и самим Telegram ботом;
- провести итоговое тестирование.

Для написания Telegram бота необходимо выбрать язык программирования и библиотеку для данного языка. Для решения по-

ставленных задач был выбран язык Python, отличающийся большим количеством библиотек и высокой скоростью разработки.

На компьютере работает интерпретатор Python, а внутри интерпретатора крутится программа Python. Она отвечает за весь контент: в неё заложены данные с базы данных SQLite, все шаблоны текста, логика и поведение.

Внутри программы на Python работает библиотека, которая отвечает за общение с сервером Telegram. В самой библиотеке находится секретный ключ, чтобы сервер Telegram понимал, что код связан с определенным ботом.

Когда студент запрашивает у бота расписание, запрос приходит на сервер, а сервер отправляет его на компьютер. Запрос обрабатывается программой Python, полученный ответ идет на сервер Telegram, сервер отправляет ответ в бота.

Пошаговый план создания Telegram бота:

- регистрация бота в Telegram:

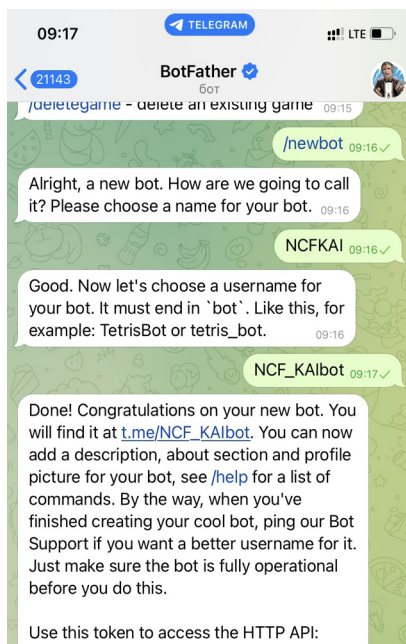
В поиске Telegram необходимо найти канал @BotFather и нажать «Начать» (рис. 1).



Рис. 1. Создание Telegram бота

После этого ввести команду `/newbot`. Бот по очереди спросит название и никнейм. После этого бот выдаст HTTP API, как на рисунке 2.

- установка Python-библиотеки для работы с Telegram.
- добавление библиотеки в программу и учение реагировать на сообщения в чате.
- написание кода, который будет обрабатывать все запросы.
- привязка к коду базы данных SQLite, с которой он будет получать и обновлять информацию в боте.



**Рис. 2.** Получение HTTP API

В первой части кода находится приветствие и обработка пользователя, как на рисунке 3.

Во второй части кода находится основная часть, которая отвечает за ответ на запрос пользователя (рис. 4).



В третьей части кода находится обработчик, который отвечает на большое количество запросов со стороны пользователя (рис. 5).

```
import asyncio

from aiogram import types, Dispatcher
from aiogram.dispatcher import DEFAULT_RATE_LIMIT
from aiogram.dispatcher.handler import CancelHandler, current_handler
from aiogram.dispatcher.middlewares import BaseMiddleware
from aiogram.utils.exceptions import Throttled

class ThrottlingMiddleware(BaseMiddleware):
    """
    Simple middleware
    """

    def __init__(self, limit=DEFAULT_RATE_LIMIT, key_prefix='antiflood'):
        self.rate_limit = limit
        self.prefix = key_prefix
        super(ThrottlingMiddleware, self).__init__()

    # noinspection PyUnusedLocal
    async def on_process_message(self, message: types.Message, data: dict):
        handler = current_handler.get()
        dispatcher = Dispatcher.get_current()
        if handler:
            limit = getattr(handler, 'throttling_rate_limit', self.rate_limit)
            key = getattr(handler, 'throttling_key', f"{self.prefix}_{handler.__name__}")
        else:
            limit = self.rate_limit
            key = f"{self.prefix}_message"
        try:
            await dispatcher.throttle(key, rate=limit)
        except Throttled as t:
            await self.message_throttled(message, t)
            raise CancelHandler()

    async def message_throttled(self, message: types.Message, throttled: Throttled):
        delta = throttled.rate - throttled.delta
        if throttled.exceeded_count == 2:
            await message.reply("Слишком много запросов. \n"
                                "Попробуйте нажать снова через 10 секунд")
        elif throttled.exceeded_count == 3:
            await message.reply("Превышено количество запросов. \n"
                                "Кнопка станет доступной для нажатия через минуту")
        await asyncio.sleep(delta)
```

Рис. 5. Код Telegram бота

Студент может легко получать расписание в Telegram боте и узнавать об актуальной информации, перейдя к простому поиску в самом приложении «Telegram» в правом верхнем углу (рис. 6).

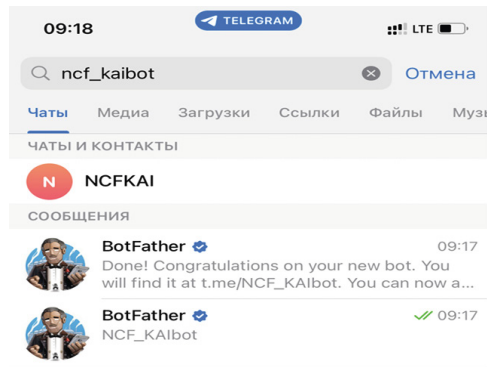


Рис. 6. Результат поиска Telegram бота

Для запуска Telegram бота необходимо нажать кнопку «Начать», либо вручную ввести команду при помощи клавиатуры «/start» (рис. 7).

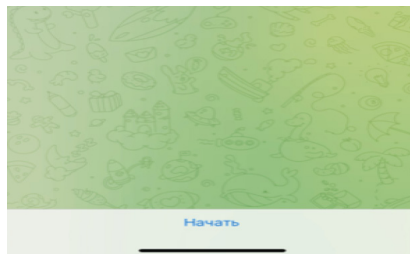


Рис. 7. Начальная страница

После старта необходимо будет при помощи кнопок выбрать свою форму обучения, курс, номер группы. После чего автоматически будет приходить информация.

Алгоритм работы Telegram бота представлен на рисунке 8.

Работа с Telegram ботом включает в себя следующие этапы:

1. Пользователь отправляет в текстовом формате номер группы.
2. Программа распознает номер группы.
3. Запускается поиск в элементах базы данных.

4. При обнаружении программа предоставит информацию. В противном случае отобразится надпись: «Группа не найдена».
5. Далее, при любых изменениях в расписании пользователь будет получать измененную информацию.

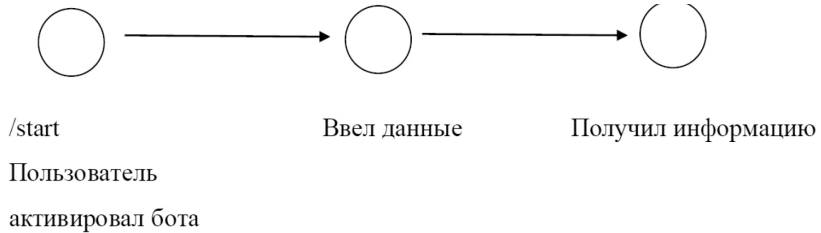


Рис. 8. Алгоритм работы Telegram бота

### Результат работы

Таким образом, на основе языка программирования Python и базы данных SQLite был разработан программный продукт, в результате которого студент может с легкостью получить нужную информацию, потратив минимальное количество времени. Процесс получения информации был оптимизирован путем создания бота, который информирует участников учебного процесса о каких-либо изменениях.

### Список литературы

1. Джеймс Р. Грофф. SQL. Полное руководство / Джеймс Р. Грофф, Пол Н. Вайнберг, Эндрю Дж. Оппель. СПб.: Вильямс, 2019.
2. Федоров Д.Ю. Программирование на языке высокого уровня Python: учебное пособие для прикладного бакалавриата. Москва: Издательство Юрайт, 2019.
3. Тугов В.В. Проектирование автоматизированных систем управления: учебное пособие / В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Н.С. Шаров. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 172 с.
4. Модели и методы исследования информационных систем: монография / А.Д. Хомоненко, А.Г. Басыров, В.П. Бубнов [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 204 с.



5. Златопольский Д.М. Основы программирования на языке Python. М.: ДМК Пресс, 2017. 284 с.
6. Прохоренок Н.А. Python 3 и PyQt. Разработка приложений. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 704 с.
7. Пономарева Л.А., Чискидов С.В., Ронжина И.А., Голосов П.Е. Проектирование компьютерных обучающих систем: Монография. М-во образования и науки РФ, РАНХиГС, МГПУ ИЦО. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2018. 120 с.
8. Бенгфорт Б. Прикладной анализ текстовых данных на Python. Машинное обучение и создание приложений обработки естественного языка. СПб.: Питер, 2019. 368 с.
9. Виноградова Е.Ю. Интеллектуальные информационные технологии – теория и методология построения информационных систем: монография / М-во образования и науки РФ, Урал. гос. экон. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2011. 263 с.
10. Насибулин Р.О. Создание простого бота модератора для мессенджера Telegram с помощью языка программирования Python / Р.О. Насибулин, Г.А. Гареева // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 3. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. С. 425-427.
11. Гареева Г.А. Разработка HR-бота для автоматизации процесса подбора персонала в производственном предприятии / Г.А. Гареева, И.М. Сафонов, З. Г. Джигладзе [и др.] // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 1. С. 52-55.
1. Alex Root Jr. Aiogram Documentation, November 2022. <https://readthedocs.org/projects/aiogram/downloads/pdf/latest/>
2. David Love. Tkinter GUI Programming by Example. Packt Publishing, 2018. 340 p.
3. Hans-Jürgen Schönig Mastering PostgreSQL 13 - Fourth Edition: Build, administer, and maintain database applications efficiently with PostgreSQL 13. Packt Publishing, 2020. 476 p.

4. Baji Shaik, Avinash Vallarapu Beginning PostgreSQL on the Cloud: Simplifying Database as a Service on Cloud Platforms. Apress, 2018. 381 p.

### *References*

1. James R. Groff. *SQL. Polnoe rukovodstvo* [SQL. A complete guide] / James R. Groff, Paul N. Weinberg, Andrew J. Oppel. SPb: Williams, 2019.
2. Fedorov D.Yu. *Programmirovanie na yazyke vysokogo urovnya Python: uchebnoe posobie dlya prikladnogo bakalavriata* [Programming in the high-level language Python: textbook for applied bachelor's degree]. Moscow: Yurait Publishing House, 2019.
3. Tugov V.V. *Proektirovanie avtomatizirovannykh sistem upravleniya* [Designing automated control systems] / V.V. Tugov, A.I. Sergeev, N.S. Sharov. Saint-Petersburg: Lan, 2019, 172 p.
4. *Modeli i metody issledovaniya informatsionnykh sistem* [Models and methods of information systems research] / A.D. Khomonenko, A.G. Basyrov, V.P. Bubnov [et al.]. St. Petersburg: Lan, 2019, 204 p.
5. Zlatopol'skiy D.M. *Osnovy programmirovaniya na yazyke Python* [Fundamentals of programming in the Python language]. M.: DMK Press, 2017, 284 p.
6. Prokhorenok N.A. *Python 3 i PyQt. Razrabotka prilozheniy* [Python 3 and PyQt. Application development]. SPb.: BHV-Peterburg, 2012, 704 p.
7. Ponomareva L.A., Chiskidov S.V., Ronzhina I.A., Golosov P.E. *Proektirovanie komp'yuternykh obuchayushchikh sistem* [Designing computer learning systems]. Tambov: Consulting company Yukom, 2018, 120 p.
8. Bengfort B. *Prikladnoy analiz tekstovykh dannykh na Python. Mashinnoe obuchenie i sozdanie prilozheniy obrabotki estestvennogo yazyka* [Applied textual data analysis in Python. Machine learning and building natural language processing applications]. SPb.: Piter, 2019, 368 p.

9. Vinogradova E.Yu. *Intellektual'nye informatsionnye tekhnologii – teoriya i metodologiya postroeniya informatsionnykh sistem* [Intellectual information technologies - theory and methodology of building information systems]. Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2011, 263 p.
10. Nasibulin R.O., Gareeva G.A. *Molodezh' i sistemnaya modernizatsiya strany: Sbornik nauchnykh statey 7-y Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh. V 5-ti tomakh, Kursk, 19–20 maya 2022 goda* [Youth and system modernization of the country: Collection of scientific articles of the 7th International Scientific Conference of Students and Young Scientists. In 5 volumes, Kursk, May 19-20, 2022] / ed. M.S. Razumov. Tom 3. Kursk: South-West State University, 2022, pp. 425-427.
11. Gareeva G.A., Safonov I.M., Dzhibladze Z.G. [et al.] *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Povolzh'ya*, 2023, no. 1, pp. 52-55.
12. Alex Root Jr. Aiogram Documentation, November 2022. <https://readthedocs.org/projects/aiogram/downloads/pdf/latest/>
13. David Love. Tkinter GUI Programming by Example. Packt Publishing, 2018, 340 p.
14. Hans-Jürgen Schönig *Mastering PostgreSQL 13 - Fourth Edition: Build, administer, and maintain database applications efficiently with PostgreSQL 13*. Packt Publishing, 2020, 476 p.
15. Baji Shaik, Avinash Vallarapu *Beginning PostgreSQL on the Cloud: Simplifying Database as a Service on Cloud Platforms*. Apress, 2018, 381 p.

## ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Чернов Вадим Алексеевич**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
mercslflezai@gmail.com*

**Фатихов Динар Ринатович**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ*  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
[d.fatikhov@mail.ru](mailto:d.fatikhov@mail.ru)

**Рамазанов Азат Данилович**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ*  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
[azatasd95@gmail.com](mailto:azatasd95@gmail.com)

**Гареева Гульнара Альбертовна**, заведующий кафедрой Информационных систем, канд. пед. наук, доцент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ*  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
[gagareeva1977@mail.ru](mailto:gagareeva1977@mail.ru)

**DATA ABOUT THE AUTHORS****Vadim A. Chernov**, student

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI*  
1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation  
[mercsllflezai@gmail.com](mailto:mercsllflezai@gmail.com)

**Dinar R. Fatikhov**, student

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI*

*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation*  
*d.fatikhov@mail.ru*

**Azat D. Ramazanov**, student

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI*  
*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation*  
*azatasd95@gmail.com*

**Gulnara A. Gareeva**, Head of the Department of Information Systems, Candidate of Pedagogical sciences, Associate professor  
*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI*

*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation*  
*gagareeva1977@mail.ru*  
*SPIN-code: 3279-8465*  
*Scopus Author ID: 36801593200*  
*ResearcherID: M-1728-2015*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8539-4541>*

Поступила 19.04.2023

После рецензирования 09.06.2023

Принята 06.09.2023

Received 19.04.2023

Revised 09.06.2023

Accepted 06.09.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-37-49  
УДК 629.7:007.52



Научная статья | Транспортные и транспортно-технологические системы

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РОЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*Т.В. Аветисян, Я.Е. Львович, А.П. Преображенский*

*Проведение разработки беспилотных летательных аппаратов можно рассматривать в качестве перспективного направления современной авиации. В них значительным образом снижены габаритные характеристики, если сравнивать с традиционными летательными аппаратами. Также можно формировать беспилотные летательные аппараты, которые нацелены на выполнение соответствующих задач. Для подготовки специалиста, управляющего беспилотным летательным аппаратом требуется меньше времени, если сравнивать с обычными летчиками. Работа связана с созданием математических моделей, которые позволяют проводить интегральным способом оценку эффективности и проведения кластерной структуризации роя беспроводных летательных аппаратов. При этом есть возможности для того, чтобы учесть ограниченность ресурсов, проводить перераспределение ресурсов. Происходит ресурсы распределение ресурсов среди кластеров, при этом приходится применять принцип обратных приоритетов. После этого реализуется распределение по беспилотным летательным аппаратам той сетевой структуры, которая была оптимизирована. Используется мониторинговая информация. Показаны основные этапы решения задачи, которые базируются на оптимизационных процедурах.*

**Ключевые слова:** *рой; беспилотный летательный аппарат; математическая модель; алгоритм; оптимизация*

*Для цитирования.* Аветисян Т.В., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Моделирование и оптимизация роя беспилотных летательных аппаратов // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 4. С. 37-49. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-37-49

Original article | Transport and Transport-Technological Systems

## SIMULATION AND OPTIMIZATION OF A SWARM OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

*T.V. Avetisyan, Ya.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky*

*The development of unmanned aerial vehicles can be regarded as a promising direction of modern aviation. They have significantly reduced dimensional characteristics, if compared with traditional aircraft. It is also possible to form unmanned aerial vehicles, which are aimed at performing corresponding tasks. It takes less time to train a specialist to fly an unmanned aerial vehicle compared to conventional pilots. The work is related to the creation of mathematical models that allow an integral way to evaluate the effectiveness and conduct cluster structuring of a swarm of wireless aircraft. At the same time, there are opportunities to take into account the limited resources, to carry out redistribution of resources. Resources are distributed among clusters, and the principle of inverse priorities has to be applied. After that, the distribution over the drones of the network structure that has been optimized is implemented. Monitoring information is used. The main stages of solving the problem, which are based on optimization procedures, are shown.*

**Keywords:** *swarm; unmanned aerial vehicle; mathematical model; algorithm; optimization*

**For citation.** Avetisyan T.V., Lvovich Ya.E., Preobrazhensky A.P. *Simulation and Optimization of a Swarm of Unmanned Aerial Vehicles. International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 37-49. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-37-49

## **Введение**

Мы рассматриваем рой беспроводных летательных аппаратов в виде некоторой сетевой структуры. В такой сетевой структуре характеристики эффективности работы будут зависеть от развития и взаимодействия каждого из компонентов. Необходимо учитывать множество показателей в ходе проведения процессов мониторинга. Тогда возникают возможности для реализации контроля и управления с точки зрения того, насколько эффективны различные действия.

Ранжирование объектов может осуществляться, основываясь на результатах наблюдений. При этом учитывается тот уровень эффективности, который был достигнут. После этого, должно быть принято решение относительно редуцирования сетевой структуры. Кроме того, учитывается то, каким образом будет осуществляться процесс перераспределения ресурсного обеспечения.

Пусть мы рассматриваем систему роя беспилотных летательных аппаратов, которая описывается на основе кластерной структуры. Особенности ее функционирования базируются на таких факторах:

- при осуществлении процессов кластерной структуризации необходимо учитывать то, насколько получающиеся результаты зависят от того, какой тип структур и параметров в применяемых математических моделях, на базе которых рассматриваемый рой беспилотных летательных аппаратов будет подвергаться интегральному оцениванию эффективности;

- в ходе осуществления процессов группировки беспроводных летательных аппаратов в кластеры требуется, чтобы, когда формировались граничные условия, были учтены альтернативные подходы;

- ограниченные ресурсы будут перераспределяться внутри системы, с учетом использования кластерной структуры. Тогда могут быть получены эффективные характеристики беспроводных



летательных аппаратов. Необходимо использовать процедуры редукции в ходе работы;

- информационно-мониторинговая среда предоставляет возможности для того, чтобы получить всю требуемую информацию. Она будет использована при оценках эффективности работы систем беспилотных летательных аппаратов. В информационно-мониторинговой системе в каждом модуле необходимо использовать механизмы настройки [1, 2].

Целью работы являлась разработка математических моделей, на основе которых для систем роя беспроводных летательных аппаратов можно осуществлять оценку эффективности функционирования.

### **Описание математической модели роя беспилотных летательных аппаратов**

Требуется провести трансформацию мониторинговой информации. При этом реализуется многовариантный выбор по моделям, которые дают возможности для получения интегральных оценок. С учетом требований задач, в которых рассматриваются процессы структуризации по кластерам. При этом модели применяются с точки зрения их возможностей.

Дадим пояснение особенностей трансформации мониторинговой информации. Способы, которые направлены на реализацию связей между управляющим центром и рассматриваемыми беспилотными летательными аппаратами, позволяют в ходе практического использования на основе кластерных подходов сформировать соответствующую эффективную систему:

- объекты, которые относятся к кластерам-лидерам будут реализовывать процедуры поглощения. В этой связи будет происходить уменьшение числа объектов внутри кластеров. Тогда можно наблюдать процессы редукции в подмножествах объектов. Происходит изменение в том, какая будет по ним нумерация;

- если будет наблюдаться назначение дополнительной компоненты в ресурсе  $R$ , тогда можно говорить о росте эффективности работы объектов. В таком случае объекты будут перемещаться между кластерами. Происходит изменение в том, какая будет по ним нумерация.

По первому этапу сеть роя беспилотных летательных аппаратов будет редуцирована. Задача решается в несколько этапов. При этом эффективность функционирования таких объектов будет выровнена. В целевой функции по уровню нижней оценки будет происходить процесс роста [3, 4].

В интеграционном подходе в ходе решения рассматриваемой задачи можно выделить несколько шагов. Происходит выбор подмножества объектов  $O_t$  ( $t = \overline{1, T}$ ), которое будет связано с нижним уровнем. При этом такие объекты характеризуются низкими интегральными оценками  $Y_t$  ( $t = \overline{1, T}$ ). Объекты-лидеры могут осуществлять процедуры поглощения их, с учетом того, что интегральная оценка  $Y_1$  ( $1 = \overline{1, L}$ ),  $L = T$ ,  $Y_1 \gg Y_t$  характеризуется высокими уровнями. Есть возможности для формирования интегральной оценки  $Y_{it} = f(Y_1, Y_t) < Y_1$ , ( $1 = \overline{1, L}$ ,  $t = \overline{1, T}$ ), которая будет соответствовать новому объекту.

Тогда можно говорить о реализации итерационного процесса. При этом новая группа объектов-лидеров, будет выделяться в ходе того, как в редуцированной системе будет продолжаться интеграционный процесс. Новое множество объектов будет сформировано и т.д.

Необходимо опираться на оптимизационные подходы при анализе рассматриваемой задачи. В ней необходима поддержка роста по уровню нижних оценок. При этом важно, чтобы относительно любого из объектов  $O_l$  для объектов  $O_t$ , было обеспечено поглощение [5, 6].

При анализе объектов-лидеров необходимо стремиться к обеспечению минимизации интегральной оценки  $Y_iM$ . Происходит формирование булевых переменных для того, чтобы обеспечить создание бикритериальной оптимизационной модели:

$$x_{it} = \begin{cases} 1, & \text{когда объектом } O_i \text{ происходит поглощение объекта } O_t, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

в ней целевые функции представляются так

$$\sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^T (Y_l - Y_{lt} x_{lt}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\min_{l \leq l \leq L} \left( \sum_{t=1}^T Y_{lt} x_{lt} \right) \rightarrow \max \quad (2)$$

запись ограничений представляется так

$$\sum_{l=1}^L x_{lt} = 1, t = \overline{1, T}, \quad \sum_{t=1}^T x_{lt} = 1, l = \overline{1, L}, \quad x_{lt} \in \{0, 1\}, t = \overline{1, T}, l = \overline{1, L}. \quad (3)$$

Ресурсное обеспечение, которое требуется для функционирования роя беспилотных летательных аппаратов должно быть распределено соответствующим образом. Для этого предлагается опираться на подход, в котором есть два этапа. На первом этапе ресурсы распределяются среди кластеров. На втором этапе происходит распределение объектов той сетевой структуры, которая была оптимизирована. Для первого этапа необходимо опираться на принцип обратных приоритетов.

Тогда необходимо проводить учет по кластеру общую потребность анализируемого беспилотного летательного аппарата. Кроме того, по каждому сформированному в системе кластеру требуется обозначать приоритет. С тем, чтобы по всей сетевой системе осуществлять процессы оптимизации мы можем использовать на практике комбинированный механизм [7]. При этом происходит разбиение по двум группам беспилотных летательных аппаратов в кластерах. С учетом того, что объекты будут близки к показателям объектов-лидеров, будет происходить формирование первой группы. Такие объекты, которые в последующем будут поглощаться объектами-лидерами, входят в состав второй группы.

Пусть общий ресурс  $R$  будет распределен соответствующим образом  $R_m$  ( $m = 1, M$ ). Важно при этом ориентироваться на то, какая будет принадлежность беспилотных летательных аппаратов к

кластеру в рамках принципа обратных приоритетов. Еще в системе по любому из кластеров ведется обозначение значений приоритетов. Происходит деление на поддерживающие R1 и развивающие R2 ресурсы, которые существуют в кластерах. Принципа обратных приоритетов применяется в ходе того, как распределяется поддерживающий ресурс. при учёте потребностей объектов. Также необходимо, чтобы был учет величин интегральных оценок эффективности. Оптимизационный подход применяется, когда распределяется второй вид ресурса [8].

Тогда будет рост в значениях эффективности беспилотных летательных аппаратов  $O_t$  ( $t_m = 1, T_m, m = 2, M$ ) относительно  $j$ -го показателя. С точки зрения объектов-лидеров можно говорить о том, что будут близкими значения такого показателя и среднего значения относительно кластера с номером  $m = 1$ . Тогда в ходе оценок функционирования системы мы должны учитывать несколько значений по  $j$ -му показателю, который относится к объекту  $O_t$  ( $t_m = 1, T_m, m = 2, M$ ) будут рассматриваться как достаточно близкие внутри объектов-лидеров к значениям такого показателя

$$a_{t_m j} = \frac{y_{t_j}}{y_{1j}}.$$

В рассматриваемом выражении  $\bar{y}_{1j}$  показывает какое будет, среднее значение, которое относится к  $j$ -му показателю для беспилотных летательных аппаратов, соответствующим кластеру с номером 1. По булевым переменным ведется соответствующая оценка

$$x_{t_m j} = \begin{cases} 1, & \text{когда для объекта } O_{t_m} \text{ идет выделение развивающего ресурса,} \\ & \text{чтобы повышать эффективность по } j\text{-му показателю,} \\ 0, & \text{в противном случае, } t_m = 1, T_m, j = 1, J. \end{cases}$$

Относительно беспилотных летательных аппаратов, которые лежат в  $m$ -м кластере мы можем сформировать следующую оптимизационную модель:

$$\sum_{t_m=1}^{T_m} \sum_{j=1}^J a_{t_m j} x_{t_m j} \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$\sum_{t_m=1}^{T_m} \sum_{j=1}^J r_{t_m j} x_{t_m j} \leq R_m^2, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{t_m j} = 1, t_m = \overline{1, T_m}, x_{t_m j} \in \{0, 1\}, t_m = \overline{1, T_m}, j = \overline{1, J}. \quad (6)$$

Когда рассматриваемые беспилотные летательные аппараты внутри системы при кластерном разделении подвергаются экспертно-оптимизационному моделированию, то можно обозначить соответствующую процедуру. В ней выделяются такие шаги:

- 1) внутри системы относительно беспилотных летательных аппаратов формируется мониторинговая информация;
- 2) по беспилотным летательным аппаратам рассчитываются интегральные оценки;
- 3) с учетом величин интегральных оценок беспилотные летательные аппараты будут проранжированы;
- 4) с учетом граничных значений при заданном числе кластеров эксперты будут разделять множество беспилотных летательных аппаратов;
- 5) по соседним кластерам будет формироваться множество беспилотных летательных аппаратов;
- 6) по базовым показателям рассчитываются оценки эффективности беспилотных летательных аппаратов;
- 7) осуществляется процесс формирования оптимизационной модели;
- 8) будут реализовываться процедуры, связанные с рандомизированным поиском;
- 9) то, как формируется кластерное разделение иллюстрируется на базе наглядно-образной модели [9];
- 10) по соседним кластерам альтернативные варианты разделения будут сравниваться экспертом [10];
- 11) внутри зоны, где не будут совпадать эвристические и оптимизационные решения, будет происходить формирование множества беспилотных летательных аппаратов;

12) по распределению кластеров будет принят окончательный вариант.

Генетический алгоритм (ГА) предлагается использовать с тем, чтобы обеспечить реализацию такого решения. Будем считать, что размер популяции ГА равен  $N$ , по поколениям имеем максимальное число  $T$ , текущая популяция соответствует  $P_t$ .

Когда при многокритериальной оптимизации происходит решение задачи, тогда можно в генетическом алгоритме представить таким образом общую схему функционирования:

- 1) в ходе проведения процессов моделирования должна быть сформирована начальная популяция. В качестве нее мы выбираем  $P_0 = \emptyset$ ,  $t = 0$  ( $t = 0, \dots, T$ ). Процесс выбора индивида  $i$  реализуется с учетом того, что  $i = 1, \dots, N$ . При разработке модели учитывается допустимый генотип. Происходит добавление к множеству  $P_0$  ( $P_0 = P_0 + \{i\}$ );
- 2) требуется оценить характеристики популяции. Вектор значений целевых функций  $F(i)$  должен быть вычислен внутри популяции. Он, который связан с каждым индивидом  $i$ . При этом оценка скалярного значения того, какая будет приспособленность  $f(i)$  будет осуществляться в рамках соответствующего подхода;
- 3) особи отбираются в соответствии с заданными правилами;
- 4) реализуются процедуры скрещивания для особей;
- 5) новая популяция формируется в соответствии с заданными правилами;
- 6) возврат к п. 2 в случае, когда не будет происходить сходимости по популяции, в противном случае будет реализован останов;
- 7) после того, как задача решена, ее результатом после того, как выполнен алгоритм, множество всех недоминируемых индивидов.

## Выводы

В работе проведено рассмотрение особенностей систем роя беспилотных летательных аппаратов, которые характеризуются

на основе кластерной структуры. Анализируются вопросы, которые относятся к эффективности их функционирования. Даны предложения по разработке подхода, который в сетевой системе для объектов дает возможности для многовариантного моделирования эффективности. В нем с учетом требований кластерной структуризации можно осуществить такого варианта, который будет наиболее оптимальным. Он используется при рассмотрении моделей, которые необходимы для того, чтобы формировать интегральную оценку. При моделировании кластерной структуризации осуществлены исследования, на базе генетического алгоритма, связанные с множеством показателей эффективности.

#### *Список литературы*

1. Миркина О.Н. Состояние транспортной отрасли России и основные тенденции её развития // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 1. С. 104-122.
2. Львович Я.Е., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Анализ некоторых проблем оптимального управления в сложных системах // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 93-95.
3. Preobrazhenskiy Yu.P., Chuprinskaya Yu.L., Ruzhicky E. The problems of process control in computer systems // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 92-94.
4. Воронов А.А., Блинов Р.А., Смирнов А.О., Иванов П.Т., Александров А.А. Применение методов системного анализа для повышения эффективности работы транспортных предприятий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 114-117.
5. Рихтер Т.В., Белоус А.В. Автоматизация процесса учета оборудования на предприятии // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 2. С. 69-85.
6. Зотова В.А., Тихонова Н.А., Феофанова Т.Д. Техническое состояние транспортных средств и его изменение в процессе эксплуатации // International Journal of Advanced Studies. 2021. Т. 11. № 3. С. 76-82.

7. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности моделирования логистических систем // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. С. 27-31.
8. 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.
9. 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.
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. Mirkina O.N. International Journal of Advanced Studies, 2022, vol. 12, no. 1, pp. 104-122.
2. L'vovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2022, no. 2 (41), pp. 93-95.
3. Preobrazhenskiy Yu.P., Chuprinskaya Yu.L., Ruzhicky E. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2022, no. 1 (40), pp. 92-94.
4. Voronov A.A., Blinov R.A., Smirnov A.O., Ivanov P.T., Aleksandrov A.A. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2022, no. 1 (40), pp. 114-117.
5. Rikhter T.V., Belous A.V. International Journal of Advanced Studies, 2022, vol. 12, no. 2, pp. 69-85.
6. Zotova V.A., Tikhonova N.A., Feofanova T.D. International Journal of Advanced Studies, 2021, vol. 11, no. 3, pp. 76-82.
7. Shakirov A.A., Zaripova R.S. International Journal of Advanced Studies, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 27-31.
8. Zhilina A.A., Kostrova V.N., Preobrazhenskiy Yu.P. Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii, 2018, vol. 6, no. 1 (20), pp. 243-253.



9. Groshev A.G., Frolov V.N., Fedorkov E.D. Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy, 2020, no. 4 (35), pp. 52-56.
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**

**Аветисян Татьяна Владимировна**, преподаватель колледжа, специалист проектного отдела ВИВТ  
*Колледж ВИВТ; Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий*  
*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация*  
*vtatyana\_avetisyan@mail.ru*

**Львович Яков Евсеевич**, профессор, доктор технических наук, профессор  
*Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий*  
*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация*  
*Kotkovvivi@yandex.ru*

**Преображенский Андрей Петрович**, профессор, доктор технических наук, профессор  
*Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий*  
*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация*  
*Kotkovvivi@yandex.ru*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Tatiana V. Avetisyan**, project specialist VIVT  
*College of the Voronezh Institute of High Technologies; Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*  
*vtatyana\_avetisyan@mail.ru*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3559-6070>*

**Jakov E. Lvovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
*Voronezh Institute of High Technologies*  
*73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*  
*Komkovvivi@yandex.ru*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7051-3763>*

**Andrey P. Preobrazhenskiy**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
*Voronezh Institute of High Technologies*  
*73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*  
*Komkovvivi@yandex.ru*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6911-8053>*

Поступила 14.06.2023

После рецензирования 10.07.2023

Принята 15.07.2023

Received 14.06.2023

Revised 10.07.2023

Accepted 15.07.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-50-61

УДК 656



Научная статья | Транспортные и транспортно-технологические системы

## ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ НАШЕЙ СТРАНЫ

*В.В. Назорный, В.Е. Артемов, М.П. Миронова*

*Автомобильный пассажирский транспорт является составной частью единой транспортной системы страны и обеспечивает ее территориальную целостность и доступность ее регионов. На сегодняшний день в нашей стране большое внимание уделяется развитию общественного транспорта, которое может улучшить пассажирские перевозки и частично снизить движение личного легкового транспорта в зимний период в северных регионах нашей страны. Однако решение этой проблемы требует наличия надежного комфортабельного автобусного парка повышенной проходимости. А в северных регионах эта проблема остается постоянно острой из-за недостаточного количества транспортных средств для перевозки пассажиров, особенно в зимний период.*

***Цель** – Исследование необходимости развития автомобильного пассажирского транспорта в северных регионах Российской Федерации.*

***Метод или методология проведения работы:** в статье использовался статистический метод анализа.*

***Результаты:** исследована целесообразность применения автомобильного пассажирского транспорта в северных регионах России, предложен возможный конструктив пассажирского автобуса в зависимости от климатических особенностей северных регионах.*

**Область применения результатов:** проведение исследовательских работ, направленных на создание новых технологий в развитии автомобильного пассажирского транспорта, в зависимости от географического положения и климатических особенностей регионов страны.

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт; пассажирский транспорт; транспорт на гусеничном ходу; пассажирские перевозки; безопасность движения

**Для цитирования.** Нагорный В.В., Артемов В.Е., Миронова М.П. Целесообразность развития автомобильного пассажирского транспорта в северных регионах нашей страны // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 4. С. 50-61. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-50-61

Original article | Transport and Transport-Technological Systems

## FEASIBILITY OF DEVELOPMENT OF AUTOMOBILE PASSENGER TRANSPORT IN THE NORTHERN REGIONS OF OUR COUNTRY

*V.V. Nagorny, V.E. Artemov, M.P. Mironova*

*Automobile passenger transport is an integral part of the country's unified transport system and ensures its territorial integrity and accessibility of its regions. Today, in our country, much attention is paid to the development of public transport, which can improve passenger traffic and partially reduce the movement of personal cars in the winter in the northern regions of our country. However, the solution to this problem requires a reliable, comfortable off-road bus fleet. And in the northern regions, this problem remains constantly acute due to the insufficient number of vehicles for transporting passengers, especially in winter.*

**Purpose** – *To study the need for the development of road passenger transport in the northern regions of the Russian Federation.*

**Method or methodology of the work:** *the article used a statistical method of analysis.*

**Results:** *the feasibility of using automobile passenger transport in the northern regions of Russia was investigated, a possible design of a passenger bus was proposed depending on the climatic features of the northern regions.*

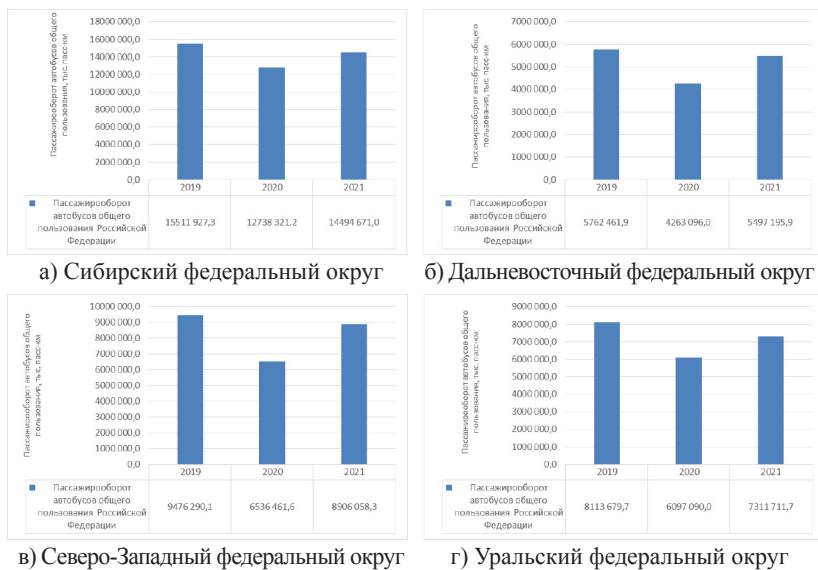
**The scope of the results:** *conducting research aimed at creating new technologies in the development of road passenger transport, depending on the geographical location and climatic features of the country's regions.*

**Keywords:** *road transport; passenger transport; caterpillar transport; passenger transportation; traffic safety*

**For citation.** *Nagorny V.V., Artemov V.E., Mironova M.P. Feasibility of Development of Automobile Passenger Transport in the Northern Regions of Our Country. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 50-61. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-50-61*

Особенность географического положения нашей страны – многие развивающиеся регионы находятся в северной части, в которых отдельная часть населения проживает в местах, где большую часть года лежит снег. На этих территориях продолжается усиленное развитие инфраструктуры, промышленности, жилищного строительства, просвещения, медицины и транспорта. Вся эта инфраструктура требует большого количества трудовых ресурсов и их высокой мобильности. Причем автомобильный транспорт играет существенную роль, если не сказать основную в удовлетворении спроса на перевозки пассажиров. От четкости и надежности его работы, во многом зависят трудовой ритм предприятий промышленности, мобильность и работоспособность людей.

Автомобильный пассажирский транспорт является составной частью единой транспортной системы страны и обеспечивает ее территориальную целостность и доступность ее регионов.

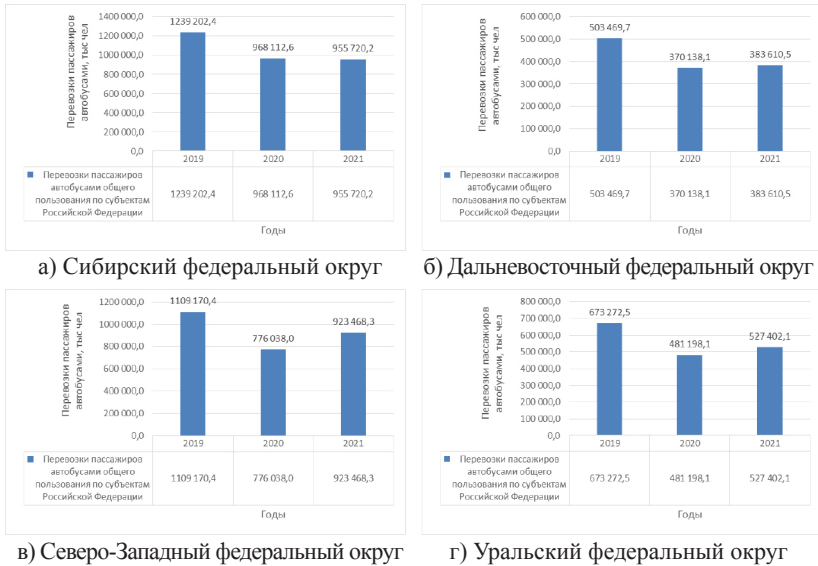


**Рис. 1.** Пассажирооборот автобусов общего пользования по северным регионам Российской Федерации

Автомобильный транспорт наиболее мобильный в сравнении с другими видами транспорта, и может обеспечить перемещение как грузов, так и людей «от двери до двери».

На сегодняшний день в нашей стране большое внимание уделяется развитию общественного транспорта, которое может улучшить пассажирские перевозки и частично снизить движение личного легкового транспорта в зимний период в северных регионах нашей страны. Однако решение этой проблемы требует наличия надежного комфортабельного автобусного парка повышенной проходимости. А в северных регионах эта проблема остается постоянно острой из-за недостаточного количества транспортных средств для перевозки пассажиров, особенно в зимний период, который там длится на два три месяца больше чем в более южных регионах. Только транспортной изоляции более 180 дней (в том числе отсутствие постоянного транспортного сообщения по ав-

томобильным дорогам общего пользования федерального и/или регионального значения).



**Рис. 2.** Перевозки пассажиров автобусами общего пользования по северным регионам Российской Федерации

В основе своей конструкция транспорта (автобусы), который используются в северных регионах, аналогичен средним и южным регионам. Единственное отличие, которое меняет конструктивные особенности северных автобусов – это достаточно хорошее отопление салона. Но если рассматривать ходовую часть этих транспортных средств, то она в основе своей базируется на колесной базе, которая недостаточно эффективна при высокой заснеженности дороги при низких температурах. По мнению авторов, решением данной проблемы может служить применение автобусов на гусеничном ходу.

Исследование зависимости эффективности использования автобуса на гусеничном ходу от его конструкции позволяет опре-

делить основные технико-эксплуатационные качества для комплексной оценки совершенствования его конструкции.

Оценка конструкции пассажирского транспорта (автобуса на гусеничном ходу) осуществляется путем теоретического и экспериментального определения количественных значений, прежде всего тех свойств, которые в большей степени влияют на эффективность его использования. В данном случае при оценивании не стоит опираться только лишь на экономические показатели оценки работы подвижного состава на маршрутной линии. За основу следует брать такие показатели как:

- бесперебойность работы транспорта на маршрутной линии;
- количество одновременно перевозимых пассажиров в салоне за один рейс.

Создание транспортных средств на гусеничном ходу и внедрение их в производство ведет свое начало с 1958-1960 годов в СССР. В эти годы на Харьковском тракторном заводе был разработан транспортный тягач на гусеничном ходу. В 90-е годы шли работы над модернизацией гусеничного транспортера-тягача модели 21. Работа велась по модернизации тягово-скоростных свойств автомобиля за счет замены двигателя В-6А на более мощный двигатель ЯМЗ-238М2 производства Ярославского моторного завода. Перенос моторного отсека в среднюю часть машины, позволило добиться равномерной развесовки тягача. Полиуретановое покрытие катков максимально повысило износостойкость, и надежность ходовой части тягача.

С 2007 года начат выпуск семикаткового транспортёра-тягача ГТ-ТБУ с увеличенной длиной грузовой площадки. Компания «Гиртек» выпускает современные модернизированные версии вездехода ГТ-Т (под собственным названием МСГ), которые основываются на совершенствовании шасси (удлиняя до 7-ми катков), установкой КМУ, буровой или же адаптируется вездеход под перевозки путем добавления пассажирского салона-кунга.

У этого тягача неплохая ходовая часть, которая позволяет ему хорошо передвигаться на заснеженных дорогах, в том числе и по



бездорожью. Используя его ходовую и силовую часть, предлагается установить на этой базе полноценный кузов (салон) автобуса. Такое конструктивное решение позволит повысить проходимость транспортного средства по дорогам, независимо от погодных условий в северных регионах нашей страны, а значит число сходов автобусов с маршрутной линии – сократится.

Специфика работ на территории Крайнего Севера предопределяет необходимость принятия нестандартных решений в части конструктивных решений автобусного парка, например, использование автобусов на гусеничном ходу, которым будет относительно «легко» передвигаться по заснеженным дорогам северных городов, так между небольшими населенными пунктами. Необходимыми условиями работы подвижного состава всегда были и остаются высокая мобильность, относительно недорогая его эксплуатация, возможность быстрого ввода в работу и надежная эксплуатация в условиях низких температур. Эти условия и определяют широкое использование автобусного парка на гусеничной основе.

Бытует мнение, к сожалению, и в данной сфере, «гусеничные автобусы не могут использоваться полноценно в течении года» из-за простоя в три, четыре месяца. Как показал, опыт работы в сельском хозяйстве достаточное количество дорогих технологических машин используются от одного до трех месяцев. К ним можно отнести зерноуборочные комбайны, в том числе рисовые, силосоуборочные и др. Возникает вопрос, целесообразности или необходимости такого использования техники, в частности применение гусеничной ходовой части у автобусов.

Северные регионы нашей страны на данный момент остаются слабо освоенными по сравнению с другими территориями РФ. Специфика работ требует изменений в традиционных подходах к различным вопросам. И лишь комплексное использование достижений ученых нашей страны, а также положительный опыт других стран по внедрению новых методов и технологий в развитии

автомобильного пассажирского транспорта могут стать отличными союзниками в вопросе освоения Крайнего Севера.

Вместе с тем международный опыт свидетельствует о том, что меры, направленные как на предупреждение ДТП и снижение тяжести их последствий, так и на повышение качества обслуживания населения (пассажиров), особенно в условиях зимы, занимают важное место в политике многих стран мира.

Внедрение новых технологий в производственный процесс, в том числе и в сфере транспорта, требует значительного вложения конструкторских решений, материальных и финансовых затрат. Модернизация в сфере пассажирского транспорта с точки зрения суммарного социально-экономического эффекта, при оценке окупаемости инвестиций должна учитывать оценку упущенной прибыли предприятий, которые потеряли время на несвоевременное перемещение работающих к месту их производственной деятельности. Поэтому вложения в универсальность самих транспортных средств, которые могли бы преодолевать бездорожье сейчас становится актуальной, на наших северных территориях.

### *Список литературы*

1. Бардаль А. Б. Транспорт северных районов Дальнего Востока России: динамика в условиях шоков // Регионалистика. 2023. Т. 10, № 1. С. 5-20.
2. Фомина И. В. Оценки эффективности функционирования транспорта северного региона (на примере Республики Коми) // Проблемы развития транспортной инфраструктуры северных территорий: Материалы всероссийской научно-практической конференции, Котлас, 25–26 апреля 2014 года / Под ред. С.А. Гладких. Котлас: Издательство ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2015. С. 15-22.
3. Гузельбаева Г.Т., Матвеева Е.С., Новиков Д.С., Поминова А.И., Сафина Р.С. Роль логистики в развитии экономики России в условиях внешних ограничений // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 12. № 8А. С. 54-67.

4. Емельянов Д. В. Современное состояние и перспективы использования традиционных средств транспорта в Саяно-Алтайском регионе (на примере северных алтайцев) // Полевые исследования в Верхнем Приобье, Прииртышье и на Алтае (археология, этнография, устная история и музееведение). 2020. № 15. С. 141-145.
5. Нагорый В. В. Значение транспорта в развитии сельскохозяйственной организации // Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления: материалы 16-й Международной научно-практической конференции, Курск, 27–29 мая 2021 года. Том ВЫПУСК 2. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. С. 191-193.
6. Политранспортные системы: Материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия - ЕС «Научные проблемы реализации транспортных проектов в Сибири и на Дальнем Востоке», Новосибирск, 20–21 ноября 2014 года. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2015. 738 с.
7. Социально-экономические проблемы развития технических нормативов и инфраструктуры испытаний колесного транспорта для северных регионов таможенного союза / А. Н. Мярин, Т. П. Егорова, А. Н. Неустроев, В. С. Миронов // Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации: материалы 106-й Международной научно-технической конференции, Иркутск, 23–26 апреля 2019 года. Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2019. С. 596-603.
8. Полешкина И. О. Проблемы оценки транспортной доступности северных регионов // Транспорт России: проблемы и перспективы - 2021: Материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–10 ноября 2021 года. Том 1. Санкт-Петербург: Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, 2021. С. 57-60.
9. Смирнов С. А. Экономические аспекты грузового магнитолевитационного транспорта / С. А. Смирнов, О. Ю. Смирнова // Транспортные системы и технологии. 2017. Т. 3, № 1. С. 108-118.

### References

1. Bardal' A. B. *Regionalistika*, 2023, vol. 10, no. 1, pp. 5-20.
2. Fomina I. V. *Problemy razvitiya transportnoy infrastruktury severnykh territoriy: Materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Kotlas, 25–26 aprelya 2014 goda [Problems of transport infrastructure development in the northern territories: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference, Kotlas, April 25-26, 2014] / Ed. S. A. Gladkikh. Kotlas: Makarov State University of Marine and River Research and Development, 2015, pp. 15-22.
3. Guzel'baeva G.T., Matveeva E.S., Novikov D.S., Pominova A.I., Safina R.S. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*, 2022, vol. 12, no. 8A, pp. 54-67.
4. Emel'yanov D. V. *Polevye issledovaniya v Verkhnem Priob'e, Priirtysh'e i na Altae (arkheologiya, etnografiya, ustnaya istoriya i muzeevedenie)*, 2020, no. 15, pp. 141-145.
5. Nagoryy V. V. *Aktual'nye problemy razvitiya khozyaystvuyushchikh sub"ektov, territoriy i sistem regional'nogo i munitsipal'nogo upravleniya: materialy 16-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Kursk, 27–29 maya 2021 goda* [Actual problems of development of economic entities, territories and systems of regional and municipal management: materials of the 16th International Scientific and Practical Conference, Kursk, May 27-29, 2021]. Vol. 2. Kursk: South-West State University, 2021, pp. 191-193.
6. *Politransportnye sistemy: Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii v ramkakh goda nauki Rossiya - ES "Nauchnye problemy realizatsii transportnykh projektov v Sibiri i na Dal'nem Vostoke"*, Novosibirsk, 20–21 noyabrya 2014 goda [Polytransport systems: Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference within the Year of Science Russia - EU "Scientific problems of implementation of transport projects in Siberia and the Far East", Novosibirsk, November 20-21, 2014]. Novosibirsk: Siberian State University of Railway Transport, 2015, 738 p.
7. Myarin A. N., Egorova T. P., Neustroev A. N., Mironov V. S. *Bezopasnost' kolesnykh transportnykh sredstv v usloviyakh ekspluatatsii: ma-*

- terialy 106-y Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoj konferentsii, Irkutsk, 23–26 aprelya 2019 goda* [Safety of wheeled vehicles under operating conditions: proceedings of the 106th International Scientific and Technical Conference, Irkutsk, April 23-26, 2019]. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University, 2019, pp. 596-603.
8. Poleshkina I. O. *Transport Rossii: problemy i perspektivy - 2021: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 09–10 noyabrya 2021 goda* [Transport of Russia: problems and prospects - 2021: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, November 09-10, 2021]. Volume 1. St. Petersburg: N.S. Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences, 2021, pp. 57-60.
9. Smirnov S. A., Smirnova O. Yu. *Transportnye sistemy i tekhnologii*, 2017, vol. 3, no. 1, pp. 108-118.

### ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Нагорный Владимир Васильевич**, доцент кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов», кандидат технических наук, доцент  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский край,  
350072, Российская Федерация  
*m.mironova.2014@mail.ru*

**Артемов Вадим Евгеньевич**, доцент кафедры «Эксплуатации и технического сервиса», кандидат технических наук  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»*  
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, Краснодарский край, 350044,  
Российская Федерация  
*m.mironova.2014@mail.ru*

**Миронова Мария Петровна**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*

*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский край, 350072, Российская Федерация*

*m.mironova.2014@mail.ru*

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

**Vladimir V. Nagorny**, Associate Professor of the Department of Transport Processes and Technological Complexes, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

*Kuban State Technological University*

*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russian Federation*

*m.mironova.2014@mail.ru*

**Vadim E. Artemov**, Associate Professor of the Operations and Technical Service Department, Candidate of Technical Sciences

*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin*

*13, Kalinina Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350044, Russian Federation*

*m.mironova.2014@mail.ru*

**Maria P. Mironova**, Senior Lecturer of the Department of Transport  
*Kuban State Technological University*

*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russian Federation*

*m.mironova.2014@mail.ru*

Поступила 10.08.2023

После рецензирования 10.09.2023

Принята 09.10.2023

Received 10.08.2023

Revised 10.09.2023

Accepted 09.10.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-62-78

УДК 656.09



Научная статья | Управление процессами перевозок

## ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ОПЕРАТОРА ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

*Е.А. Лебедев, Т.В. Коновалова,  
И.С. Сенин, С.В. Коцурба*

*В данной статье авторы рассматривают предпосылки создания единого оператора городских пассажирских перевозок. Данная организация необходима для контроля работы всех видов городского пассажирского транспорта. Предпосылками являются проблемы в области городского пассажирского транспорта: низкое качество транспортного обслуживания населения, что многочисленным жалобам и недовольствам пассажиров. Единый оператор городских пассажирских перевозок поможет решить эти проблемы, так как будет следить за качеством оказываемых перевозчиками услуг.*

**Цель** – проанализировать предпосылки создания единого оператора городских пассажирских перевозок в современных городах.

**Метод или методология проведения работы:** в статье использовались статистический анализ, синтез.

**Результаты:** определены проблемы городского пассажирского транспорта, которые являются предпосылками для создания единого оператора городских пассажирских перевозок, а именно – низкие показатели качества транспортного обслуживания пассажиров по различным критериям.

**Область применения результатов:** научно-исследовательская деятельность по разработке новых подходов в области организации перевозок и транспортного обслуживания.

**Ключевые слова:** единый оператор; пассажиропоток; пассажирские перевозки; пассажирский транспорт; поездка; предпосылки; транспорт; эффективность

**Для цитирования.** Лебедев Е.А., Коновалова Т.В., Сенин И.С., Коцурба С.В. Предпосылки создания единого оператора городских пассажирских перевозок // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 62-78. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-62-78

Original article | Transportation Process Management

## PREREQUISITES FOR THE CREATION OF A SINGLE OPERATOR OF URBAN PASSENGER TRANSPORTATION

*E.A. Lebedev, T.V. Konovalova,  
I.S. Senin, S.V. Kotsurba*

*In this article, the authors consider the prerequisites for creating a single operator of urban passenger transportation. This organization is necessary to control the operation of all types of urban passenger transport. The prerequisites are problems in the field of urban passenger transport: poor quality of public transport services, which leads to numerous complaints and dissatisfaction of passengers. A single operator of urban passenger transportation will help solve these problems, as it will monitor the quality of services provided by carriers.*

**The purpose:** to analyze the prerequisites for creating a single operator of urban passenger transportation in modern cities.

**Method or methodology of the work:** statistical analysis and synthesis were used in the article.

**Results:** the problems of urban passenger transport are identified, which are prerequisites for the creation of a single operator of urban passenger transportation, namely, low indicators of the quality of passenger transport services according to various criteria



**Scope of application of the results:** *research activity on the development of new approaches in the field of organization of transportation and transport services.*

**Keywords:** *single operator; passenger traffic; passenger transportation; passenger transport; trip; prerequisites; transport; efficiency*

**For citation.** *Lebedev E.A., Konovalova T.V., Senin I.S., Kotsurba S.V. Prerequisites For the Creation of a Single Operator of Urban Passenger Transportation. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 62-78. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-62-78*

Единый оператор городских пассажирских перевозок (ЕОГПП) – организация, которая контролирует работу всех видов городского пассажирского транспорта (ГПТ) населенного пункта.

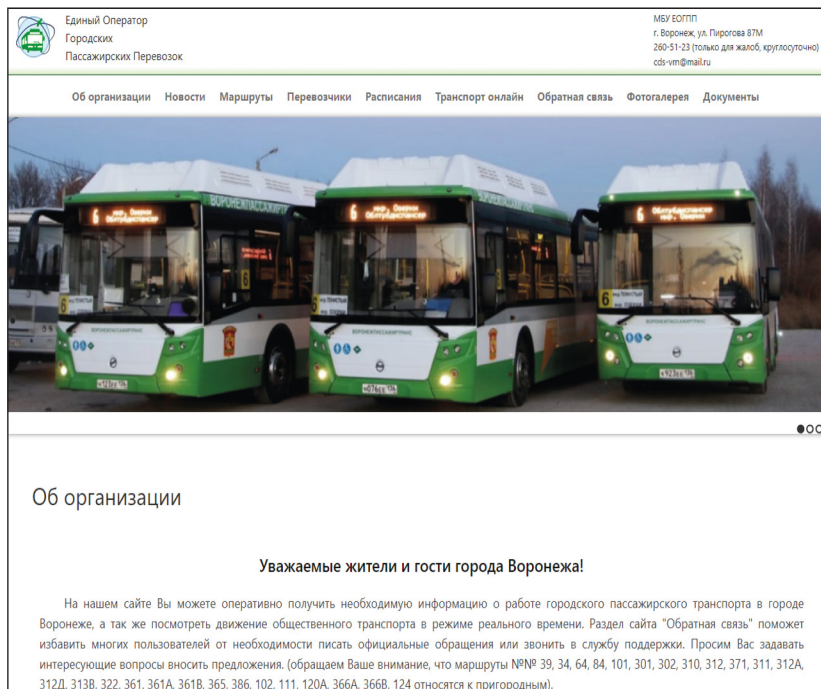
В настоящее время практика внедрения ЕОГПП успешно реализована в городе Воронеж. Любой житель города может воспользоваться услугами организации. Для этого пассажир заходит на официальный сайт ЕОГПП, где может получить следующую информацию:

- актуальное расписание ГПТ, а также отслеживание его движения в реальном времени;
- новости, касаемые ГПТ;
- изменения маршрутов движения ГПТ по различным причинам;
- задать волнующие вопросы, касаемые ГПТ города;
- оставить обращение по поводу некачественно оказанной услуги по перевозке пассажира.

Внешний вид главной страницы сайта показан на рисунке 1, а форма обращения – на рисунке 2.

Также практика внедрения ЕОГПП в систему органов управления существует или планируется в других городах России: Калининграде, Ярославле, Ростове-на-Дону, Сочи.

Создание ЕОГПП поможет решить ряд проблем, которые существуют на ГПТ. Рассмотрим их с точки зрения качества транспортного обслуживания пассажиров (КТОП).



**Рис. 1.** Внешний вид главной страницы сайта ЕОПП

Обеспечение надлежащего КТОП является первоочередной задачей каждого перевозчика пассажирского автомобильного транспорта, так как играет первостепенную роль в транспортном обслуживании пассажиров. Оно определяется совокупностью показателей качества, каждый из которых характеризует уровень удовлетворения потребностей пассажиров в транспортном обслуживании.

Показатель качества – объективный измеритель степени проявления свойства. В зависимости от степени проявления свойства показатель принимает определенное значение, поэтому у каждого из вышеизложенных показателей есть условия, которым его определяют.

**Обратная связь**

Проси вас внимательно ознакомиться с порядком приема и рассмотрения обращений в МБУ ЕОГТП в электронном виде.

1. Внимание! Обращение не рассматривается, если:

- в нем содержится нецензурные либо оскорбительные выражения;
- текст обращения не подается в печатном;
- обращение не содержит конкретных заявлений, жалоб, предложений;
- обращение поступило с неточной или неточной информацией об отправителе (фамилия, имя, отчество (при наличии), электронная почта)

Внимание! Обращение рассматривается в течение 30 дней со дня его регистрации в соответствии со статьей 12 Федерального закона № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан в Российской Федерации» от 2 мая 2006 года.

При наличии в жалобе фото или видео обязательно указывайте время и дату съемки и так же номер маршрута и по возможности госномер ТС.

Имя \*

Фамилия \*

Отчество \*


Контактный телефон с префиксом +7 \*

Электронная почта \*

Тема \*

Сообщение \*

Защита от спама

 Получить новый код

Согласен(а) на обработку персональных данных







 Администрация Ханты-Мансийского округа  

 Администрация Ямало-Ненецкого округа  

 Администрация Ненецкого округа  

 Президент России  

 Федеральное бюро расследований

Рис. 2. Форма обращения от пассажира

Показатели качества пассажирских перевозок показаны на рисунке 3, а условия для определения их значений – в таблице 1.

Таблица 1.

**Условия для определения значений показателей качества**

Показатель качества	Условия для определения его значений
1	2
Информационное обеспечение	Информация об отправлении и прибытии ТС
	Информация о предоставляемых пассажирам услугах и их стоимости
	Информация о размещении необходимых помещений, средств связи, объектов общественного питания и др.

Комфортность	Площадь на 1 пассажира
	Частота уборки ТС
	Температура воздуха в салоне ТС
	Освещенность ТС
	Допустимые значение уровня шума и вибрации
Скорость	Среднее наполнение салона ТС
	Продолжительность поездки
	Средняя скорость движения ТС
Своевременность	Частота остановок ТС
	Доля ТС, отправляемых по расписанию
	Доля ТС, прибывающих по расписанию
	Средний интервал движения
Сохранность багажа	Максимальный интервал движения ТС
	% багажных отправок, прибывающих с повреждениями
	Средняя стоимость ущерба от повреждения багажа
Безопасность	Стоимость возмещения от потери багажа
	Надежность функционирования ТС
	Профессиональная пригодность исполнителей услуг
Экономические показатели	Готовность ТС к выполнению конкретной перевозки
	Стоимость проезда
	Время в пути
	Стоимость дополнительных услуг
	Время в пути от места отправления до остановочного пункта
	Время в пути от остановочного пункта до места назначения



Рис 3. Показатели качества пассажирских перевозок

Рассмотрим проблемы, возникающие на ГПТ из-за низкого КТОП на примере города Краснодара.

Проблема информационного обеспечения состоит в том, что на маршрутах ГПТ, которые обслуживают частные перевозчики, нет в свободном доступе информации о точном расписании движения ТС. По этой причине ПС плохо работает на линии. Часто появляются жалобы пассажиров о том, что в вечернее время они не могут уехать из-за отсутствия ГПТ на линии. В настоящее время проблема решена: на Яндекс.Картах или в приложении 2GIS в онлайн-режиме отображается реальное местонахождение транспорта. Но проблема решена частично, так как расписания в открытом доступе так и нет, что не дает возможность спланировать поездку заранее и не все частные перевозчики внедрили на своем ПС систему Глонасс для отслеживания.

Проблема комфортности перевозки является самой острой. Именно по причине низкой комфортности чаще всего поступают жалобы от пассажиров.

Из-за высокой плотности населения в новых спальных микрорайонах города салоне ГПТ почти всегда переполнены. В «часы-пик» уехать куда-либо является почти невыполнимой задачей, так как невозможно зайти в салон из-за переполненного салона. Среднее наполнение транспорта часто превышает максимальную вместимость ПС. На 1 м<sup>2</sup> могут одновременно находиться 8-11 человек при нормативе до 5 человек. Это вызывает сильный дискомфорт у пассажиров. Как выглядит салон ГПТ в часы-пик показан на рисунке 4.

Проблема высокой температуры обостряется в городе с наступлением жаркой погоды – с мая по сентябрь включительно. Более 70% всего ГПТ Краснодара не оборудованы рабочей системой кондиционирования воздуха, а открытые форточки и люки не помогают спастись от высокой температуры воздуха. Средняя температура воздуха в салоне в жаркий период составляет 31-32° С, а в пик может достигать до 35-38° С при норме до 25° С. По данной причине люди часто теряют сознание. Пример одной из

жалоб на высокую температуру в салоне ГПТ из популярного телеграмм-канала города показан на рисунке 5.



**Рис. 4.** Переполненный салон ГПТ

Показатели скорости также не выполняется. На улично-дорожной сети города возникают заторовые ситуации из-за того, что дороги не рассчитаны на такое большое количество ТС. Из-за возникших заторов падает средняя скорость движения до 10 км/ч и увеличивается продолжительность поездки до 80%.

Показатель своевременности не выполняется также из-за заторовых ситуаций: ТС работают на линии без соблюдения графика движения и не выдерживается требуемый интервал движения. Из-за этого пассажиры вынуждены ожидать свой ГПТ до 1-1,5 часов, что негативно влияет на их отношение ко всей системе ГПТ города. В соответствии с Транспортной стратегией до 2030 году опоздание ГПТ должно составлять не более 2 минут. Также на время ожидания ТС влияет плотность транспортной сети.

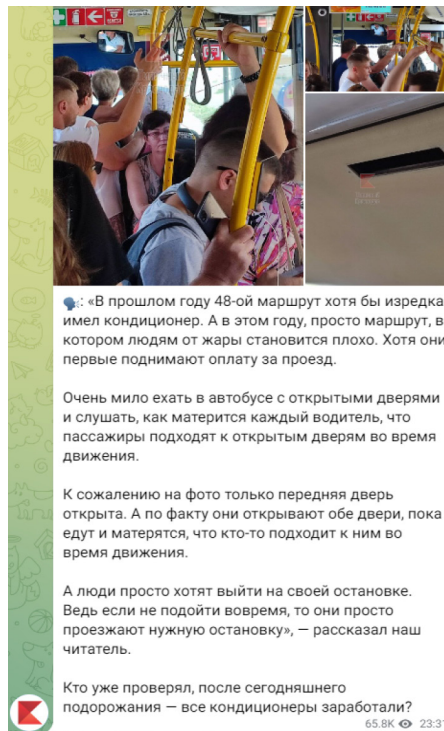


Рис. 5. Жалоба на высокую температуру воздуха в салоне ГПТ

Плотность транспортной сети – протяженность транспортной сети, приходящаяся на единицу площади. Плотность сети характеризует насыщенность территории города линиями городского транспорта и определяется по формуле 1:

$$\delta = \frac{L_c}{S_3}, \quad (1)$$

где  $\delta$  – плотность транспортной сети км/км<sup>2</sup>;

$L_c$  – протяженность транспортной сети, км;

$S_3$  – площадь застроенной территории, км<sup>2</sup>.

При очень высокой плотности уменьшается дальность подходов к транспортным линиям, но увеличивается время ожидания

ТС за счет перераспределения подвижного состава по большей протяженности сети, увеличиваются капиталовложения в строительство улиц.

При слишком малой плотности сети увеличивается дальность подходов к транспортным линиям, но уменьшается время ожидания ТС.

Для всего ГПТ Краснодара плотность транспортной сети равна:

$$\delta = \frac{4312,3}{281,25} = 15,33 \text{ км/км}^2.$$

Таким образом, согласно таблице 3.3 [5] плотность транспортной сети в Краснодаре исключительно плотная, что негативно сказывается на времени ожидания ГПТ.

Показатель безопасности не выполняется из-за плохой надежности функционирования ТС.

Надежность функционирования транспорта представляет собой способность ТС выполнять требуемые функции, сохраняя во время движения свои эксплуатационные показатели работы в требуемых значениях. ПС ГПТ не соответствует данному показателю из-за плохого технического состояния.

Таким образом, можно сделать вывод, что в системе ГПТ Краснодара существуют следующие проблемы в области КТОП:

- недостаточное информационное обеспечение на маршрутах частных перевозчиков;
- низкая комфортность передвижения из-за переполненных салонов ГПТ и отсутствие рабочих кондиционеров в жаркий период времени;
- низкая скорость передвижения;
- несвоевременность движения ГПТ;
- отсутствие надежности функционирования ГПТ из-за плохого технического состояния ТС.

Данные проблемы также существуют во многих крупных городах, где есть ГПТ. Все эти причины являются предпосылками к созданию ЕОГПП.



ЕОГПП поможет решить некоторые возникшие проблемы ГПТ, а именно: будет контролировать работу ГПТ на предмет оказания услуг.

ЕОГПП будет так называемым посредником между пассажирами и перевозчиками, оплата будет приходиться к ним, а только потом распределяться между перевозчиками. Таким образом, перевозчики будут качественно организовывать перевозки, так как их доход будет теперь зависеть не от количества перевезенных пассажиров, а от качества оказываемых ими услуг. Транспортные компании по оказанию услуг пассажирских перевозок будут вынуждены:

- соблюдать температурный режим (включать кондиционеры в жаркий период, отопление – в холодное время года), что положительно повлияет на комфортность передвижения;
- следить за техническим состоянием своего ПС (чтобы при выходе на линию транспорт быть полностью технически готовым работать на маршруте), что положительно скажется на надежности функционирования ГПТ;
- оборудовать все свои ТС работающими системами Глонасс, что положительно повлияет на информационное обеспечение ГПТ.

Таким образом, внедрение в транспортную систему муниципального образования ЕОГПП будет вызвано предпосылками низким КТОП и необходимо для их повышения, так как соблюдение высоких значений КТОП требует ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества».

### *Список литературы*

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621046 Российская Федерация. База данных учебного материала по дисциплине «Транспортная планировка городов»: № 2021620887 : заявл. 04.05.2021 : опубл. 21.05.2021 / Т. В. Конова-

лова, С. Л. Надирян, С. В. Коцурба ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет».

2. Логистика качества пассажирских перевозок в транспортной системе города / Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян, М. П. Миронова, С. В. Коцурба // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса : Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Донецк, 25 мая 2022 года / Донецкая академия транспорта. Донецк: Донецкая академия транспорта, 2022. С. 25-27.
3. Коновалова, Т. В. К вопросу о развитии маршрутной сети городского наземного электрического транспорта / Т. В. Коновалова, С. В. Коцурба // Проблемы функционирования систем транспорта: Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 04–06 декабря 2019 года. Том 2. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. С. 155-158.
4. Коновалова, Т. В. Анализ развития городского пассажирского электротранспорта в крупных городах / Т. В. Коновалова, С. В. Коцурба // Проблемы функционирования систем транспорта : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 02–04 декабря 2020 года. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. С. 394-396.
5. Проектирование и оценка транспортной сети и маршрутной системы в городах : выполнение курсового и дипломного проектов: [учеб.-метод. пособие] / Л. В. Булавина ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2013. 48 с.
6. Городская мобильность как фактор устойчивого развития территорий / Т. В. Коновалова, А. Н. Домбровский, С. Л. Надирян [и др.]. Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2022. 208 с.

7. Котенкова, И. Н. Методы повышения экологической безопасности муниципальных образований на примере г. Краснодара / И. Н. Котенкова, С. В. Коцурба // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса : Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Донецк, 25 мая 2022 года / Донецкая академия транспорта. Донецк: Донецкая академия транспорта, 2022. С. 143-146.
8. Коновалова, Т. В. Троллейбусы с автономным ходом в городской маршрутной сети (на примере г. Краснодара) / Т. В. Коновалова, С. В. Коцурба // Механика, оборудование, Материалы и технологии: электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, Краснодар, 29–30 октября 2019 года / Редакционная коллегия: Литвинов А.Е., Плоmodityло Р.Л., Коновалова Т.В., Гукасян А.В., Война А.А., Вольченко Н.А. Краснодар: ООО «Принт Терра», 2019. С. 644-649.
9. Социально-экологические аспекты создания комфортной среды на примере Краснодарской агломерации / Н. Л. Сергиенко, З. К. Лакербай, Т. Г. Короткова [и др.]; Кубанский государственный технологический университет. Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2022. 175 с.
10. Коновалова, Т. В. Транспортная инфраструктура: Учебное пособие / Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова. Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом - Юг», 2013. 260 с.

### *References*

1. Certificate of state registration of the database No. 2021621046 Russian Federation. Database of educational material on the discipline “Transportation planning of cities” : No. 2021620887 : filed. 04.05.2021 : published on 21.05.2021 / T. V. Konovalova, S. L. Nadiryan, S. V. Kotsurba ; applicant Kuban State Technological University.
2. Konovalova T. V., Nadiryan S. L., Mironova M. P., Kotsurba S. V. *Nauchno-tekhnicheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa : Sbornik nauchnykh trudov po materialam VIII Me-*

- zhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Donetsk, 25 maya 2022 goda* [Scientific and technical aspects of innovative development of transport complex : Collection of scientific papers on the materials of VIII International Scientific and Practical Conference, Donetsk, May 25, 2022]. Donetsk: Donetsk Academy of Transport, 2022, pp. 25-27.
3. Konovalova T. V., Kotsurba S. V. *Problemy funktsionirovaniya sistem transporta : Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Tyumen', 04–06 dekabrya 2019 goda* [Problems of functioning of transport systems : International scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists, Tyumen, December 04-06, 2019]. Vol. 2. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2019, pp. 155-158.
  4. Konovalova T. V., Kotsurba S. V. *Problemy funktsionirovaniya sistem transporta : materialy Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Tyumen', 02–04 dekabrya 2020 goda* [Problems of functioning of transport systems : proceedings of the All-Russian (national) scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists, Tyumen, December 02-04, 2020]. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2020, pp. 394-396.
  5. Bulavina L. V. *Proektirovanie i otsenka transportnoy seti i marshrutnoy sistemy v gorodakh : vypolnenie kursovogo i diplomnogo proektov* [Designing and evaluation of the transportation network and route system in cities : execution of course and diploma projects]. Ekaterinburg : Ural Federal University, 2013, 48 p.
  6. *Gorodskaya mobil'nost' kak faktor ustoychivogo razvitiya territoriy* [Urban mobility as a factor of sustainable development of territories] / T. V. Konovalova, A. N. Dombrovskiy, S. L. Nadiryan [et al.]. Krasnodar: OOO «Izdatel'skiy Dom – Yug», 2022, 208 p.
  7. Kotenkova I. N., Kotsurba S. V. *Nauchno-tekhnicheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa : Sbornik nauchnykh trudov po materialam VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Donetsk, 25 maya 2022 goda* [Scientific and technical

aspects of innovative development of transport complex : Collection of scientific papers on the materials of VIII International Scientific and Practical Conference, Donetsk, May 25, 2022]. Donetsk: Donetsk Academy of Transport, 2022, pp. 143-146.

8. Konovalova T. V., Kotsurba S. V. *Mekhanika, oborudovanie, Materialy i tekhnologii : elektronnyy sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Krasnodar, 29–30 oktyabrya 2019 goda* [Mechanics, equipment, Materials and technologies : electronic collection of scientific articles on the materials of the international scientific-practical conference, Krasnodar, October 29-30, 2019] / Editorial Board: Litvinov A. E., Plomodialo R.L., Konovalova T.V., Gukasyan A.V., Voina A.A., Volchenko N.A. Krasnodar: LLC “Print Terra”, 2019, pp. 644-649.
9. *Sotsial’no-ekologicheskie aspekty sozdaniya komfortnoy sredy na primere Krasnodarskoy aglomeratsii* [Socio-ecological aspects of creating a comfortable environment on the example of Krasnodar agglomeration] / N. L. Sergienko, Z. K. Lakerbay, T. G. Korotkova [et al.]. Krasnodar: Kuban State Technological University, 2022, 175 p.
10. Konovalova T. V. *Transportnaya infrastruktura* [Transport infrastructure] / T. V. Konovalova, I. N. Kotenkova. Krasnodar: Izdatel’skiy Dom - Yug, 2013, 260 p.

### **ДАНИЕ ОБ АВТОРАХ**

**Лебедев Евгений Александрович**, д.т.н., доцент, профессор кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
kotsurba.sonya@yandex.ru

**Коновалова Татьяна Вячеславовна**, к.э.н., доцент, заведующий кафедрой «Транспортных процессов и технологических комплексов»

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
kotsurba.sonya@yandex.ru*

**Сенин Иван Сергеевич**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
kotsurba.sonya@yandex.ru*

**Коцурба София Вячеславовна**, ассистент кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
kotsurba.sonya@yandex.ru*

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

**Evgeny A. Lebedev**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Processor of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation  
kotsurba.sonya@yandex.ru*

**Tatyana V. Konovalova**, Candidate of Economics, Associate Professor, Head of the Department of “Transport Processes and Technological Complexes”  
*Kuban State Technological University  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation  
kotsurba.sonya@yandex.ru*

**Ivan S. Senin**, Senior Lecturer of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University*  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation  
*kotsurba.sonya@yandex.ru*

**Sofiya V. Kotsurba**, Assistant of the Department of “Transport Processes and Technological Complexes”  
*Kuban State Technological University*  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation  
*kotsurba.sonya@yandex.ru*

Поступила 05.10.2023

После рецензирования 18.10.2023

Принята 30.10.2023

Received 05.10.2023

Revised 18.10.2023

Accepted 30.10.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-79-91

УДК 004.62



Научная статья | Транспортные и транспортно-технологические системы

## РАЗРАБОТКА СКРИПТОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НА ПК ПРИ ПОМОЩИ AUTOHOTKEY

*Д.В. Максимов, М.В. Азаренко, Н.С. Владимиров,  
Г.А. Гареева, А.Г. Файзуллина*

*В данной статье рассмотрен процесс создания скриптов, оптимизирующих работу на ПК при помощи программы AutoHotkey. Созданные скрипты упрощают взаимодействие пользователя с ПК.*

***Цель** – разработка скриптов для пользователей, при взаимодействии с которыми они смогут значительно повысить эффективность работы с ПК.*

***Метод или методология проведения работы:** в данной статье рассматривается способ, в котором путем использования скриптов упрощается работа с ПК и увеличивается её эффективность.*

***Результат:** разработаны простые в использовании скрипты, которые повышают практичность взаимодействия с ПК, что положительно сказывается на эффективности работы.*

***Область применения результатов:** разработанные скрипты могут быть применены в различных областях, где необходима автоматизация повторяющихся действий на ПК.*

***Ключевые слова:** AutoHotkey; автоматизация; оптимизация; скрипты; повторяющиеся задачи; горячие клавиши; макросы; эффективность работы; алгоритмы*

*Для цитирования. Максимов Д.В., Азаренко М.В., Владимиров Н.С., Гареева Г.А., Файзуллина А.Г. Разработка скриптов для оп-*



*тимизации работы на ПК при помощи AutoHotkey // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 79-91. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-79-91*

Original article | Transport and Transport-Technological Systems

## **DEVELOPMENT OF SCRIPTS FOR OPTIMIZING WORK ON A PC USING AUTOHOTKEY**

***D.V. Maksimov, M.V. Azarenko, N.S. Vladimirov,  
G.A. Gareeva, A.G. Faizullina***

*This article describes the process of creating scripts that optimize work with a PC using the AutoHotkey program. The created scripts simplify the user's interaction with the PC.*

**Purpose** – develop scripts for users, when interacting with which they will be able to significantly increase the efficiency of working with a PC.

**The method or methodology of the work:** this article discusses a method in which using scripts simplifies working with a PC and increases its efficiency.

**Result:** easy-to-use scripts have been developed that increase the practicality of interaction with a PC, which has a positive effect on work efficiency.

**Scope of the results:** the developed scripts can be applied in various areas where automation of repetitive actions on a PC is necessary.

**Keywords:** AutoHotkey; automation; optimization; scripts; repetitive tasks; hotkeys; macros; work efficiency; algorithms

**For citation.** Maksimov D.V., Azarenko M.V., Vladimirov N.S., Gareeva G.A., Faizullina A.G. Development of Scripts for Optimizing Work on a PC using AutoHotkey. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 79-91. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-79-91

## **Введение**

Современный образ жизни требует от нас много времени и энергии, чтобы выполнить все задачи, которые мы ставим перед собой. В этом контексте оптимизация работы с ПК становится особенно важной. Одним из инструментов, который может помочь в этом, является программа AutoHotkey. С ее помощью можно автоматизировать повторяющиеся действия, ускорить работу с текстом и файлами, а также упростить взаимодействие с приложениями и интернетом. В данной статье рассмотрено как использование AutoHotkey может помочь оптимизировать работу с ПК и сэкономить время.

AutoHotkey – это мощный инструмент для автоматизации и оптимизации работы с ПК. Он позволяет создавать скрипты, которые автоматически выполняют повторяющиеся задачи, упрощают работу с приложениями и облегчают навигацию в операционной системе [3].

С использованием AutoHotkey можно создавать горячие клавиши для быстрого запуска приложений, открытия файлов и папок, копирования и вставки текста, а также для выполнения других действий. Это позволяет значительно сократить время, затрачиваемое на выполнение повторяющихся задач. Кроме того, AutoHotkey позволяет создавать макросы для автоматизации работы в различных приложениях. Например, можно создать макрос для быстрого форматирования текста в Microsoft Word или для автоматического заполнения форм в браузере. Использование AutoHotkey может значительно повысить эффективность работы с ПК и сократить время, затрачиваемое на выполнение повторяющихся задач. Поэтому этот инструмент является актуальным и полезным для всех пользователей ПК.

**Цель работы:** представить возможности программы AutoHotkey и показать, как ее использование может помочь оптимизировать работу с ПК, ускорить выполнение повторяющихся действий, а также упростить взаимодействие с приложениями и интернетом,

что в свою очередь позволит сэкономить время и повысить эффективность работы.

В данной работе будут описаны алгоритмы, созданные с помощью программы AutoHotkey, которые оптимизируют работу с ПК.

Для создания алгоритма требуется установленная программа AutoHotkey. На рабочем столе (или в папке) щелкнув правой кнопкой мыши, необходимо выбрать «Создать», в открывшемся окне выбрать «AutoHotkey Script» (рис. 1) [1].

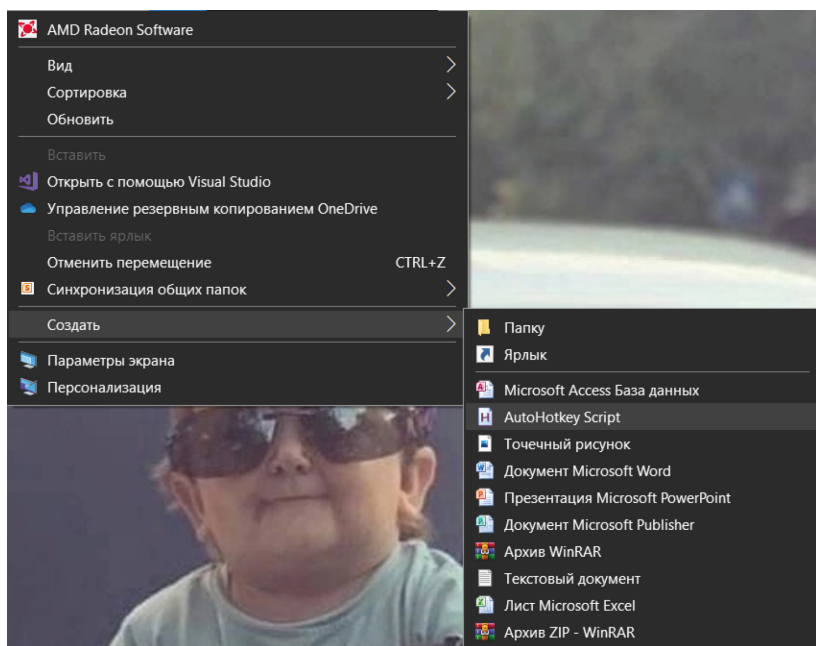


Рис. 1. Создание AutoHotkey Script

Далее щелкнув правой кнопкой мыши по созданному скрипту, в открывшемся меню необходимо выбрать «Edit Script» (рис. 2).

Создается текстовый документ, в который требуется написать скрипт. Написанный скрипт сохраняется и закрывается. Для запуска необходимо щелкнуть по нему два раза левой кнопкой мыши.

На нижней панели Windows должен появиться соответствующий значок (рис. 3).

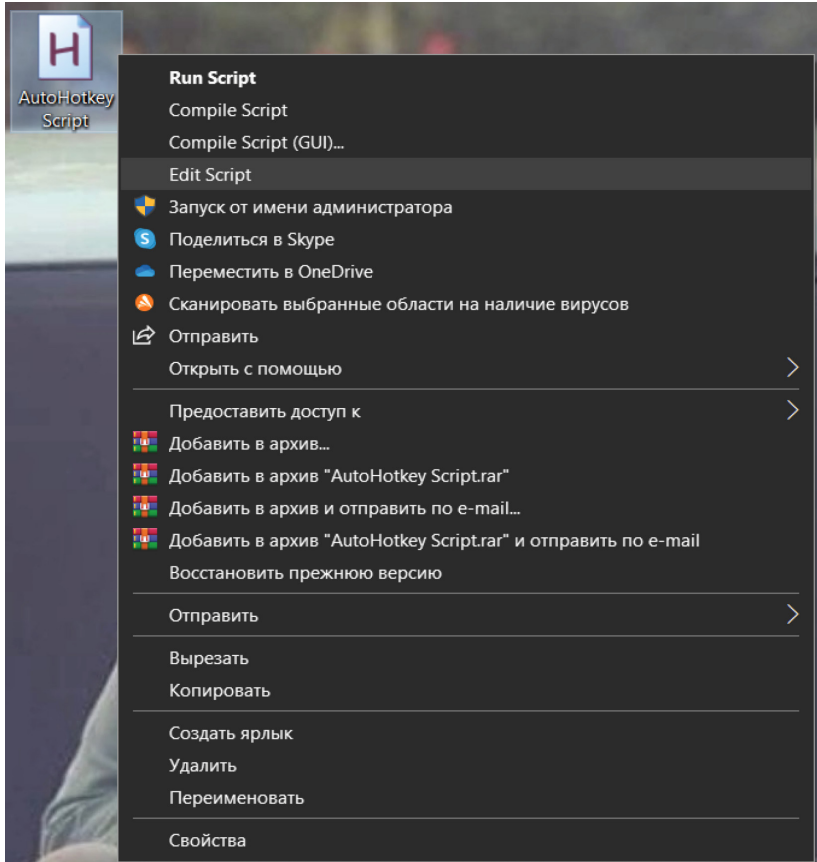


Рис. 2. Edit Script

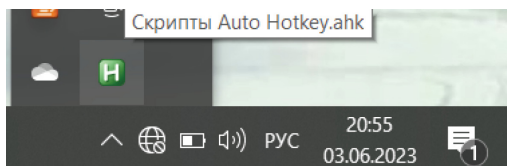


Рис. 3. Активный скрипт

Скрипт работает, можно пробовать его функционал.

В качестве примера было написано несколько скрипта, которые делают работу с окнами более комфортной и удобной [2].

Первый скрипт позволяет быстро закрыть любое окно комбинацией клавиш (рис. 4).

```

; ===== ЗАКРЫТИЕ ОКОН (ЛЮБЫХ) =====
!sc02D: ALT+X - закрытие любых окон
;-----
WinGetClass, Win_Class, A ; получить класс активного окна
WinGetActiveTitle, Win_To_Close, Title ; получить заголовок активного окна
If ( Win_Class = "Shell_TrayWnd" OR Win_Class = "Progman" OR Win_Class = "AltDeski.x" ) ; если окно - "Панель задач" или "рабочий стол" или AltDesk, то...
Return ; закончить обработку горячей клавиши (не выходить из windows, или из AltDesk)
; если окно не из вышеперечисленных, то...
If Win_Class = Basekindow_rootwnd ; если окно - Winamp...
{
WinClose, ahk_class Winamp v1.x ; закрыть Winamp
Return ; закончить обработку горячей клавиши
}
If Win_Class = PROCEXP.L ; если окно - Process Explorer...
{
WinMenuSelectItem, ahk_class PROCEXP.L, file, Exit ; можно использовать эту строку, а можно ту, что ниже (она универсальнее)
PostMessage, 0x11, 0x0001,, ahk_class PROCEXP.L ; выбрать пункт меню file -> Exit
Return ; закончить обработку горячей клавиши
}
If Inactive, HD0Life Pro - ; если активно окно HD0Life Pro...
{
WinMenuSelectItem,,, 18, 58 ; выбрать меню файл -> Выход
Return ; закончить обработку горячей клавиши
}
; если окно - не из вышеперечисленных, то...
; закрыть окно по заголовку, т.к. WinClose, WinKill, PostMessage - не закрывает неспецифицированные ahk_class #32770
; указать через запятую фрагменты заголовков окон, которые нужно закрыть (пробелов после запятой не делать)
If Win_To_Close_Title contains \&icon\&freemove\ ; список фрагментов заголовков окон
Send !!{F4} ; закрыть окно по заголовку
Else ; если окно должно закрываться не по заголовку, то...
WinClose, ahk_class %Win_Class% ; закрыть окно по классу
KeyWait, sc02D ; ожидать пока клавиша "X" не будет отпущена (чтобы исключить срабатывание от простого удержания нажатой клавиши)
Return ; закончить обработку горячей клавиши
;-----

```

Рис. 4. Скрипт для закрытия окон

Данный скрипт ускоряет процесс закрытия окна. Он назначает комбинацию клавиш ALT+X (в коде «!sc02D») для закрытия любого окна, что не может позволить похожая по функционалу дефолтная комбинация ALT+F4.

Следующий скрипт позволяет закрывать файлы с автоматическим нажатием «сохранить» или «не сохранять», что значительно ускоряет данный процесс и сокращает количество действий со стороны пользователя (рис. 5).

При нажатии комбинации клавиш ALT+Win+C (в коде «!#sc02E») происходит закрытие файлов Word, Excel и т.д. с автоматическим нажатием кнопки «сохранить», как если бы была нажата клавиша Enter. Чтобы закрыть файл, не сохраняя, необходимо нажать сочетание клавиш ALT+Win+X (в коде «!#sc02D»), тогда выбирается следующая кнопка и подтверждается действие, как если бы была нажата клавиша Tab, а затем Enter [4].

```

*AutoHotkey Script3 - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
; ===== ЗАКРЫТИЕ С СОХРАНЕНИЕМ =====
!sc02E:: ALT+ИНС - закрытие окон с сохранением
;-----
WinGetClass, Win_Class, A ; получить класс активного окна
If ( Win_Class = "Shell_TrayWnd" OR Win_Class = "Progman" OR Win_Class = "AltDeski.x" ) ; если окно - "панель задач" или "рабочий стол" или AltDesk, то...
    Return ; закончить обработку горячей клавиши (не выходить из Windows)
; если окно - не из вышеперечисленных, то...
WinClose, ahk_class %Win_Class%; закрыть окно
Sleep, 200 ; пауза для ожидания окна с вопросом о сохранении
Send {ENTER} ; нажать кнопку сохраните
KeyWait, sc02E ; ожидать пока клавиша "C" не будет отпущена (чтобы исключить срабатывание от простого удержания нажатой клавиши)
Return ; закончить обработку горячей клавиши
;-----
; ===== ЗАКРЫТИЕ ОКОН БЕЗ СОХРАНЕНИЯ =====
!sc02O:: ALT+ИНС - закрытие окон без сохранения
;-----
WinGetClass, Win_Class, A ; получить класс активного окна
If ( Win_Class = "Shell_TrayWnd" OR Win_Class = "Progman" OR Win_Class = "AltDeski.x" ) ; если окно - "панель задач" или "рабочий стол" или AltDesk, то...
    Return ; закончить обработку горячей клавиши (не выходить из Windows)
; если окно - не из вышеперечисленных, то...
WinClose, ahk_class %Win_Class%; закрыть окно
Send {TAB} ; перейти на кнопку "не сохранять"
sleep, 50 ; пауза для реакции перехода на нужную кнопку
Send {ENTER} ; и нажать её
KeyWait, sc02D ; ожидать пока клавиша "X" не будет отпущена (чтобы исключить срабатывание от простого удержания нажатой клавиши)
Return ; закончить обработку горячей клавиши
;-----

```

Рис. 5. Скрипт для закрытия окон с сохранением/без

```

*AutoHotkey Script6 - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
; ===== ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОКНА МЫШЬЮ (END) =====
#LButton:: WIN+левая мышь - перемещение окон за любое место внутри окна
;-----
; Вы можете отпустить клавишу WIN после нажатия левой кнопки, вместо того, чтобы удерживать её
; И вы можете во время перемещения нажать Escape, чтобы отменить перемещение
CoordMode, Mouse ; переключиться на абсолютные координаты экрана
MouseMoveGetPos, EWD_MouseStartX, EWD_MouseStartY, EWD_MouseWin ; получить начальную позицию мыши и ID окна под мышью
WinGetClass, EWD_Win_Class, ahk_id %EWD_MouseWin%; получаем класс окна под мышью
If EWD_Win_Class = ProgMan ; если это рабочий стол, то...
    Return ; закончить обработку горячей клавиши
WinGetPos, EWD_OriginalPosX, EWD_OriginalPosY,, ahk_id %EWD_MouseWin%; запоминаем исходные координаты окна
SetTimer, EWD_WatchMouse, 10 ; переходить к указанной подпрограмме через каждые 10 мс
Return ; закончить обработку горячей клавиши

EWD_WatchMouse: ; подпрограмма обработки событий в таймере
EWD_Work = 1 ; флаг, что подпрограмма выполняется (он нужен для корректной работы закрытия окон по Escape)
GetKeyState, EWD_LButtonState, LButton, P ; проверить нажата ли левая кнопка мыши
If EWD_LButtonState = U ; если кнопка отпущена, то закончить перемещение окна...
{
    SetTimer, EWD_WatchMouse, off ; отключить таймер
    EWD_Work = ; сбрасываем флаг, что подпрограмма выполняется
    Return ; конец подпрограммы, закончить обработку горячей клавиши
}
GetKeyState, EWD_EscapeState, Escape, P ; проверить нажата ли клавиша Escape
If EWD_EscapeState = D ; если нажата, то отменить перемещение окна (вернуть его в начальные координаты)
{
    SetTimer, EWD_WatchMouse, off ; отключить таймер
    EWD_Work = ; сбрасываем флаг, что подпрограмма выполняется
    WinMove, ahk_id %EWD_MouseWin%, %EWD_OriginalPosX%, %EWD_OriginalPosY% ; вернуть окно в начальные координаты
    Return ; конец подпрограммы, закончить обработку горячей клавиши
}
; ...если кнопка нажата, то перемещать окно вслед за перемещением указателя мыши
CoordMode, Mouse ; переключиться на абсолютные координаты экрана
MouseMoveGetPos, EWD_MouseX, EWD_MouseY ; получить текущие координаты мыши
WinGetPos, EWD_WinX, EWD_WinY,, ahk_id %EWD_MouseWin%; получить позицию окна под мышью
SetWinDelay, -1 ; перемещать окно немедленно
; переместить окно под мышью вслед за мышью
WinMove, ahk_id %EWD_MouseWin%, EWD_WinX + EWD_MouseX - EWD_MouseStartX, EWD_WinY + EWD_MouseY - EWD_MouseStartY
EWD_MouseStartX := EWD_MouseX ; обновить X координату для следующего вызова этой подпрограммы по таймеру
EWD_MouseStartY := EWD_MouseY ; обновить Y координату для следующего вызова этой подпрограммы по таймеру
Return ; закончить подпрограмму и обработку горячей клавиши
;-----

```

Рис. 6. Скрипт для более удобного перетаскивания окон

Так же был создан скрипт, позволяющий перетаскивать окна за любую их часть при зажатой клавише Win, что очень удобно (рис. 6).

Если окно уже сдвинуто, клавишу Win можно отпустить и продолжить перетаскивать окно. Клавиша Esc отменяет перемещение и возвращает окно на прежнее место [5].

В заключение стоит отметить, что использование программы Auto HotKey оказалось эффективным инструментом оптимизации рабочих процессов. Его универсальность и возможность автоматизации позволяют выполнять задачи быстрее, с меньшим количеством ошибок. Простота использования и возможности настройки программы позволяют пользователям адаптировать ее к своим конкретным потребностям, что делает ее идеальным решением для различных отраслей.

### **Результаты работы**

Разработанные скрипты для пользователей могут быть применены в различных областях, где необходима автоматизация повторяющихся действий на ПК. Использование программы Auto HotKey действительно позволяет оптимизировать работу с ПК. Благодаря возможности создания собственных скриптов и горячих клавиш, пользователь может значительно ускорить выполнение повторяющихся действий, а также упростить взаимодействие с различными приложениями и интернетом. Это особенно полезно для тех, кто работает с большим объемом информации или выполняет множество однотипных задач. В итоге использование AutoHotkey позволяет сэкономить время и повысить эффективность работы на ПК.

### ***Список литературы***

1. Виноградова Е.Ю. Интеллектуальные информационные технологии – теория и методология построения информационных систем: монография / М-во образования и науки РФ, Урал. гос. экон. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2011. 263 с.

2. Модели и методы исследования информационных систем: монография / А.Д. Хомоненко, А.Г. Басыров, В.П. Бубнов [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 204 с.
3. Методы и модели исследования сложных систем и обработки больших данных: Монография / И. Ю. Парамонов, В. А. Смагин, Н. Е. Косых, А. Д. Хомоненко; под редакцией В. А. Смагина и А. Д. Хомоненко. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 236 с.
4. Пономарева Л.А., Чискидов С.В., Ронжина И.А., Голосов П.Е. Проектирование компьютерных обучающих систем: Монография. М-во образования и науки РФ, РАНХиГС, МГПУ ИЦО. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2018. 120 с.
5. Черткова Е. А. Статистика. Автоматизация обработки информации: учеб. пособие для вузов / Е. А. Черткова ; под общ. ред. Е. А. Чертковой. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2017. 195 с.
6. Кубенский А. А. Функциональное программирование: учебник и практикум для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт, 2019. 348 с.
7. Назаров С.В. Эффективность и оптимизация компьютерных систем: монография. М.: Русайнс, 2019. 219 с.
8. Тугов В.В. Проектирование автоматизированных систем управления: учебное пособие / В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Н.С. Шаров. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 172 с.
9. Официальный сайт программы AutoHotkey. <http://www.autohotkey.com>
10. Autohotkey wiki - Русскоязычная документация. <https://ahk-wiki.ru/?ysclid=lk8n1nnykl22244661>
11. Разработка скриптов. <http://script-coding.com/>
12. David Love. Tkinter GUI Programming by Example. Packt Publishing, 2018. 340 p.
13. AutoHotkey: учебник. <https://learntutorials.net/ru/autohotkey/topic/3532>

### *References*

1. Vinogradova E.Yu. *Intellektual'nye informatsionnye tekhnologii – teoriya i metodologiya postroeniya informatsionnykh sistem* [Intellectual informa-



- tion technologies - theory and methodology of building information systems]. Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2011, 263 p.
2. Models and methods of information systems research: [Modeli i metody issledovaniya informatsionnykh sistem] / A.D. Khomonenko, A.G. Basyrov, V.P. Bubnov [et al.]. St. Petersburg: Lan, 2019. 204 p.
  3. *Metody i modeli issledovaniya slozhnykh sistem i obrabotki bol'shikh daniykh* [Methods and models of research of complex systems and big data processing] / I. Yu. Paramonov, V. A. Smagin, N. E. Kosykh, A. D. Khomonenko; edited by V. A. Smagin and A. D. Khomonenko. St. Petersburg: Lan, 2020, 236 p.
  4. Ponomareva L.A., Chiskidov S.V., Ronzhina I.A., Golosov P.E. *Proektirovanie komp'yuternykh obuchayushchikh sistem* [Designing computer learning systems]. Tambov: Consulting company Yukom, 2018, 120 p.
  5. Chertkova E. A. *Statistika. Avtomatizatsiya obrabotki informatsii* [Statistics. Automation of information processing] / ed. by E. A. Chertkova. Moscow: Yurait Publishing House, 2017. 195 p.
  6. Kubenskiy A. A. *Funktsional'noe programmirovaniye* [Functional programming]. Moscow: Yurait Publishing House, 2019, 348 p.
  7. Nazarov S.V. *Effektivnost' i optimizatsiya komp'yuternykh sistem* [Efficiency and optimization of computer systems]. Moscow: Rusains, 2019, 219 p.
  8. Tugov V.V. *Proektirovanie avtomatizirovannykh sistem upravleniya* [Designing automated control systems] / V.V. Tugov, A.I. Sergeev, N.S. Sharov. St. Petersburg: Lan, 2019, 172 p.
  9. AutoHotkey. <http://www.autohotkey.com>
  10. Autohotkey wiki - Russian-language documentation. <https://ahk-wiki.ru/?ysclid=lk8n1nnykl22244661>
  11. Script Development. <http://script-coding.com/>
  12. David Love. Tkinter GUI Programming by Example. Packt Publishing, 2018. 340 p.
  13. AutoHotkey. <https://learntutorials.net/ru/autohotkey/topic/3532>

## **ВКЛАД АВТОРОВ**

**Максимов Д.В.:** разработка скриптов для пользователей для оптимизации работы с ПК, обработка результатов исследований.

**Азаренко М.В.:** формулирование основных направлений исследования, разработка теоретических предпосылок, формирование общих выводов.

**Владимиров Н.С.:** проведение сбора данных, подготовка начального варианта статьи.

**Гареева Г.А.:** научное редактирование текста статьи и окончательное утверждение версии для публикации.

**Файзуллина А.Г.:** анализ и интерпретация полученных данных, литературный анализ.

#### **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

**Dmitrij V. Maksimov:** development of scripts for users to optimize work with PC, processing of research results.

**Maksim V. Azarenko:** formulation of the main research directions, development of theoretical assumptions, formation of general conclusions.

**Nikita S. Vladimirov:** data collection, preparation of the initial version of the article.

**Gulnara A. Gareeva:** scientific editing of the text of the article and final approval of the version for publication.

**Aigul G. Faizullina:** analysis and interpretation of the obtained data, literature analysis.

#### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Максимов Дмитрий Валерьевич**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ*

*ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814, Российская Федерация*

*dmitrij-maksimov-03@mail.ru*

**Азаренко Максим Викторович**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ*

*ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
xenomorph2356@gmail.com*

**Владимиров Никита Сергеевич**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
nikita060120-04@mail.ru*

**Гареева Гульнара Альбертовна**, заведующий кафедрой Информационных систем, канд. пед. наук, доцент

*Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
gagareeva1977@mail.ru*

**Файзуллина Айгуль Гинатулловна**, преподаватель инженерно-экономического колледжа

*Казанский федеральный университет Набережночелнинский институт  
проспект Мира, 68/19, Набережные Челны 423812, Российская Федерация  
dlya\_pisem\_t@mail.ru*

**DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Dmitrij V. Maksimov**, student

*Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev-KAI  
1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation  
dmitrij-maksimov-03@mail.ru*

**Maksim V. Azarenko**, student

*Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev-KAI*

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

*xenomorph2356@gmail.com*

**Nikita S. Vladimirov**, student

*Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev-KAI*

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

*nikita060120-04@mail.ru*

**Gulnara A. Gareeva**, Head of the Department of Information Sys-  
tems, Candidate of Pedagogical sciences, Associate professor  
*Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev-KAI*

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

*gagareeva1977@mail.ru*

*SPIN-code: 3279-8465*

*Scopus Author ID: 36801593200*

*ResearcherID: M-1728-2015*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8539-4541>*

**Aigul G. Faizullina**, Lecturer, College of Engineering and Economics  
*Kazan Federal University Naberezhnochelninsk Institute  
68/19, Prospekt Mira, Naberezhnye Chelny 423812, Russian  
Federation dlya\_pisem\_t@mail.ru*

Поступила 22.09.2023

После рецензирования 10.10.2023

Принята 30.10.2023

Received 22.09.2023

Revised 10.10.2023

Accepted 30.10.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-92-104  
УДК 656.1



Научная статья | Управление процессами перевозок

## К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ

*Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян,  
И.С. Сенин, С.В. Коцурба*

*В данной статье авторы рассматривают вопросы, касающиеся эффективности использования электротранспорта в городах. В настоящее время все большую актуальность приобретают экологически чистые виды транспорта, в том числе средства индивидуальной мобильности. Для определения перспектив развития электротранспорта в городах необходимо оценить показатели эффективности его работы. На основе опыта использования электротранспорта можно сделать вывод, что развитие данного вида транспорта в городах нашей страны является перспективным направлением.*

**Цель** – целью данного исследования является эффективность использования электротранспорта в городах. В рамках достижения установленной цели необходимо решить следующие задачи: анализ характеристик и эффективности различных видов электротранспорта; анализ опыта использования электротранспорта в городских условиях.

**Метод или методология проведения работы:** при проведении исследовательских работ авторами были использованы такие методы исследования, как анализ, практическое моделирование.

**Результаты:** на сегодняшний день достигнуты следующие результаты: проанализированы сравнительные затраты на электротранспорт и другие виды городского транспорта. Проанали-

*зирован международный опыт использования электротранспорта. Рассмотрены технические характеристики транспортных средств, расход электрической энергии, возможность зарядки и эксплуатации в городских условиях.*

**Область применения результатов:** научно-исследовательская деятельность по разработке новых подходов в области организации перевозок на транспортных средствах с альтернативными источниками энергии.

**Ключевые слова:** транспортные средства; транспортный налог; электровелосипед; электромобиль; электросамокат; электротранспорт; эффективность

**Для цитирования.** Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Сенин И.С., Коцурба С.В. К вопросу эффективности использования электротранспорта в городах // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 4. С. 92-104. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-92-104

Original article | Transportation Process Management

## ON THE ISSUE OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF ELECTRIC TRANSPORT IN CITIES

***T.V. Konovalova, S.L. Nadiryana,  
I.S. Senin, S.V. Kotsurba***

*In this article, the authors consider issues related to the efficiency of the use of electric transport in cities. Currently, environmentally friendly modes of transport, including means of individual mobility, are becoming increasingly relevant. To determine the prospects for the development of electric transport in cities, it is necessary to evaluate the performance indicators of its work. Based on the experience of using electric transport, it can be concluded that the development of this type of transport in the cities of our country is a promising direction.*

**The purpose:** *the purpose of this study is the efficiency of the use of electric transport in cities. Within the framework of achieving the set goal, it is necessary to solve the following tasks: analysis of the characteristics and effectiveness of various types of electric transport; analysis of the experience of using electric transport in urban conditions.*

**Method or methodology of the work:** *when conducting research, the authors used such research methods as analysis, practical modeling.*

**Results:** *to date, the following results have been achieved: comparative costs of electric transport and other types of urban transport have been analyzed. The international experience of using electric transport is analyzed. The technical characteristics of vehicles, the consumption of electrical energy, the possibility of charging and operation in urban conditions are considered.*

**Scope of application of the results:** *research activity on the development of new approaches in the field of organization of transportation on vehicles with alternative energy sources.*

**Keywords:** *vehicles; transport tax; electric bicycle; electric car; electric scooter; electric transport; efficiency*

**For citation.** *Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Senin I.S., Kotsurba S.V. On the Issue of the Efficiency of the Use of Electric Transport in Cities. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 92-104. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-92-104*

Электротранспорт представляет собой особый вид транспортных средств, использующий в качестве источника своей энергии электричество. Электротранспорт также использует электродвигатель в качестве привода. Изобретение электрического транспорта оказало существенное влияние на развитие и эксплуатацию транспорта во всем мире [1]. Многие автомобилисты еще 10-12 лет назад даже и не задумывались о приобретении электромобиля, ведь он казался чем-то слишком дорогостоящим. Транспортная инфраструктура многих крупных городов (не говоря уже о городах средних и маленьких) не была подготовлена к обслужи-

ванию электротранспорта. На данный момент же можно наблюдать существенный рост количества пунктов зарядки электромобилей, а также стоянок для электросамокатов, которые теперь расположены практически в каждом районе города. На рисунке 1 представлена классификация электротранспорта.

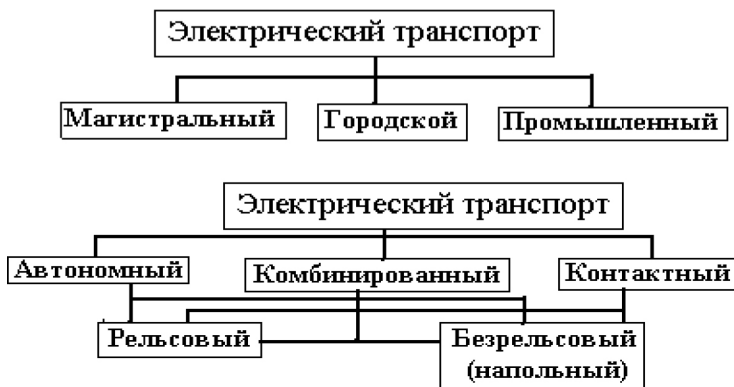


Рис. 1. Классификации видов электротранспорта

Каждый перечисленный вид транспорта может эксплуатироваться сразу в нескольких сферах транспортного обслуживания населения и обслуживания промышленных предприятий.

Трамвай – вид пассажирского городского наземного рельсового электрического транспорта, предназначенный для перевозки пассажиров в крупных городах. Трамвайные пути соединяют многие районы города в одно целое. Такой вид электротранспорта имеет много существенных преимуществ, помимо сохранения экологии [2]. В Краснодаре трамвай является одним из самых популярных видов городского пассажирского транспорта. На данный момент проводятся строительные работы по увеличению продолжительности трамвайных путей.

Троллейбус – это вид безрельсового механического транспортного средства контактного типа с электрическим приводом, которое получает электричество от внешнего источника питания [3].



Троллейбусы так же, как и трамваи, используются для пассажирских перевозок.

Электропоезд – это вид электрического моторвагонного транспортного средства, которое получает энергию от внешней контактной сети. Железнодорожные электропоезда чаще всего эксплуатируются в пригородном сообщении. Они обладают такими важными характеристиками, как: способность быстрого разгона на небольших перегонах между железнодорожными станциями, малозумность и относительная экономия денежных средств при эксплуатации именно данного вида транспорта по сравнению с другими.

Электромобиль – это вид транспортных средств, который приводится в движение с помощью электродвигателя, используя энергию, которая содержится в аккумуляторных батареях [3]. Электромобиль является одним из самых выгодных видов электротранспорта. Такой автомобиль может заряжаться даже от домашней розетки в 220 вольт, а учитывая тот факт, что транспортная инфраструктура все больше перестраивается под экологичные виды транспорта, проблем с зарядкой электромобилей в будущем не должно возникать вообще. Электромобиль Tesla Model S представлен на рисунке 2.



**Рис. 2.** Электромобиль Tesla Model S

Также электричество гораздо дешевле бензина или дизтоплива, соответственно, такой автомобиль будет очень выгодным

приобретением для тех, кто постоянно находится в дороге по работе. Приятным бонусом к покупке электромобиля будут особые налоговые льготы, которые государство предоставляет с целью привлечения людей к наиболее экологичным видам транспорта.

Электрический велосипед – это велосипед, имеющий электрический привод, обеспечивающий его передвижение [3]. Электрический велосипед очень схож с обычным велосипедом, т.к. может приводиться в движение педалями. Основными составляющими, отличающими электровелосипед от обычного, являются электродвигатель, аккумуляторная батарея и контроллер. Электровелосипед позволяет совершать более комфортные поездки, а также позволяет развивать высокую скорость. Электровелосипед Eltreco TT Max представлен на рисунке 3.



**Рис. 3.** Электровелосипед Eltreco TT Max

Электросамокат – это вид двухколесного транспортного средства с электромотором. Электросамокаты набирают популярность с каждым днем. Уже сложно представить парки и скверы без стоянок для них. На улицах можно встретить не только подростков, добирающихся на электросамокатах в школу, но и взрослых, использующих данное транспортное средство, чтобы доехать до

места своей работы [4]. Популярность электросамокатов вполне оправдана. Электросамокат имеет относительно небольшую стоимость, по крайней мере, по сравнению с автомобилем или мотоциклом. Такое транспортное средство достаточно мобильно, удобно в эксплуатации, а главное – самокаты развивают скорость до 30 км/ч., а некоторые специальные модели позволяют разогнаться до 40-45 км/ч. Существенным плюсом является тот факт, что электросамокатом позволено управлять человеку в любом возрасте, т.к., например, на управление автомобилем существует возрастное ограничение (с 18 лет).

Нормирование работы электротранспорта подразумевает расчет расхода электрической энергии на работу самого электрического транспортного средства.

Эксплуатация электромобиля тоже позволяет существенно сократить финансовые расходы. В статье «Выгоден ли электромобиль» на сайте eFut.ru приводятся расчеты по расходам на топливо и расходам на электроэнергию. Расход топлива составляет 10 литров на 100 км [2]. Цена литра топлива равна 43 рублям. Стоимость электроэнергии – 3,8 рублей за кВт/ч, а расход электроэнергии равен 16 кВт/ч/100 км [3].

Результаты расчета таковы:

Стоимость энергоносителя на километр пробега равна: горючего у автомобиля с ДВС: 4.30 р., а электроэнергии у электромобиля: 0.61 р.

Работа электрического транспорта регламентируется набором определенных документов, как и работа остальных видов транспорта.

Электромобили являются неотъемлемой частью нашей жизни, но, как любой вид транспортных средств, имеют свои плюсы и минусы, которые необходимо изучать и анализировать.

Самый первый электромобиль был придуман еще задолго до его фактического использования. Первым человеком, придумавшим электромобиль, стал венгерский изобретатель Аньош Дже-

длик, который в 1828 году смастерил тележку, передвигающуюся только лишь на электрической энергии. Такая тележка была больше похожа на скейтборд, чем на автомобиль, однако, именно эта тележка стала прародителем современных электрокаров.

Спустя несколько лет Роберт Андерсон изобрел уже полноценный электрический экипаж, усовершенствовав изобретение Джедлика. Важный вклад в совершенствование первых электромобилей внес американец Томас, осуществив в 1842 году концепцию передачи энергии к двигателю от ячеек батареи без перезарядки, после чего электромобили стали более комфортными для использования.

Затем в 1898 изобретатель Ипполит Романов и профессор Владимир Чиколев (российские изобретатели), собрали двухместный автомобиль, разгоняющийся до 37.4 км/ч, через год усовершенствовав до четырехместного. В статье «Мировой опыт эксплуатации электромобилей» говорится о том, что Ипполит Романов был первым конструктором, кто решился разместить аккумуляторные батареи горизонтально, при этом он ставил перед собой задачу максимально снизить вес автомобиля и добиться наилучшей управляемости [4]. И это ему, безусловно, удалось. Ведь изобретенный им электрический автомобиль весил всего лишь 720 кг. Важно отметить, что все ранее существовавшие электромобили были гораздо массивнее и весили в 2 раза больше. Таким же важным вкладом в развитие данной сферы машиностроения является теория управления скоростями электромобиля и разработки новой системы облегченного запуска электрического автомобиля, которые были предложены отечественным профессором Владимиром Чиколевым еще в 1879 году.

В наше время электрические автомобили стремительно набирают популярность. По подсчетам в Китае за первое полугодие 2019 г. было продано 628 тыс. таких транспортных средств, в США – 149 тыс., в Германии – 48 тыс., в Норвегии – 44 тыс. В России, по состоянию на 1 января 2019 г., зарегистрировано 3,6 тыс. экологически чистых машин. Безусловным лидером по

количеству электромобилей и подзаряжаемых гибридов является на даны момент Китай. Он занял первое место, обогнав США еще в 2016 году [5].

В Китае на сегодняшний день ездит 1,2 миллиона «новых энергоэффективных транспортных средств» (New Energy Vehicles) – так китайцы называют электромобили и гибриды. Важен тот факт, что число используемых электрических автомобилей в Китае возросло в огромных масштабах и продолжает стремительно расти. Еще в 2014 году их число было меньше в 12 раз.

Соединенные Штаты Америки на данный момент имеют второй по размерам в мире автопарк электромобилей, который состоит из 750 тысяч машин по данным статьи о стимулировании продаж электромобилей в США. К материальному стимулированию относится налоговый вычет на покупку нового электромобиля в размере 7500 долларов, другими словами, покупатель электрического автомобиля не платит государству данные 7500 долларов. Также в США транспортный налог включается в стоимость топлива, поэтому владельцы электромобилей естественным образом от него освобождены. Как и в Китае, в Соединенных Штатах Америки существуют бесплатные парковки для экологически чистых автомобилей, однако, не во всех штатах [6].

К нематериальному стимулированию относятся предоставление специальных наклеек «чистое транспортное средство» для владельцев электромобилей и доступ на выделенные полосы, опять же, не во всех штатах.

В Германии на данный момент продолжается введение льгот и субсидий для владельцев электрических автомобилей. Страна очень заинтересована в улучшении экологии. Уже на данный момент в Германии эксплуатируется 50 тысяч машин без ДВС. Руководство страны намерено довести эту цифру до одного миллиона. В качестве стимулирования каждому покупателю обещают льготу в виде получения 4 тысяч евро, а также скидки в сумме 3 тысяч евро на гибридные автомобили [7].

### *Список литературы*

1. Коновалова Т. В. К вопросу о развитии маршрутной сети городского наземного электрического транспорта / Т. В. Коновалова, С. В. Коцурба // Проблемы функционирования систем транспорта: Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 04–06 декабря 2019 года. Том 2. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. С. 155-158.
2. Проектирование и оценка транспортной сети и маршрутной системы в городах : выполнение курсового и дипломного проектов: [учеб.-метод. пособие] / Л. В. Булавина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. 48 с.
3. Городская мобильность как фактор устойчивого развития территорий / Т. В. Коновалова, А. Н. Домбровский, С. Л. Надирян [и др.]. Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2022. 208 с.
4. Котенкова И. Н. Методы повышения экологической безопасности муниципальных образований на примере г. Краснодара / И. Н. Котенкова, С. В. Коцурба // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса: Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Донецк, 25 мая 2022 года / Донецкая академия транспорта. Донецк: Донецкая академия транспорта, 2022. С. 143-146.
5. Логистика качества пассажирских перевозок в транспортной системе города / Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян, М. П. Миронова, С. В. Коцурба // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса: Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Донецк, 25 мая 2022 года / Донецкая академия транспорта. Донецк: Донецкая академия транспорта, 2022. С. 25-27.
6. Социально-экологические аспекты создания комфортной среды на примере Краснодарской агломерации: монография / Сергиенко Н.Л. [и др.]. Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2022. 175 с.

7. Устойчивое развитие городской транспортной системы: монография / Т.В. Коновалова [и др.]. Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2023. 232 с.

### *References*

1. Konovalova T. V., Kotsurba S. V. *Problemy funktsionirovaniya sistem transporta: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Tyumen', 04–06 dekabrya 2019 goda* [Problems of functioning of transport systems: International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists, Tyumen, December 04-06, 2019]. Volume 2. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2019, pp. 155-158.
2. Bulavina L. V. *Proektirovanie i otsenka transportnoy seti i marshrutnoy sistemy v gorodakh : vypolnenie kursovogo i diplomnogo proektov* [Designing and evaluation of transportation network and route system in cities : execution of course and diploma projects]. Ekaterinburg: Ural Federal University, 2013, 48 p.
3. *Gorodskaya mobil'nost' kak faktor ustoychivogo razvitiya territoriy* [Urban mobility as a factor of sustainable development of territories] / T. V. Konovalova, A. N. Dombrovskiy, S. L. Nadiryan [et al.]. Krasnodar: Izdatel'skiy Dom – Yug, 2022, 208 p.
4. Kotenkova I. N., Kotsurba S. V. *Nauchno-tekhnicheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa : Sbornik nauchnykh trudov po materialam VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Donetsk, 25 maya 2022 goda* [Scientific and technical aspects of innovative development of transport complex : Collection of scientific papers on the materials of VIII International Scientific and Practical Conference, Donetsk, May 25, 2022]. Donetsk: Donetsk Academy of Transport, 2022, pp. 143-146.
5. Konovalova T. V., Nadiryan S. L., Mironova M. P., Kotsurba S. V. *Nauchno-tekhnicheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa: Sbornik nauchnykh trudov po materialam VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Donetsk, 25 maya 2022 goda* [Scientific and technical aspects of innovative development



- of transport complex: Collection of scientific papers on the materials of VIII International Scientific and Practical Conference, Donetsk, May 25, 2022]. Donetsk: Donetsk Academy of Transport, 2022, pp. 25-27.
6. Sergienko N.L. [et al.] *Sotsial'no-ekologicheskie aspekty sozdaniya komfortnoy sredy na primere Krasnodarskoy aglomeratsii* [Socio-ecological aspects of creating a comfortable environment on the example of Krasnodar agglomeration]. Krasnodar: KubGTU, 2022, 175 p.
  7. Konovalova T.V. [et al.] *Ustoychivoe razvitie gorodskoy transportnoy sistemy* [Sustainable development of urban transportation system]. Krasnodar: Izdatel'skiy Dom – Yug, 2023, 232 p.

#### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Коновалова Татьяна Вячеславовна**, к.э.н., доцент, заведующий кафедрой «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация*  
*sofi008008@yandex.ru*

**Надирян София Леоновна**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация*  
*sofi008008@yandex.ru*

**Сенин Иван Сергеевич**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация*  
*kotsurba.sonya@yandex.ru*



**Коцурба София Вячеславовна**, ассистент кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация*  
*kotsurba.sonya@yandex.ru*

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

**Tatyana V. Konovalova**, Candidate of Economics, Associate Professor, Head of the Department of “Transport Processes and Technological Complexes”  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation*  
*sofi008008@yandex.ru*

**Sofiya L. Nadiryan**, Senior Lecturer of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation*  
*sofi008008@yandex.ru*

**Ivan S. Senin**, Senior Lecturer of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation*  
*kotsurba.sonya@yandex.ru*

**Sofiya V. Kotsurba**, Assistant of the Department of “Transport Processes and Technological Complexes”  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation*  
*kotsurba.sonya@yandex.ru*

Поступила 05.10.2023

После рецензирования 10.11.2023

Принята 13.11.2023

Received 05.10.2023

Revised 10.11.2023

Accepted 13.11.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-105-117

УДК 658.3:004.738.5



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

## УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

*Т.В. Аветисян, К.И. Львович, Э.М. Львович*

*В существующих условиях в различных компаниях можно наблюдать повышение сложности автоматизации многих процессов. Поэтому появляется необходимость в распределенных автоматизированных системах. Они требуются для работы в условиях ограничения управления в режиме реального времени и связи в процессах производства. В киберфизических системах подразумевается полностью синергетическая интеграция вычислений управления с физическими устройствами и процессами. Помимо этого, внедрение киберфизической системы в автоматизированные системы предприятия даст возможности для объединения автоматизированного управления технологическими процессами. За счет автоматизированного управления производством и предприятием в целом, можно сформировать управляемую систему, от заказа до реализации. Предлагается сформировать учебно-исследовательскую систему для работы с киберфизической системой. Интеллектуальная поддержка специалистов внутри киберфизических систем связана с соответствующими требованиями к эффективности. Представлена иллюстрация схемы учебно-исследовательской системы для управления персоналом в киберфизической системе. Показана схема обучающей подсистемы. Инструментальное обследование внутри исследовательской подсистемы дает возможности для того, чтобы реализовать создание структуры информационного обеспечения.*

*Представлена иллюстрация схемы исследовательской подсистемы анализа. Показана структуры для проведения автоматизированного моделирования процессов внутри киберфизической системы.*

**Ключевые слова:** *управление; исследовательская система; персонал; киберфизическая система; автоматизация*

**Для цитирования.** *Аветисян Т.В., Львович К.И., Львович Э.М. Учебно-исследовательская система управления персоналом в киберфизической системе // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 105-117. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-105-117*

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

## **TRAINING AND RESEARCH SYSTEM OF PERSONNEL MANAGEMENT IN CYBERPHYSICAL SYSTEM**

***T.V. Avetisyan, K.I. Lvovich, E.M. Lvovich***

*In the existing conditions in various companies, it is possible to observe an increase in the complexity of automation of many processes. Therefore, there is a need for distributed automated systems. They are required to operate under the constraints of real-time control and communication in manufacturing processes. In cyber-physical systems, a fully synergistic integration of control computation with physical devices and processes is implied. In addition, the incorporation of a cyber-physical system into automated plant systems will provide opportunities for unifying automated process control. Due to the automated control of production and enterprise as a whole, it is possible to form a controlled system, from order to realization. It is proposed to form a training and research system to work with cyber-physical system. Intelligent support for specialists within cyber-physical systems is associated with corresponding performance requirements. An illustration of a schematic of a training and research system for personnel management in a cyber-physical system is presented. A schematic of the training subsystem is shown. Instrumental examination within the research subsystem provides opportunities to realize the creation of an*

*information support structure. An illustration of the schematic diagram of the analysis research subsystem is presented. A structure for conducting automated modeling of processes within a cyber-physical system is shown.*

**Keywords:** *management; research system; personnel; cyber-physical system; automation*

**For citation.** *Avetisyan T.V., Lvovich K.I., Lvovich E.M. Training and Research System of Personnel Management in Cyberphysical System. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 105-117. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-105-117*

## **Введение**

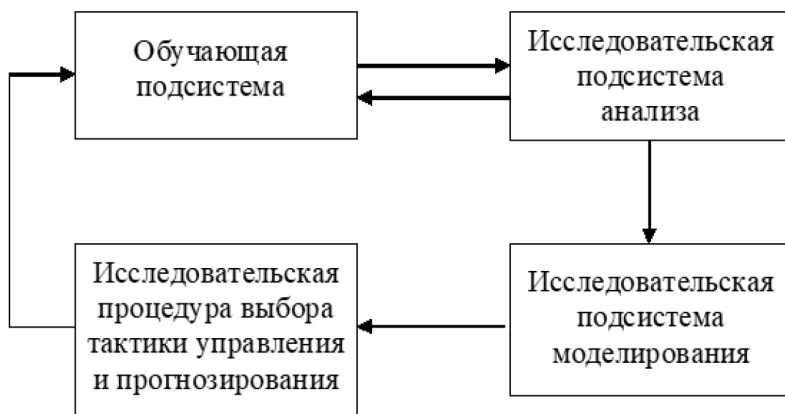
При рассмотрении киберфизических систем требуется анализировать входящие в них объекты с точки зрения их инвариантности. Когда анализируются киберфизические системы, то для них по исследовательским и учебным процессам должна быть обеспечена интеграция. Такие процессы поддерживаются в автоматизированной системе, которая рассматривается как учебно-исследовательская система. С киберфизической системой работают соответствующие специалисты. Требуется проводить работы по обеспечению их квалификации, реализовывать поддержку принимаемых решений на практике, обучать персонал. При этом учитывается наличие автоматизированного рабочего места того сотрудника, который работает с киберфизической системой.

Целью данной работы является разработка предложений для управления персоналом в киберфизической системе.

## **Особенности учебно-исследовательской системы**

Можно сформировать учебно-исследовательскую систему для работы с киберфизической системой. В ней будут несколько модулей. Первый из них связан с прогнозированием состояния киберфизической системы. Во втором модуле используются исследовательские подсистемы, связанные с моделированием. Третий модуль содержит обучающую подсистему (рис. 1).

Интеллектуальная поддержка специалиста в киберфизических системах характеризуется соответствующими требованиями к эффективности. Это определяет требования к тому, какая будет структура в учебно-исследовательской системе (УИС). Если определяется эффективность специалиста, то разрабатываются обучающие процедуры, осуществляется их интеграция с процессами сбора и обработки информации, применяются различные виды инструментального обеспечения, проводится прогнозирование значений различных показателей в киберфизической системе, поддерживаются диалоговые процедуры.



**Рис. 1.** Иллюстрация схемы учебно-исследовательской системы для управления персоналом в киберфизической системе

По процессам того, как будет осуществляться сбор информации внутри киберфизической системы необходимо обеспечивать поддержку инструментального обеспечения. Оно связано с предметно-ориентированными модулями. Такие модули отличаются от инвариантных модулей внутри системы.

В системе применяются библиотеки моделей и типовые схемы управления, которые позволяют отслеживать соответствующие виды состояния такой системы, изменения в ней. Есть информационно-справочные материалы.

Соответствующие виды учебных элементов необходимо предусмотреть в обучающей подсистеме (рис.2). При этом их требуется объединять в учебные задания. По ним важно осуществлять выбор, определять объемы требуемой информации.

Варианты обучающих средств (ВОС) могут быть разными. Важно их использовать таким образом, чтобы эффективным образом реализовывались основные этапы функционирования системы с учетом структуры обучающих процедур. Должна быть логическая связь между соответствующими ВОС. Они характеризуются множеством подзаданий и базовыми семантическими компонентами. По каждому из этапов необходимо выделять выбранные ВОС в ходе формирования РОП. В этой связи можно говорить о том, что формируется задача, которая направлена на проведение процессов оптимизации в рамках обучающих процедур.



Рис. 2. Иллюстрация схемы обучающей подсистемы

Предлагается исследовательская подсистема, предназначенная для осуществления анализа (рис. 3). На ее базе инструментальное обследование дает возможности для того, чтобы реализовать создание структуры информационного обеспечения. Информационно-справочный материал применяется с тем, чтобы дать описание рассматриваемой системы с учетом того, какая была проведена первичная обработка информации.



Рис. 3. Иллюстрация схема исследовательской подсистемы анализа

Метод логического моделирования предлагается использовать для того, чтобы по принимаемым решениям обеспечивать интеллектуальную поддержку. В подобных процедурах реализуется комбинация процедур, связанных с анализом, мониторингом и выбором схем действий, методов, связанных с осуществлением классификации на базе компонентов вычислительной техники.

На рис. 4 дана иллюстрация исследовательской подсистемы, которая предназначена для того, чтобы вести моделирование различных процессов. Инструментальное обеспечение применяется для того, чтобы рассматривать параметры и показатели в ходе сбора информации. После этого происходят процессы, которые направлены на первичную обработку информации. Это дает возможности для того, чтобы автоматизированным образом осуществлять процедуры формирования моделей.

Процедуры анализа происходящих внутри киберфизической системы процессов направлены на то, чтобы вести указание по показателям. Они будут определять поведение людей, когда существуют соответствующие объективные данные.

Применение математических моделей обусловлено тем, что должен быть поиск по оптимальным значениям функциональных воздействий. При этом должно быть совмещение процедур, связанных с тем, как формируется задача управления процессами внутри киберфизических систем с тем, какие будут требоваться имитационные методы решений. С их учетом следует вести комбинацию по модельным и экспертным оценкам.

Процессы внутри киберфизической системы характеризуются особенностями, которые будут оказывать влияние на то, какие будут выбраны подходы при моделировании:

- 1) вероятностный характер процессов, связанных с воздействием на киберфизические системы;
- 2) многоэтапность и многошаговость процессов обработки информации;
- 3) использование большого числа переменных, которые связаны с процессами воздействия;



4) ограниченные возможности, связанные с тем, как будет происходить постановка активных экспериментов.

Должны решаться несколько задач при автоматизированном моделировании процессов, происходящих внутри киберфизической системы: осуществление синтеза структуры модели; реализация математического описания; проведение процедур, связанных с идентификацией параметров внутри модели.

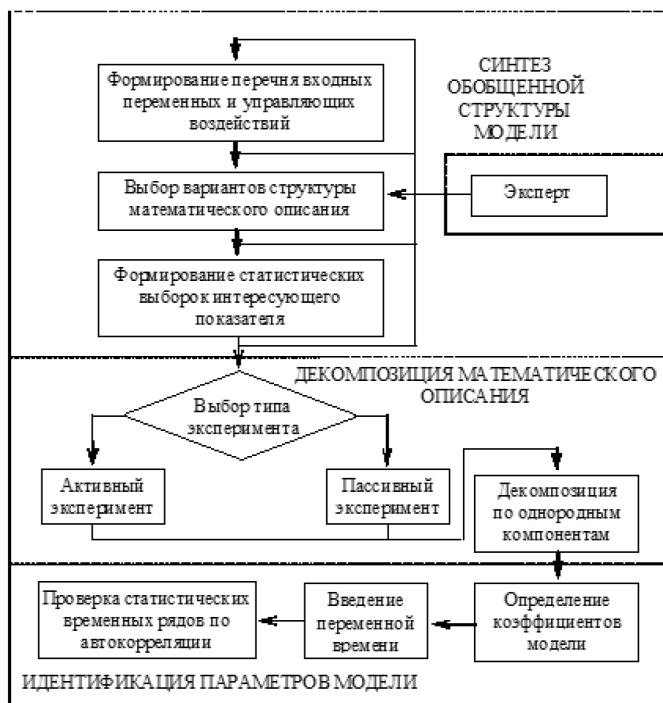


Рис. 4. Иллюстрация структуры для проведения автоматизированного моделирования процессов внутри киберфизической системы

При обеспечении рациональной организации автоматизированной учебно-исследовательской системы необходимо ориентироваться на то, чтобы осуществлять выбор по компонентам, которые относятся к 4 группам: элементы вычислительной техники;

элементы аппаратуры для проведения исследований внутри киберфизической системы; средства, позволяющие осуществлять сопряжение между аппаратными и вычислительными средствами; программные модули, которые предназначены для того, чтобы осуществлять обработку различной информации.

Задачу, связанную с оптимальным выбором по компонентам учебно-исследовательской системы с точки зрения формализованной постановки, можно рассматривать в виде задачи дискретной оптимизации при соответствующих ограничениях. Чтобы осуществлять процессы ее решения можно рассматривать в виде приемлемых рандомизированные алгоритмы, связанные с проведением многоальтернативной оптимизации. То, насколько будут эффективны решения, которые получаются на основе разрабатываемых алгоритмов, заметным образом будет определяться начальным вариантом. С тем, чтобы получать начальный вариант, мы предлагаем опираться на наглядно-образную модель задачи.

### **Выводы**

Для того, чтобы внутри киберфизических систем обеспечивать рост эффективности, связанной с принятием решений, предлагается применение учебно-исследовательской системы. Следует отметить, что на настоящий момент нет методик, связанных с их формированием. Данная система строится на базе того, что используются принципы интеграции учебных и исследовательского процессов. Применяются подходы, направленные на поддержку принятия решений специалистов. Разрабатываются обучающие процедуры, связанные с проведением математического моделированием и управления киберфизической системой на основе модельной и экспертной информации.

### ***Список литературы***

1. Исакова М.В., Горбенко О.Н. Об особенностях систем управления персоналом // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 168-171.

2. Львович И.Я., Преображенский А.П. О характеристиках обучающих систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 11. С. 179-180.
3. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Использование мультиагентных технологий в управлении техническими объектами // Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 62-63.
4. Шаповалов А.В., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Анализ подходов, используемых для управления проектами в организациях // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 1 (24). С. 418-429.
5. Бойков Е.А., Семенова Е.В. Поведенческий аудит как инструмент управления безопасностью на предприятии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 110-113.
6. Бутузов В.С., Бутузова М.В. Информационно-образовательная среда педагога // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 132-135.
7. Бутузов В.С., Бутузова М.В. Инноватика в педагогике // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 4 (39). С. 90-92.
8. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П. Проблемы моделирования и оптимизации множества компонентов в системе интернет вещей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 86-89.
9. Lvovich I., Lvovich Y., Preobrazhenskiy A. Modeling the processes of increasing the efficiency of the internet of things system // Proceedings - 2022 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2022. 2022. С. 1030-1034.
10. Lvovich I., Preobrazhenskiy A., Preobrazhenskiy Y., Lvovich Y., Choporov O. Optimization of the subsystem for the movement of electronic documents in educational organization // Proceedings - 2021 1st International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education, TELE 2021. 1. 2021. С. 328-332.

11. Lvovich I.Y., Preobrazhenskiy A.P., Lvovich Y.E., Choporov O.N. Algorithmization of control of information and telecommunication systems based on the optimization model // *Procedia Computer Science*. 14. Sep. "14th International Symposium "Intelligent Systems", INTELS 2020". 2021. C. 563-570.
12. Lvovich I.Ya., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Y.P., Lvovich Y.E., Choporov O.N. The investigation of the characteristics of conflicts in industrial organizations based on modeling // *IFAC-PapersOnLine*. 20th. 2021. C. 477-481.

### *References*

1. Isakova M.V., Gorbenko O.N. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2014, no. 12, pp. 168-171.
2. L'vovich I.Ya., Preobrazhenskiy A.P. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2013, no. 11, pp. 179-180.
3. L'vovich I.Ya., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N. *Optimizatsiya i modelirovanie v avtomatizirovannykh sistemakh. Trudy Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy shkoly* [Optimization and modeling in automated systems. Proceedings of the International Youth Scientific School], 2019, pp. 62-63.
4. Shapovalov A.V., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*, 2019, vol. 7, no. 1 (24), pp. 418-429.
5. Boykov E.A., Semenova E.V. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2022, no. 1 (40), pp. 110-113.
6. Butuzov V.S., Butuzova M.V. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2022, no. 1 (40), pp. 132-135.
7. Butuzov V.S., Butuzova M.V. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2021, no. 4 (39), pp. 90-92.
8. L'vovich Ya.E., L'vovich I.Ya., Preobrazhenskiy A.P. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*, 2022, no. 2 (41), pp. 86-89.
9. Lvovich I., Lvovich Y., Preobrazhenskiy A. Modeling the processes of increasing the efficiency of the internet of things system. *Proceedings*

- 2022 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2022. 2022, pp. 1030-1034.
10. Lvovich I., Preobrazhenskiy A., Preobrazhenskiy Y., Lvovich Y., Choporov O. Optimization of the subsystem for the movement of electronic documents in educational organization. *Proceedings - 2021 1st International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education, TELE 2021*. 1. 2021, pp. 328-332.
11. Lvovich I.Y., Preobrazhenskiy A.P., Lvovich Y.E., Choporov O.N. Algorithmization of control of information and telecommunication systems based on the optimization model. *Procedia Computer Science. 14. Ser. "14th International Symposium "Intelligent Systems", INTELS 2020"*. 2021. S. 563-570.
12. Lvovich I.Ya., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Y.P., Lvovich Y.E., Choporov O.N. The investigation of the characteristics of conflicts in industrial organizations based on modeling. *IFAC-PapersOn-Line*. 20th. 2021, pp. 477-481.

### **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Аветисян Татьяна Владимировна**, преподаватель колледжа, специалист проектного отдела ВИВТ  
*Колледж ВИВТ; Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий*  
ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
[vtatyana\\_avetisyan@mail.ru](mailto:vtatyana_avetisyan@mail.ru)

**Львович Ксения Игоревна**, преподаватель, кандидат технических наук  
*Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий*  
ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
[Komkovvivi@yandex.ru](mailto:Komkovvivi@yandex.ru)

**Львович Эмма Михайловна**, младший научный сотрудник проектного отдела профессор, кандидат экономических наук, доцент

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

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
lvemma@vivt.ru*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Tatiana V. Avetisyan**, project specialist VIVT

*College of the Voronezh Institute of High Technologies; Voronezh Institute of High Technologies*

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

*vtatyana\_avetisyan@mail.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3559-6070>*

**Ksenia I. Lvovich**, Teacher, Candidate of Technical Sciences

*Voronezh Institute of High Technologies*

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

*Komkovvivt@yandex.ru*

**Emma M. Lvovich**, Junior Researcher in the Design Department,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

*Voronezh Institute of High Technologies*

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

*lvemma@vivt.ru*

Поступила 05.10.2023

После рецензирования 22.10.2023

Принята 30.10.2023

Received 05.10.2023

Revised 22.10.2023

Accepted 30.10.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-118-127  
УДК 656.09



Научная статья | Управление процессами перевозок

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ – ЕДИНСТВЕННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

*А.А. Изюмский, С.Л. Надирян, С.В. Коцурба*

*В данной статье авторы подошли к проблеме внедрения цифровизации в область автомобильных перевозок.*

*Цель данного исследования – это попытка определить особенности взаимодействия новых цифровых технологий с системой грузовых и пассажирских автомобильных перевозок.*

*При проведении исследования выявлены основные направления внедрения цифровизации в области автомобильных перевозок, указаны существующие трудности, возникающие при переходе от старых методов управления и контроля за автотранспортом к новым цифровым.*

*В результате сделаны выводы о необходимости скорейшего внедрения цифровых методов организации и управления автомобильными перевозками с широким использованием искусственного интеллекта.*

*Внедрение цифровых методов организации перевозочной деятельности имеет широкую поддержку как Правительства РФ так делового сообщества России. Переход к цифровой экономике невозможен без первостепенного такого же перехода в ее «кровеносной системе» – системе транспорта.*

**Ключевые слова:** *автомобильный транспорт; грузовые перевозки; планирование перевозок; развитие перевозок; тахограф; цифровизация*

**Для цитирования.** *Изюмский А.А., Надирян С.Л., Коцурба С.В. Цифровизация – единственный путь развития автомобильных пе-*

*ревозок // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 118-127. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-118-127*

Original article | Transportation Process Management

## **DIGITALIZATION IS THE ONLY WAY TO DEVELOP ROAD TRANSPORT**

*A.A. Izyumskiy, S.L. Nadiryan, S.V. Kotsurba*

*In this article, the authors have approached the problem of introducing digitalization in the field of road transport.*

*The purpose of this study is an attempt to determine the features of the interaction of new digital technologies with the system of freight and passenger road transport.*

*During the study, the main directions of digitalization implementation in the field of road transport were identified, the existing difficulties arising during the transition from the old methods of management and control of motor transport to the new digital ones were indicated.*

*As a result, conclusions are drawn about the need for the early introduction of digital methods of organization and management of road transport with extensive use of artificial intelligence.*

*The introduction of digital methods of organizing transportation activities has broad support from both the Government of the Russian Federation and the business community of Russia. The transition to the digital economy is impossible without a primary transition in its "circulatory system" - the transport system.*

**Keywords:** *road transport; freight transportation; transportation planning; transportation development; tachograph; digitalization*

**For citation.** *Izyumskiy A.A., Nadiryan S.L., Kotsurba S.V. Digitalization is the Only Way to Develop Road Transport. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 118-127. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-118-127*



Как и сам мир, грузовые автомобильные перевозки продолжают развиваться на протяжении многих лет. Будь то новейшие грузовики, прицепы, объединение интермодальных, паромных и железнодорожных перевозок или возможность предоставления решений для перевозки меньшим количеством грузовиков, логистические компании должны продолжать искать решения, которые удовлетворяли бы их клиентов, чтобы оставаться конкурентоспособными в отрасли [1].

Это особенно важно, поскольку отрасль очень фрагментирована: компании, занимающиеся автомобильными грузовыми перевозками, имеют от одного грузовика до тысячи. Выделяясь исключительным сервисом, цифровые решения, обеспечивающие эффективность цепочек поставок, становятся все более важными, даже если ценообразование по-прежнему играет важную роль в глазах грузоотправителей.

Тем не менее, пандемия COVID-19 показала, что такие цифровые решения, как видимость в режиме реального времени или непрерывная связь в отношении груза, обеспечивают столь необходимую стабильность и удобство для компаний, стремящихся обеспечить целостность своих цепочек поставок даже при столкновении с трудностями в постоянно меняющейся ситуации.

В то же время пандемия дала возможность изменить мышление как грузоотправителей, так и перевозчиков, а для некоторых не только поставить под сомнение, но и ускорить трансформацию в цифровую автотранспортную компанию [2].

Отрасль грузовых автомобильных перевозок прошла долгий путь в цифровизации своих процессов, и, возможно, тахограф является прекрасным примером этого изменения.

Аналоговые тахографы выведены из обращения, поскольку Правительство Российской Федерации (РФ) запретило устанавливать их на автомобили с 2016 года и потребовало заменить на цифровые тахографы. Этот пример всего лишь капля в море с

точки зрения технологии, которые сейчас находят свое применение в автотранспортной отрасли [3].

Это не означает, что цифровой тахограф не открыл новые двери для логистических компаний, поскольку он значительно упростили планирование поездок, позволяя вводить данные, например, в планировщики на базе искусственного интеллекта (ИИ). Несмотря на весь прогресс в организации автоперевозок в последние годы цифровизация в области автотранспорта остается достаточно сложной темой и требует дальнейшего исследования внутри автомобильной отрасли.

Уже давно многие специалисты задаются вопросом о том, как будут развиваться цепочки поставок в мире, где энергетические ресурсы ограничены и на них будет оказывать давление мероприятия по сокращению выбросов.

Все чаще потребители, а именно грузоотправители, начинают требовать от перевозчиков, чтобы цепочки поставок стали более экологически безопасными, а также сами цепочки поставок имели при этом некоторую устойчивость, необходимую конечному грузополучателю [4]. Устойчивое развитие здесь становится общим термином для многих вещей, включая способы производства, закупок и транспортировки товаров. Некоторые из этих факторов находятся вне контроля компаний, занимающихся грузовыми автомобильными перевозками, но, естественно, транспортная часть остается неотъемлемой частью цепочки поставок.

Современные технологические достижения также будут способствовать некоторым изменениям в цепочке поставок. В частности, цепочки поставок будут продолжать становиться более эффективными благодаря развитию непрерывного контроля за потоками товаров в режиме реального времени.

Но непрерывный контроль — не единственный способ повысить эффективность цепочек поставок или автомобильных грузовых перевозок. Планирование поездок с помощью ИИ может помочь гарантировать, что грузы грузоотправителей будут про-

должать двигаться наиболее эффективным образом, поскольку инструменты ИИ могут обрабатывать огромные объемы данных и составлять лучший план маршрута, учитывающий перекрытие дорог, оставшееся рабочее время водителя в неделю и другие факторы [5].

Одним из примеров является внедрение интеллектуальных программных решений, которое позволяют транспортным компаниям отказаться от ручного расчета времени доставки. Все правила и настройки, которые накопили логисты транспортной компании за годы управления своим автопарком, могут быть оцифрованы и находятся в «мозгах» программного инструмента.

Это устраняет человеческий фактор при планировании, поскольку программный инструмент использует оценку на основе объективных данных, чтобы предложить распределение грузовых автомобилей для всех поставок в очереди, в то же время как менеджер-человек может посвятить свое внимание выявлению исключительных сценариев и предотвращению ошибок.

И хотя, казалось бы, поверхностный анализ эффективности планирования перевозок разделяет технологические достижения в цепочке поставок и экологические выгоды, они могут идти рука об руку [6]. Например, инструмент на базе искусственного интеллекта может планировать поездки с учетом необходимости сокращения выбросов за счет избегания перегруженных дорог, что гарантирует сохранение высокой эффективности использования топлива во время перевозки товаров.

Управлять своим автопарком также могут помочь решения на базе искусственного интеллекта. Подобное программное обеспечение уже сейчас позволяет фокусируется на «скрытой» части управления большим парком грузовых автомобилей, например, на поиске ближайшей автомойки для обеспечения чистоты грузовиков, что может помочь избежать потенциального загрязнения товаров.

Но применение искусственного интеллекта в области организации перевозочного процесса идет еще дальше и действительно

помогает водителям грузовиков найти ближайшие безопасные места для парковки, где инфраструктура все еще не имеет достаточной пропускной способности, чтобы водители могли безопасно припарковаться в наиболее важных транспортных коридорах. Поиск парковочных мест в конце смены может вызвать у водителя столь ненужный стресс, а также пустые километры, которых теперь, с помощью инструментов на базе искусственного интеллекта, можно легко избежать.

Кроме того, такое программное обеспечение помогает транспортным компаниям справляться с нестандартными ремонтными ситуациями, когда грузовики необходимо отремонтировать в дороге и быстро, чтобы избежать задержек в доставке или пропуска контрактных грузов [7]. Замена поиска мастерской автоматизированным инструментом, где также обрабатываются платежи, также экономит человеческие ресурсы в офисе, гарантируя, что менеджеры смогут сосредоточиться на важных задачах.

Заглядывая в будущее, даже законодатели признают, что грузовые автомобильные перевозки станут еще более цифровыми. В 2021 году Минтранс России заявил об основных шести проектах по улучшению цифровой трансформации транспортной отрасли в городах. А именно:

- Беспилотный транспорт для пассажиров и грузов.
- Создания зелёного цифрового коридора пассажиров.
- Бесшовная грузовая логистика.
- Цифровое управление транспортной системой РФ.
- Цифровизация транспортной безопасности.
- Цифровые двойники объектов транспортной инфраструктуры.

Цифровые технологии могут революционизировать способы нашего передвижения, делая нашу мобильность более разумной, эффективной и экологичной.

Минтранс России фокусируется на многих аспектах будущего, в котором транспорт, будь то личный или коммерческий, станет цифровым. Примечательно, что государство хочет, чтобы Россия

стала мировым лидером в области систем и услуг подключенной и автоматизированной мобильности, а это означает, что Правительством будут выделяться средства на совместные интеллектуальные транспортные системы, которые позволяют обмениваться информацией между транспортными средствами, а между транспортными средствами и дорожной инфраструктурой.

Это оказывает влияние на грузовые автомобильные перевозки. Чем лучше будут развиты эти технологии, тем легче будет их интеграция в цепочки поставок, что позволит водителям меньше уставать на дороге. Кроме того, беспилотные грузовики помогут решить одну из самых острых проблем, с которыми сегодня сталкиваются перевозчики: острую нехватку водителей.

Тем не менее, государство также понимает, что ИИ имеет бесчисленное множество применений на транспорте: автоматизированные транспортные средства, оптимизированная зарядка и использование аккумуляторов для электромобилей, улучшенные маршруты для пассажиров и перевозки товаров, поддержка планирования или транспортной инфраструктуры и услуг, а также развертывание зарядные станции.

Таким образом, исследовательские и инновационные проекты, по применению ИИ в сфере транспорта, поддерживаются и будут финансироваться Правительством РФ [5].

Это, в свою очередь, означает, что при поддержке Минтранса России грузовым автомобильным перевозкам будет легче перейти на новые технологии. Хотя это внедрение может быть медленным, особенно учитывая, насколько фрагментирован рынок внутри блока, крупные игроки, несомненно, выиграют от перехода, особенно те, кто быстрее адаптируется к последним новостям.

### ***Список литературы***

1. Социально-экологические аспекты создания комфортной среды на примере Краснодарской агломерации: монография / Сергиенко Н.Л. [и др.]. Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2022. 175 с.

2. Устойчивое развитие городской транспортной системы: монография / Т.В. Коновалова [и др.]. Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2023. 232 с.
3. Анализ транспортных проблем крупных и крупнейших городов: статья / Т.В. Коновалова [и др.] // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т.13. № 1. С. 126-136. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-126-136>
4. Оценка проектных решений на транспорте: учеб. пособие / Т.В. Коновалова [и др.]. Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2020. 343 с.
5. Повышение безопасности движения детей на улично-дорожной сети городов / Т. В. Коновалова, Е. А. Лебедев, Л. Б. Миротин [и др.]. Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2023. 192 с.
6. Городская мобильность как фактор устойчивого развития территорий / Т. В. Коновалова, А. Н. Домбровский, С. Л. Надирян [и др.]. Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2022. 208 с.
7. Устойчивое развитие городской транспортной системы / Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова, И. С. Сенин, А. Н. Домбровский. Краснодар: Издательский Дом - Юг, 2023. 232 с.

### *References*

1. Sergienko N.L. [et al.] *Sotsial'no-ekologicheskie aspekty sozdaniya komfortnoy sredy na primere Krasnodarskoy aglomeratsii* [Socio-ecological aspects of creating a comfortable environment on the example of Krasnodar agglomeration]. Krasnodar: KubGTU, 2022, 175 p.
2. Konovalova T.V. [et al.] *Ustoychivoe razvitie gorodskoy transportnoy sistemy* [Sustainable development of urban transportation system]. Krasnodar: Izdatel'skiy Dom – Yug, 2023, 232 p.
3. Konovalova T.V. [et al.] *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 1, pp. 126-136. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-126-136>
4. Konovalova T.V. [et al.] *Otsenka proektnykh resheniy na transporte* [Evaluation of design solutions in transportation]. Krasnodar: KubGTU, 2020, 343 p.

5. *Povyshenie bezopasnosti dvizheniya detey na ulichno-dorozhnoy seti gorodov* [Increasing the safety of children's traffic on the street and road network of cities] / T. V. Konovalova, E. A. Lebedev, L. B. Mirotnin [et al.]. Krasnodar: Izdatel'skiy Dom – Yug, 2023, 192 p.
6. *Gorodskaya mobil'nost' kak faktor ustoychivogo razvitiya territoriy* [Urban mobility as a factor of sustainable development of territories] / T. V. Konovalova, A. N. Dombrovskiy, S. L. Nadiryan [et al.]. Krasnodar: Izdatel'skiy Dom – Yug, 2022, 208 p.
7. *Ustoychivoe razvitie gorodskoy transportnoy sistemy* [Sustainable development of the urban transportation system] / T. V. Konovalova, I. N. Kotenkova, I. S. Senin, A. N. Dombrovskiy. Krasnodar: Izdatel'skiy Dom - Yug, 2023, 232 p.

#### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Изюмский Александр Александрович**, к.т.н., доцент кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
[sofi008008@yandex.ru](mailto:sofi008008@yandex.ru)

**Надирян София Левоновна**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация  
[sofi008008@yandex.ru](mailto:sofi008008@yandex.ru)

**Коцурба София Вячеславовна**, ассистент кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

*ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация*  
*sofi008008@yandex.ru*

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

**Alexander A. Izyumskiy**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of “Transport Processes and Technological Complexes”  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation*  
*sofi008008@yandex.ru*

**Sofiya L. Nadiryan**, Senior Lecturer of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation*  
*sofi008008@yandex.ru*

**Sofiya V. Kotsurba**, Assistant of the Department of “Transport Processes and Technological Complexes”  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation*  
*sofi008008@yandex.ru*

Поступила 11.10.2023  
После рецензирования 30.10.2023  
Принята 13.11.2023

Received 11.10.2023  
Revised 30.10.2023  
Accepted 13.11.2023



DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-128-141

УДК 004.67



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОДА ВАЛЮТЫ В РУБЛИ НА ОСНОВЕ TELEGRAM

*А.Л. Назмеев, Г.А. Гареева, Д.Р. Григорьева,  
Б.Р. Каримуллин, Э.М. Кузнецова*

*В данной статье описано создание Telegram бота, который помогает быстро переводить любые валюты в рубли. Главным для пользователя будет простота и быстрота использования данного бота. И в значительной степени это упрощает работу для многих сотрудников, которым часто приходится переводить иностранную валюту в рубли.*

***Цель** – создание удобной среды, в котором пользователи могут быстро и без особого труда перевести валюты в рубли.*

***Метод или методология проведения работы:** в статье рассматривается метод, в котором любой пользователь, указав буквенный код валюты, может узнать курс на сегодня в рублях. Для реализации используется язык программирования Python и среда программирования PyChart.*

***Результат:** разработан инструмент, при помощи которого пользователь может узнать курс рубля в выбранной валюте.*

***Область применения результатов:** данные будут применять работники банка или любые другие пользователи, которым интересен курс рубля.*

***Ключевые слова:** Python; Telegram бот; автоматизация; программирование; валюта; экономика; рубли; информация; мессенджер; приложение; диалог; интернет; банк*

*Для цитирования. Назмеев А.Л., Гареева Г.А., Григорьева Д.Р., Каримуллин Б.Р., Кузнецова Э.М. Автоматизация процесса пере-*

*вода валюты в рубли на основе Telegram // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 128-141. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-128-141*

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

## **AUTOMATION OF THE PROCESS OF CONVERTING CURRENCIES INTO ROUBLES ON THE BASIS OF TELEGRAM**

***A.L. Nazmeev, G.A. Gareeva, D.R. Grigoreva,  
B.R. Karimullin, E.M. Kuznetsova***

*This article describes the creation of a Telegram bot that will help us quickly convert any currency into rubles. The main thing for the user will be the simplicity and speed of using this bot. And to a large extent it simplifies the work for many employees who often have to convert foreign currency into rubles.*

***The goal*** is to create a convenient environment in which users can quickly and without much difficulty convert currencies into rubles.

***Method or methodology of work:*** the article considers a method in which any user, specifying the letter code of the currency, can find out the exchange rate for today in rubles. For realization the programming language Python and programming environment PyCharm are used.

***Result:*** a tool is developed by which the user can find out the ruble exchange rate in the selected currency.

***Scope of the results:*** the data will be used by bank employees or any other users who are interested in the ruble exchange rate.

***Keywords:*** Python; Telegram bot; automation; programming; currency; economy; ruble; information; messenger; application; dialogue; Internet; bank

***For citation.*** Nazmeev A.L., Gareeva G.A., Grigoreva D.R., Karimullin B.R., Kuznetsova E.M. Automation of the Process of Convert-

*ing Currencies into Roubles on the Basis of Telegram. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 128-141. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-128-141*

## **Введение**

Для упрощения работы многих сотрудников и любых других пользователей, которым часто приходится переводить иностранную валюту в рубли необходимо создать удобную среду, в которой пользователи могут быстро и без особого труда это сделать. И для этого удобнее всего использовать Telegram бот. Пользователь может легко получать актуальный курс иностранной валюты в рублях.

**Цель работы:** разработать программный продукт, который мог бы содержать всю необходимую информацию для работника банка или пользователя, которому нужно узнать курс рубля по отношению к другим валютам.

Для решения поставленных целей исследования выбран способ создания Telegram бота. Для начала необходимо провести анализ информации с сайта центрального банка; разработку проекта, который позволил бы посредством диалога обеспечить необходимой информацией пользователя; проверку работоспособности готового проекта.

Готовый проект состоит из главной страницы и модуля взаимодействия с сайтом. После краткого описания будущего проекта, необходимо:

- проанализировать, каким образом осуществляется диалог между пользователем и самим Telegram ботом;
- провести итоговое тестирование.

Пользователь может легко получать курс валюты в рублях в Telegram боте и узнавать об актуальной информации, перейдя к простому поиску в самом приложении «Telegram», как на рисунке 1.

Для запуска Telegram бота необходимо нажать кнопку «Начать», либо вручную ввести команду при помощи клавиатуры «/start» (рис. 2).

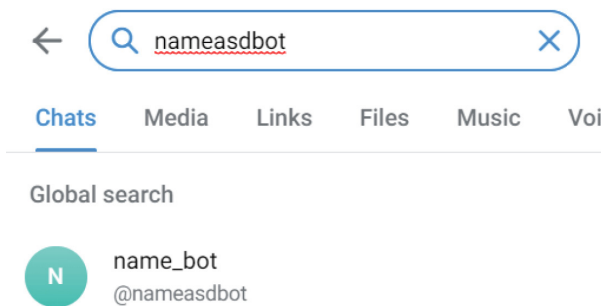


Рис. 1. Результат поиска Telegram бота

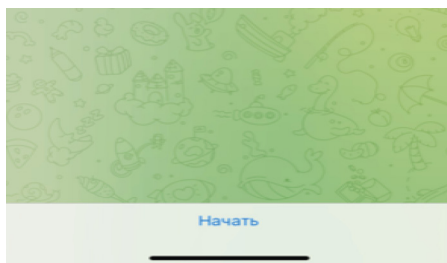


Рис. 2. Начальная страница

После старта бот приветствует пользователя и дает подсказки использования бота и список всех буквенных кодов валют. Необходимо будет написать буквенный код валюты. После чего автоматически будет приходить курс написанной валюты в рублях.

Алгоритм работы Telegram бота представлен на рисунке 3.

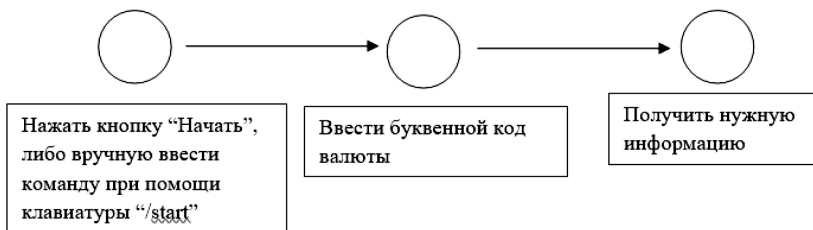


Рис. 3. Алгоритм работы Telegram бота

Для создания самого Telegram бота необходимо:

- найти в поиске @BotFather;
- нажать кнопку «Начать»;
- задать название бота (рис. 4);
- получить HTTP API бота (рис. 5).

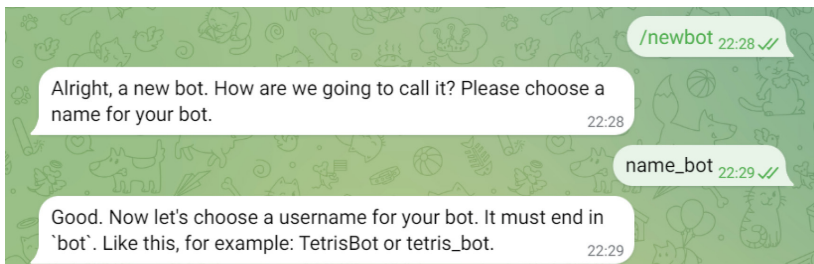


Рис. 4. Создание Telegram бота

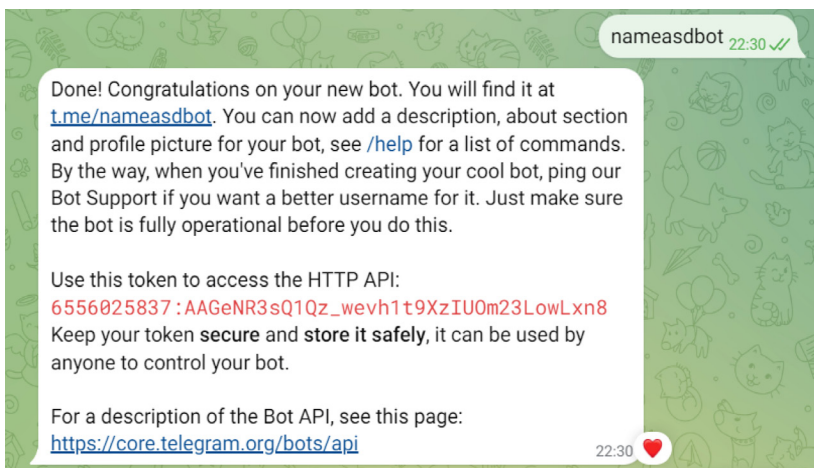


Рис. 5. Получение HTTP API

Далее необходимо написать код на платформе PyCharm:

- Скачиваются и импортируются все нужные библиотеки как на рисунке 6.
- После этого пишется код, как на рисунках 7 и 8.

- Далее проверяется работа кода в самой телеграмме, как на рисунках 9 и 10.

```
import telebot
import requests
import re
from bs4 import BeautifulSoup as BS
```

Рис. 6. Импортирование нужных библиотек

```
@bot.message_handler(commands=['start'])
def start(message):
    bot.send_message(message.chat.id, text: 'Букв. код Валюты - Единиц - Валюта'
        '\nAUD 1 Австралийский доллар'
        '\nAZN 1 Азербайджанский манат'
        '\nAMD 100 Армянских драмов'
        '\nBYN 1 Белорусский рубль'
        '\nBGN 1 Болгарский лев'
        '\nBRL 1 Бразильский реал'
        '\nHUF 100 Венгерских форинтов'
        '\nKRW 1000 Вон Республики Корея'
        '\nVND 10000 Вьетнамских донгов'
        '\nHKD 1 Гонконгский доллар'
        '\nGEL 1 Грузинский лари'
        '\nDKK 1 Датская крона')
```

Рис. 7. Первая часть кода

```
@bot.message_handler()
def get_user_text(message):
    href = re.findall(pattern=r'\d+', message.text)
    global usd_price
    url = "https://www.cbr.ru/currency_base/daily/"
    soup = BS(requests.get(url).content, features="html.parser")

    table = soup.find( name="table", attrs={"class": "data"})
    usd_row = table.find_all("tr")
    for gru in usd_row:
        if gru.text.lower().find(href[0].lower()) != -1:
            usd_price = gru.find_all("td")[4].text
            usd_price2 = gru.find_all("td")[3].text
            replaced_string = usd_price.replace(',', '.')

            bot.send_message(message.chat.id, text=f"{usd_price2} в рублях: {replaced_string}.", parse_mode='html')

bot.polling( none_stop=True)
```

Рис. 8. Вторая часть кода

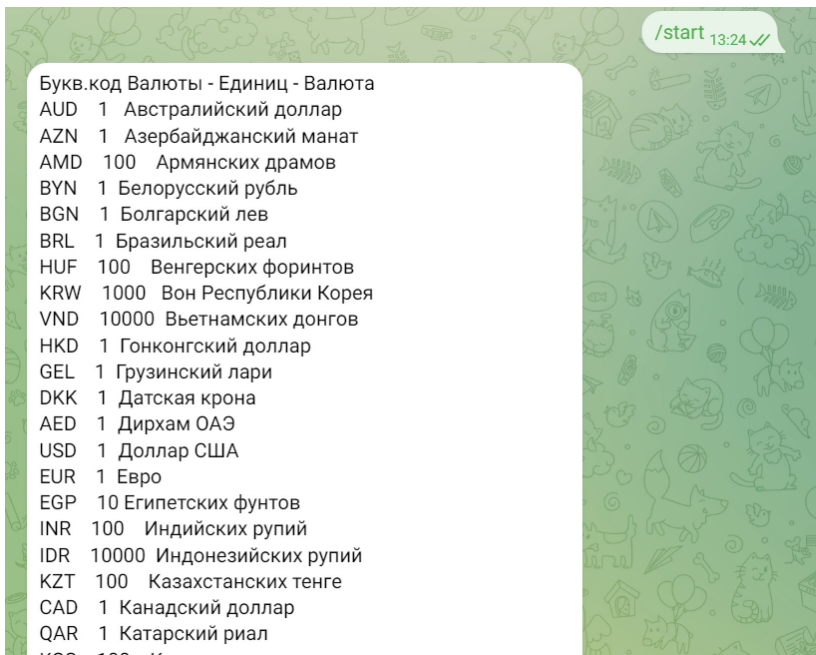


Рис. 9. Проверка команды “/start”

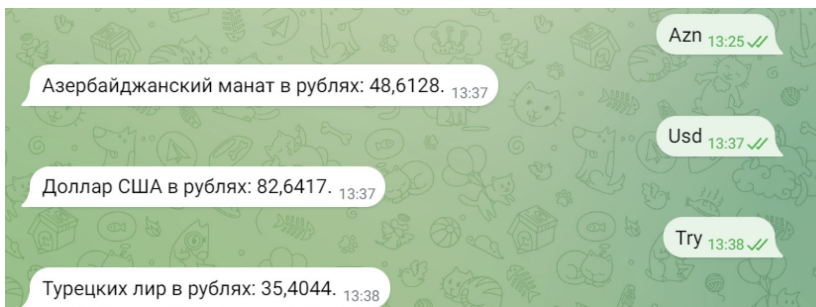


Рис. 10. Проверка работы основного кода

Работа с Telegram ботом включает в себя следующие этапы:

1. Пользователь отправляет в текстовом формате буквенный код, иными словами три буквы иностранной валюты.

2. Программа распознает валюту.
3. Запускается поиск в официальном сайте центрального банка.
4. При обнаружении программа предоставит информацию. В противном случае отобразится надпись: «Ошибка!!!».
5. Далее, при любых изменениях валюты пользователь может узнать актуальный курс любой иностранной валюты.

### **Результат работы**

Таким образом, на основе языка программирования Python был разработан программный продукт, в котором любой пользователь может с легкостью получить нужную информацию, потратив минимальное количество времени. Удобством этого бота является то, что не нужно искать актуальный курс иностранной валюты по сайтам. Нужно просто написать три буквы и бот сам выдаст нужный курс в рублях.

### ***Список литературы***

1. Джеймс Р. Грофф. SQL. Полное руководство / Джеймс Р. Грофф, Пол Н. Вайнберг, Эндру Дж. Оппель. СПб.: Вильямс, 2019.
2. Федоров Д.Ю. Программирование на языке высокого уровня Python: учебное пособие для прикладного бакалавриата / Д. Ю. Федоров. Москва: Издательство Юрайт, 2019.
3. Тугов В.В. Проектирование автоматизированных систем управления: учебное пособие / В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Н.С. Шаров. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 172 с.
4. Модели и методы исследования информационных систем: монография / А.Д. Хомоненко, А.Г. Басыров, В.П. Бубнов [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 204 с.
5. Златопольский Д.М. Основы программирования на языке Python. М.: ДМК Пресс, 2017. 284 с.
6. Прохоренок Н.А. Python 3 и PyQt. Разработка приложений. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 704 с.



7. Пономарева Л.А., Чискидов С.В., Ронжина И.А., Голосов П.Е. Проектирование компьютерных обучающих систем: Монография. М-во образования и науки РФ, РАНХиГС, МГПУ ИЦО. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2018. 120 с.
8. Бенгфорт Б. Прикладной анализ текстовых данных на Python. Машинное обучение и создание приложений обработки естественного языка / Б. Бенгфорт. СПб.: Питер, 2019. 368 с.
9. Виноградова Е.Ю. Интеллектуальные информационные технологии – теория и методология построения информационных систем: монография / М-во образования и науки РФ, Урал. гос. экон. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2011. 263 с.
10. Насибулин Р.О. Создание простого бота модератора для мессенджера Telegram с помощью языка программирования Python / Р.О. Насибулин, Г.А. Гареева // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 3. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. С. 425-427.
11. Гареева Г.А. Разработка HR-бота для автоматизации процесса подбора персонала в производственном предприятии / Г.А. Гареева, И.М. Сафонов, З. Г. Джигладзе [и др.] // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 1. С. 52-55.
12. Alex Root Jr. Aiogram Documentation, November 2022 [Электронный ресурс]. <https://readthedocs.org/projects/aiogram/downloads/pdf/latest/>
13. David Love. Tkinter GUI Programming by Example. Packt Publishing, 2018. 340 p.
14. Hans-Jürgen Schönig Mastering PostgreSQL 13 - Fourth Edition: Build, administer, and maintain database applications efficiently with PostgreSQL 13. Packt Publishing, 2020. 476 p.
15. Baji Shaik, Avinash Vallarapu Beginning PostgreSQL on the Cloud: Simplifying Database as a Service on Cloud Platforms. Apress, 2018. 381 p.

### References

1. James R. Groff. SQL. *Polnoe rukovodstvo* [SQL. A complete guide] / James R. Groff, Paul N. Weinberg, Andrew J. Opper. SPb: Williams, 2019.
2. Fedorov D.Yu. *Programmirovaniye na yazyke vysokogo urovnya Python* [Programming in the high-level language Python]. Moscow: Yurait Publishing House, 2019.
3. Tugov V.V. *Proektirovaniye avtomatizirovannykh sistem upravleniya* [Designing automated control systems] / V.V. Tugov, A.I. Sergeev, N.S. Sharov. Saint-Petersburg: Lan, 2019, 172 p.
4. *Modeli i metody issledovaniya informatsionnykh sistem* [Models and methods of information systems research] / A.D. Khomonenko, A.G. Basyrov, V.P. Bubnov [et al.]. St. Petersburg: Lan, 2019, 204 p.
5. Zlatopol'skiy D.M. *Osnovy programmirovaniya na yazyke Python* [Fundamentals of programming in the Python language]. M.: DMK Press, 2017, 284 p.
6. Prokhorenok N.A. *Python 3 i PyQt. Razrabotka prilozheniy* [Python 3 and PyQt. Application development]. SPb.: BKhV-Peterburg, 2012, 704 p.
7. Ponomareva L.A., Chiskidov S.V., Ronzhina I.A., Golosov P.E. *Proektirovaniye komp'yuternykh obuchayushchikh sistem* [Designing computer learning systems]. Tambov: Consulting company Yukom, 2018, 120 p.
8. Bengforth B. *Prikladnoy analiz tekstovykh dannykh na Python. Mashinnoye obuchenie i sozdanie prilozheniy obrabotki estestvennogo yazyka* [Applied textual data analysis in Python. Machine learning and the creation of natural language processing applications]. SPb.: Piter, 2019, 368 p.
9. Vinogradova E.Yu. *Intellektual'nye informatsionnye tekhnologii – teoriya i metodologiya postroeniya informatsionnykh sistem* [Intellectual information technologies - theory and methodology of building information systems]. Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2011, 263 p.

10. Nasibulin R.O., Gareeva G.A. *Molodezh' i sistemnaya modernizatsiya strany: Sbornik nauchnykh statey 7-y Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh. V 5-ti tomakh, Kursk, 19–20 maya 2022 goda* [Youth and system modernization of the country: Collection of scientific articles of the 7th International Scientific Conference of Students and Young Scientists. In 5 volumes, Kursk, May 19-20, 2022] / Ed. M.S. Razumov. Vol. 3. Kursk: South-West State University, 2022, pp. 425-427.
11. Gareeva G.A., Safonov I.M., Dzhibladze Z.G. [et al.] *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya*, 2023, no. 1, pp. 52-55.
12. Alex Root Jr. Aiogram Documentation, November 2022. <https://readthedocs.org/projects/aiogram/downloads/pdf/latest/>
13. David Love. Tkinter GUI Programming by Example. Packt Publishing, 2018, 340 p.
14. Hans-Jürgen Schönig Mastering PostgreSQL 13 - Fourth Edition: Build, administer, and maintain database applications efficiently with PostgreSQL 13. Packt Publishing, 2020, 476 p.
15. Baji Shaik, Avinash Vallarapu Beginning PostgreSQL on the Cloud: Simplifying Database as a Service on Cloud Platforms. Apress, 2018, 381 p.

### **ВКЛАД АВТОРОВ**

- Назмеев А.Л.:** разработка программного продукта, обработка результатов исследований.
- Гареева Г.А.:** формулирование основных направлений исследования, разработка теоретических предпосылок, формирование общих выводов.
- Каримуллин Б.Р.:** проведение сбора данных, подготовка начального варианта статьи.
- Григорьева Д.Р.:** анализ и интерпретация полученных данных, литературный анализ.
- Кузнецова Э.М.:** научное редактирование текста статьи и окончательное утверждение версии для публикации.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

**Aynaz L. Nazmeev:** development of the program product, processing of research results.

**Gulnara A. Gareeva:** formulation of the main directions of the research, development of theoretical assumptions, formation of general conclusions.

**Bulat R. Karimullin:** carrying out data collection, preparation of the initial version of the article.

**Diana R. Grigoreva:** analyzing and interpreting the obtained data, literary analysis.

**Evelina M. Kuznetsova:** scientific editing of the text of the article and final approval of the version for publication.

## ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Назмеев Айназ Ленарович,** студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
nazmeevajn@gmail.com*

**Гареева Гульнара Альбертовна,** заведующий кафедрой Информационных систем, канд. пед. наук, доцент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
gagareeva1977@mail.ru*

**Григорьева Диана Рамилевна,** доцент кафедры экономики предприятий и организаций, канд. пед. наук, доцент

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережночелнинский институт*

*проспект Мира, 68/19, Набережные Челны 423812, Российская Федерация*  
*d.r.grigoreva@mail.ru*

**Каримуллин Булат Равилевич**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ*  
*ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814, Российская Федерация*  
*bulat.rav77@gmail.com*

**Кузнецова Эвелина Максимовна**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ*  
*ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814, Российская Федерация*  
*270303ava@gmail.com*

## **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Aynaz L. Nazmeev**, student

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI*  
*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation*  
*nazmeevajn@gmail.com*

**Gulnara A. Gareeva**, Head of the Department of Information Systems, Candidate of Pedagogical sciences, Associate professor  
*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI*  
*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation*  
*gagareeva1977@mail.ru*

*SPIN-code: 3279-8465*

*Scopus Author ID: 36801593200*

*ResearcherID: M-1728-2015*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8539-4541>*

**Diana R. Grigoreva**, Associate Professor of the Department of Economics of Enterprises and Organizations, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

*Kazan Federal University, Naberezhnochelninsk Institute*

*68/19 Prospekt Mira, Naberezhnye Chelny 423812, Russian Federation*

*d.r.grigoreva@mail.ru*

**Bulat R. Karimullin**, student

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI*

*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation*

*bulat.rav77@gmail.com*

**Evelina M. Kuznetsova**, student

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI*

*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation*

*270303ava@gmail.com*

Поступила 11.10.2023

После рецензирования 10.11.2023

Принята 30.11.2023

Received 11.10.2023

Revised 10.11.2023

Accepted 30.11.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-142-158

УДК 004.8



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

## ОПТИМИЗАЦИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ: МЕТОДЫ И ИХ СРАВНЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА

*Ю.В. Торкунова, Д.В. Милованов*

*В результате исследования было разработано программное обеспечение, реализующее различные алгоритмы оптимизации нейронных сетей, позволившее провести их сравнительный анализ по качеству оптимизации. В статье подробно рассматриваются искусственные нейронные сети и методы их оптимизации: квантование, обрезка, дистилляция, разложение Такера. Описаны алгоритмы и инструменты оптимизации нейронных сетей, проведен сравнительный анализ различных методов, преимущества и недостатки, приведены расчетные значения и даны рекомендации по использованию каждого из методов. Оптимизация рассматривается на задаче классификации текстов, которые были предварительно подготовлены к обработке: извлечены признаки, выбраны и обучены модели, настроены параметры. Поставленная задача реализована при помощи технологий: языка программирования Python, фреймворка Pytorch, среды разработки Jupyter Notebook. Полученные результаты могут быть использованы в целях экономии вычислительных мощностей при сохранении качества распознавания и классификации.*

**Ключевые слова:** *искусственные нейронные сети; оптимизация; сжатие и ускорение нейронных сетей; классификация текста; квантование; разложение Такера; дистилляция*

*Для цитирования.* Торкунова Ю.В., Милованов Д.В. Оптимизация нейронных сетей: методы и их сравнение на примере интеллектуального анализа текста // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 4. С. 142-158. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-142-158

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

## **NEURAL NETWORKS OPTIMIZATION: METHODS AND THEIR COMPARISON BASED OFF TEXT INTELLECTUAL ANALYSIS**

*J.V. Torkunova, D.V. Milovanov*

*The research resulted in the development of software that implements various algorithms of neural networks optimization, which allowed to carry out their comparative analysis in terms of optimization quality. The article takes a detailed look at artificial neural networks and methods of their optimization: quantization, overcutting, distillation, Tucker's dissolution. Algorithms and optimization tools of neural networks were explained, as well as comparative analysis of different methods was conducted with their advantages and disadvantages listed. Calculation values were given as well as recommendations on how to execute each method. Optimization is studied by text classification performance: peculiarities were removed, models were chosen and taught, parameters were adjusted. The set task was completed with the use of the following technologies: Python programming language, Pytorch framework and Jupyter Notebook developing environment. The results that were acquired can be used to reduce the demand on computing power while preserving the same level of detection and classification abilities.*



**Keywords:** *artificial neural networks; optimization; compression and accelerating of neural networks; text classification; quantization; Tucker's dissolution; distillation*

**For citation.** *Torkunova J.V., Milovanov D.V. Neural Networks Optimization: Methods and Their Comparison Based off Text Intellectual Analysis. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 142-158. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-142-158*

## **Введение**

Искусственные нейронные сети (ИНС) становятся все более актуальными в современном мире благодаря их способности учиться на больших и сложных наборах данных и делать точные прогнозы или классификации [1, 9]. ИНС – это тип алгоритма машинного обучения, который смоделирован по образцу структуры и функции человеческого мозга. Они состоят из слоев взаимосвязанных узлов или «нейронов», которые обрабатывают и передают информацию.

Одним из ключевых преимуществ ИНС является их способность учиться на данных. Они могут автоматически выявлять закономерности и взаимосвязи в больших и сложных наборах данных, которые находятся за пределами человеческих возможностей. Это делает их особенно полезными в таких областях, как распознавание изображений, распознавание речи и обработка естественного языка, где входные данные не структурированы и их трудно обрабатывать традиционными методами [6, 12].

Еще одним преимуществом ИНС является их гибкость. Нейронные сети можно спроектировать и обучить для решения широкого круга задач, таких как регрессия, классификация и кластеризация. Их также можно применять в сценариях обучения без учителя и с учителем. Эта гибкость делает их универсальным инструментом, который можно адаптировать к различным областям и приложениям. Кроме того, ИНС можно использовать в сочетании с другими методами машинного обучения, такими как обучение с подкреплением, для решения еще более сложных задач.

## **Материалы и методы**

По мере того как нейронные сети становятся все более сложными и применяются к большим наборам данных, растет потребность в эффективных и быстрых моделях. Один из подходов к решению этой задачи – сжатие и ускорение нейронных сетей.

Сжатие нейронных сетей относится к процессу уменьшения размера модели при сохранении или улучшении ее производительности. Это может быть достигнуто с помощью различных методов, таких как обрезка, квантование и дистилляция знаний. Сокращение включает в себя удаление ненужных соединений или узлов в сети, в то время как квантование включает в себя уменьшение количества битов, используемых для представления весов и активаций сети. Дистилляция знаний включает в себя обучение небольшой сети, имитирующей поведение большей сети.

Одним из ключевых преимуществ сжатия нейронных сетей является снижение требований к хранилищу и памяти, что может привести к более быстрому выводу и снижению энергопотребления. Кроме того, сжатые модели легче развертывать на устройствах с ограниченными ресурсами, таких как мобильные телефоны и встроенные системы. В некоторых случаях сжатые модели могут даже превзойти свои более крупные аналоги благодаря улучшенному обобщению и уменьшению переобучения [4].

Актуальность сжатия и ускорения нейронных сетей очевидна в их потенциале для повышения эффективности, скорости и производительности моделей. Разработка методов сжатия и ускорения необходима для реализации всего потенциала нейронных сетей и обеспечения того, чтобы их влияние было полезным для общества.

Однако есть и проблемы, связанные со сжатием и ускорением нейронных сетей. Одной из проблем является компромисс между размером модели и производительностью. Хотя сжатые и ускоренные модели могут быть меньше и быстрее, они также могут оказывать негативное влияние на точность или способности к

обобщению. Уравновешивание этого компромисса является ключевым фактором при применении этих методов [7, 8].

Другой проблемой является сложность реализации методов сжатия и ускорения. Различные методы могут потребовать специальных знаний и опыта, а оптимальный подход может различаться в зависимости от конкретного варианта использования и набора данных. Кроме того, использование аппаратного ускорения может потребовать инвестиций в специализированное оборудование и инфраструктуру.

В целом актуальность сжатия и ускорения нейронных сетей значительна, так как это позволяет использовать нейронные сети в более широком спектре приложений, включая те, которые требуют эффективных и быстрых моделей. Несмотря на проблемы, связанные с этими методами, продолжение исследований и разработок в этой области имеет важное значение для реализации всего потенциала нейронных сетей в различных областях, а также для обеспечения того, чтобы их влияние было этичным и полезным для общества. Существует несколько методов оптимизации нейронных сетей. Рассмотрим их.

Квантование – это процесс снижения точности весов и активаций нейронных сетей для уменьшения их требований к вычислениям и памяти. Квантование можно применять к весам и активациям нейронных сетей. Квантование весов включает представление весов с меньшим количеством битов, в то время как квантование активации включает снижение точности значений активации [13].

Данный метод является эффективным методом снижения вычислительной сложности и требований к памяти нейронных сетей. Например, 8-битное квантование с фиксированной точкой может снизить требования к памяти сверточных нейронных сетей до 4 раз без существенного снижения точности. Точно так же квантование по степени двойки может обеспечить двукратное ускорение времени вывода с незначительной потерей точности.

Важно отметить, что популярные инструменты для разработки нейронных сетей часто не поддерживают использование графического процессора для ускорения вычислений нейронных сетей, которые были квантованы. Хотя, в зависимости от используемой реализации квантования, допускается возможность использования графического процессора с определёнными ограничениями и нюансами.

Эффективность квантования зависит от архитектуры нейронной сети, набора данных и конкретного используемого метода квантования. Например, квантование может иметь большее влияние на точность для сложных архитектур, таких как рекуррентные нейронные сети, чем для простых архитектур, таких как нейронные сети с прямой связью.

Неструктурированная обрезка весов включает в себя удаление отдельных весов с небольшими величинами или их обнуление, что уменьшает количество параметров в сети. Этот тип обрезки может выполняться итеративно во время обучения или после обучения сети. Итеративное сокращение весов включает в себя сокращение небольшого процента весов на каждой итерации, обучения сети с оставшимися весами и повторение процесса до тех пор, пока не будет достигнут желаемый уровень разреженности. Сокращение веса после обучения включает в себя удаление определенного процента весов из полностью обученной сети и последующее обучение оставшихся весов для восстановления производительности.

Обрезку можно рассматривать как форму регуляризации, которая представляет собой метод, используемый для предотвращения переобучения в моделях машинного обучения. Регуляризация включает в себя добавление штрафного члена к функции потерь, чтобы побудить модель иметь меньшие веса или меньше параметров. Обрезка достигает аналогичного эффекта за счет уменьшения количества соединений и/или нейронов в сети, что может предотвратить переобучение и повысить способность к обобщению

Кроме того, обрезку также можно использовать в сочетании с другими методами регуляризации, такими как *weight decay*, *dropout* и *batch normalization*. *Weight decay* включает в себя добавление штрафного члена к функции потерь, которая поощряет малые веса, *dropout* случайным образом отбрасывает некоторые нейроны во время обучения, чтобы предотвратить переобучение, а *batch normalization* нормализует активацию каждого слоя, чтобы предотвратить проблемы с исчезновением и взрывом градиента. Вместе с сокращением эти методы могут еще больше повысить производительность и надежность нейронных сетей.

Принимая во внимание приведенные выше аргументы, можно говорить о том, что обрезка – это хороший метод уменьшения размера, сложности и вычислительной стоимости нейронных сетей при сохранении их производительности. Сокращение может выполняться итеративно во время обучения или после обучения сети и может включать удаление весов, нейронов или слоев из сети. Критерии обрезки могут быть основаны на величинах или чувствительности весов, нейронов или фильтров. Обрезку также можно использовать в сочетании с другими методами регуляризации для дальнейшего повышения производительности и надежности нейронных сетей. Наконец, сокращение может позволить развертывание нейронных сетей на периферийных устройствах, что может повысить эффективность и скорость отклика.

Дистилляция, также известная как дистилляция знаний, представляет собой метод передачи знаний из большой сложной нейронной сети, известной как сеть учитель, в меньшую и более простую нейронную сеть, известную как сеть ученик. Цель дистилляции – сохранить производительность сети учителя при уменьшении размера и вычислительной стоимости сети ученика [14].

Основная идея дистилляции состоит в том, чтобы научить сеть ученика имитировать поведение сети учителя. Это достигается путем обучения сети ученика таким образом, чтобы она одновременно решала две задачи, первой задачей будет являться пред-

сказанием целевой метки набора данных и функцией ошибки может быть перекрёстной-энтропией между правильным ответом и предсказанием модели ученика, вторая задача заключается в минимизации разницы между ответом модели ученика и учителя. Таким образом нейронной сети будет необходимо решать одновременно две задачи, предсказание правильного ответа и повторения предсказания модели учителя [15].

Дистилляция имеет ряд преимуществ перед традиционными методами обучения. Во-первых, его можно использовать для уменьшения размера и вычислительных затрат нейронных сетей при сохранении их производительности. Во-вторых, его можно использовать для повышения производительности небольших нейронных сетей, у которых может не хватить мощности для захвата всей соответствующей информации в данных. В-третьих, его можно использовать для передачи знаний между различными типами нейронных сетей, например, между сверточной нейронной сетью и рекуррентной нейронной сетью [10, 11].

Таким образом, принимая во внимание приведённые выше аргументы, стоит отметить, что дистилляция — это мощная и современная техника для передачи знаний из большой сложной нейронной сети в меньшую и более простую нейронную сеть. Качество итоговой модели ученика зависит от сложности поставленной задачи, количества параметров и качества модели учителя. Задача нахождения баланса между качеством и числом параметров сети особо важна для этого метода. Потенциально этот метод может дать впечатлительные результаты.

Сжатие нейронной сети с помощью матричной декомпозиции – это метод, который включает в себя разбиение весовых матриц нейронной сети на большое число более мелких матриц. Это может помочь уменьшить количество параметров в сети и сделать ее более эффективной с точки зрения вычислений [8, 9].

Использование методов для сжатия и ускорения работы нейронных сетей применялась при решении задачи бинарной клас-

сификации текстов с использование нейронной сети с архитектурой BeRT на одинаковом наборе данных для каждого из методов оптимизации.

Классификация текста – это задача обработки естественного языка (NLP), которая включает в себя классификацию текстовых документов по заранее определенным категориям. Эта задача используется в различных приложениях, таких как анализ настроений, фильтрация спама, моделирование тем и многое другое.

Существует несколько способов решения задач классификации текста, в том числе:

Методы на основе правил. Этот подход включает создание набора правил или эвристик, которые можно использовать для классификации текста. Например, основанный на правилах метод фильтрации спама может включать поиск определенных ключевых слов или шаблонов в тексте.

Методы машинного обучения: этот подход включает в себя обучение алгоритма машинного обучения для классификации текста на основе признаков, извлеченных из текста. Примеры алгоритмов машинного обучения, используемых для классификации текста, включают деревья решений, метод наивного Байеса, машины опорных векторов (SVM) и модели глубокого обучения, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN), нейронные сети с механизмом само-внимания (Transformer).

Гибридные методы: этот подход сочетает в себе методы на основе правил и машинного обучения для повышения точности задачи классификации. Например, гибридный метод может использовать метод на основе правил для фильтрации очевидных случаев спама, а затем использовать алгоритм машинного обучения для классификации оставшихся сообщений.

Рассмотрим данные методы применительно к проблеме интеллектуального анализа текста. Очевидно, что прежде чем обрабатывать тексты, массивы текстовых данных необходимо подготовить должным образом и выполнить ряд работ, а именно:

- предварительную обработку данных: очистку и подготовку данных для анализа, в частности, удаление стоп-слов, выделение текста или лемматизацию текста, а также преобразование текста в стандартный формат.
- извлечение признаков: выбор наиболее релевантных признаков из текста, которые можно использовать для классификации, в частности, частоту слов, n-граммы и моделирование темы.
- выбор модели и обучение: выбор подходящего алгоритма машинного обучения и его обучение на размеченном наборе данных. Производительность модели можно оценить с помощью таких показателей, как точность, полнота и оценка F1.
- настройка параметров: точная настройка параметров алгоритма машинного обучения для повышения его производительности на тестовых данных [2, 3].

Для реализации и обучения нейронных сетей использовался популярный в настоящее время фреймворк - PyTorch. В данной реализации представлены как базовые слои нейронных сетей, так и современные архитектуры. Для обучения можно использовать множество готовых функций потерь, для решения различных задач и оптимизаторы, используемые для оптимального обновления весовых коэффициентов нейронных сетей. Обработка и приведение данных в необходимый формат происходит также при помощи данного фреймворка.

Перед началом применения методов оптимизации сетей, необходимо обучить базовую версию модели, с которой будет сравниваться качество и быстродействие оптимизированных нейронных сетей. Качество будет измеряться значением F1 метрики. Также данные будут разбиты на две части, на одной части данных будет происходить обучение модели, а на второй измеряться её качество. Набор для обучения будет больше, чем для тестирования сети. Соотношение размера набора для обучения к набору для тестирования составляет 4 к 1.



Для обновления параметров нейронной сети, а также её обучения используется функция ошибки потерь, это ошибки между прогнозируемым выходом сети и истинным выходом. В задачах классификации цель состоит в том, чтобы предсказать метку класса для данного входа.

Для обучения выбранной модели будет использоваться одна из самых широко используемых функций потерь для задачи классификации. Перекрестная энтропийная потеря: это наиболее часто используемая функция потерь для задач классификации. Она измеряет разницу между предсказанным распределением вероятностей и истинным распределением вероятностей.

Важно выбрать подходящую функцию потерь для задачи классификации, исходя из характера данных и желаемого результата. Выбор функции потерь влияет на оптимизацию нейронной сети и может повлиять на точность прогнозов.

Вся разработка была произведена в среде – Jupyter Notebook. Jupyter Notebook – это интерактивная вычислительная среда, которая позволяет пользователям создавать и обмениваться документами, содержащими живой код, уравнения, визуализации и описательный текст.

Выбор аргументов для обучения модели осуществляется при помощи `TrainingArguments`. Оно необходимо для создания функционала, отвечающий за обучение нейронной сети. В `Trainer` передаём нейронную сеть, аргументы обучения и данные. Чтобы запустить процесс обучения необходимо вызвать функцию `train()` у объекта `trainer`.

После обучения модели и оценки её качества и быстродействия можно переходить к оптимизации этой нейронной сети. После каждого метода оптимизации оценка качества и быстродействия будет происходить на тех же данных, что и для исходной модели.

## **Результаты**

Для каждого из ранее описанного метода было замерено качество решения задачи бинарной классификации, размер модели в МБ, а также её быстродействие на центральном и графическом

процессорах. По возможности, часть методов комбинировалась друг с другом. Комбинация методов происходила последовательно, в определенном порядке, ведь некоторые методы лучше применить только после обучения модели. Результаты работы методов оптимизации отображены в Таблице 1. Квантование происходило в формат qint8, из-за чего использование графического процессора недоступно, поэтому для данного метода нет данных по быстродействию с применением графического процессора

Таблица 1.

**Сравнительный анализ результатов применения методов оптимизации**

Метод	Размер модели (МБ)	Ошибка F1	Скорость на графическом процессоре, с.	Скорость на центральном процессоре, с.
Без применения оптимизации	711	0,966	0,036	1,51
Квантование линейных слоёв	454	0,966	-	1,18
Квантование линейных слоёв и слоя векторного представления слов	179	0,966	-	0,13
Разложение Такера	385	0,966	0,036	0,78
Разложение Такера и квантование слоя векторного представления слов	109	0,967	-	0,817
Дистилляция	10,3	0,952	0,005	0,12
Квантование дистиллированной модели	2,68	0,952	-	0,105
Разложение Такера на дистиллированной модели	3,43	0,951	0,02	0,11
Разложение Такера и квантование слоя векторного представления слов для дистиллированной модели	1,69	0,958	-	0,1
Обрезка	598	0,975	0,029	1,15

Иногда, после применения метода оптимизации, улучшалось качество модели, это происходило по случайности. Причиной

этому может быть малый объем набора данных. Результаты методов могут отличаться при использовании различных технических устройств, а также других наборов данных и архитектур нейронных сетей.

Данная таблица носит сравнительный характер для методов между собой в одинаковых условиях.

### **Обсуждение результатов**

В данной статье были рассмотрены и реализованы методы оптимизации нейронных сетей, которые позволяют расширить применение нейронных сетей. Эта задача актуальна и очень важна в настоящее время, нейронные сети применяются многими компаниями, вне зависимости от её размера и использование подобных методов позволяет сократить ресурсы, необходимые для эксплуатации нейронных сетей. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки. Возможность комбинации некоторых методов имеют большое влияние на итоговый размер сети и её быстроедействие.

### **Заключение**

Результатом выполнения данной работы является реализованные методы оптимизации нейронных сетей, а также сравнительный анализ этих методов. Реализация происходила на языке программирования Python и в основном использовались следующие пакеты: pytorch, transformers, pandas.

### ***Список литературы***

1. Аветисян Т. В., Львович Я. Е., Преображенский А. П. Разработка подсистемы распознавания сигналов сложной формы // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 1. С. 102-114. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-102-114>
2. Акжолов Р.К., Верига А.В. Предобработка текста для решения задач NLP // Вестник науки. 2020. № 3 (24). С. 66-68.

3. Ахметзянова К.Р., Тур. А.И., Кокоулин А.Н. Оптимизация вычислений нейронной сети // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2020. № 36. С. 117-130. <https://doi.org/10.15593/2224-9397/2020.4.07>
4. Каширина И. Л., Демченко М. В. Исследование и сравнительный анализ методов оптимизации, используемых при обучении нейронных сетей // Вестник ВГУ, серия: Системный анализ и информационные технологии, 2018, № 4. С.123-132.
5. Копырин А. С., Макарова И. Л. Алгоритм препроцессинга и унификации временных рядов на основе машинного обучения для структурирования данных // Программные системы и вычислительные методы. 2020. № 3. С. 40-50. <https://doi.org/10.7256/2454-0714.2020.3.33958>
6. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М.: Горячая линия. Телеком. 2019. 448 с.
7. Романов Д.Е. Нейронные сети обратного распространения ошибки // Инженерный вестник Дона. 2009. № 3 . С. 19-24.
8. Созыкин А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. № 3 (6). С. 28-59.
9. Торкунова Ю.В., Коростелева Д.М., Кривоногова А.Е. Формирование цифровых навыков в электронной информационно-образовательной среде с использованием нейросетевых технологий // Современное педагогическое образование. 2020. №5. С. 107-110.
10. Черкасова И.С. Оптимизация гиперпараметров нейронной сети и снижение вычислительных затрат // E-Scio. 2022. <https://e-scio.ru/wp-content/uploads/2022/03/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0-%D0%98-%D0%A1.pdf> (дата обращения: 13.04.2023).
11. Ященко А.В., Беликов А.В., Петерсон М.В. Дистилляция нейросетевых моделей для детектирования и описания ключевых точек изображений // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2020. № 3. С. 402-409.

12. A White Paper on Neural Network Quantization. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.08295>
13. Distilling Task-Specific Knowledge from BERT into Simple Neural Networks. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1903.12136>
14. Majid Janzamin, Rong Ge, Jean Kossaifi and Anima Anandkumar. Spectral Learning on Matrices and Tensors // Foundations and Trends R in Machine Learning, 2019. Vol. 12, No. 5-6. P. 393–536. <https://doi.org/10.1561/22000000057>
15. Tensor Networks for Latent Variable Analysis. Part I: Algorithms for Tensor Train Decomposition. <https://arxiv.org/pdf/1609.09230.pdf> (дата обращения: 20.05.2023)

### *References*

1. Avetisyan T. V., L'vovich Ya. E. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 1, pp. 102-114. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-102-114>
2. Akzholov R.K., Veriga A.V. *Vestnik nauki*, 2020, no. 3 (24), pp. 66-68.
3. Akhmetzyanova K.R., Tur. A.I., Kokoulin A.N. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Elektrotehnika, informatsionnye tekhnologii, sistemy upravleniya*, 2020, no. 36, pp. 117-130. <https://doi.org/10.15593/2224-9397/2020.4.07>
4. Kashirina I. L., Demchenko M. V. *Vestnik VGU, seriya: Sistemnyy analiz i informatsionnye tekhnologii*, 2018, no. 4, pp. 123-132.
5. Копырин А. С., Макарова И. Л. *Программные системы и вычислительные методы*, 2020, no. 3, pp. 40-50. <https://doi.org/10.7256/2454-0714.2020.3.33958>
6. Osovskiy S. *Neyronnye seti dlya obrabotki informatsii* [Neural networks for information processing]. Moscow: Hot Line. Telecom. 2019, 448 p.
7. Romanov D.E. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 2009, no. 3, pp. 19-24.
8. Sozykin A.V. *Vestnik YuUrGU. Seriya: Vychislitel'naya matematika i informatika*, 2017, no. 3 (6), pp. 28-59.
9. Torkunova Yu.V., Korosteleva D.M., Krivonogova A.E. *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie*, 2020, no. 5, pp. 107-110.

10. Cherkasova I.S. *E-Scio*, 2022. <https://e-scio.ru/wp-content/uploads/2022/03/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0-%D0%98.-%D0%A1.pdf>
11. Yashchenko A.V., Belikov A.V., Peterson M.V. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik informatsionnykh tekhnologiy, mekhaniki i optiki*, 2020, no. 3, pp. 402-409.
12. A White Paper on Neural Network Quantization. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.08295>
13. Distilling Task-Specific Knowledge from BERT into Simple Neural Networks. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1903.12136>
14. Majid Janzamin, Rong Ge, Jean Kossaifi and Anima Anandkumar. Spectral Learning on Matrices and Tensors. *Foundations and Trends R in Machine Learning*, 2019, vol. 12, no. 5-6, pp. 393–536. <https://doi.org/10.1561/22000000057>
15. Tensor Networks for Latent Variable Analysis. Part I: Algorithms for Tensor Train Decomposition. <https://arxiv.org/pdf/1609.09230.pdf>

## ДАНИЕ ОБ АВТОРАХ

**Торкунова Юлия Владимировна**, профессор кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы», доктор педагогических наук

*Казанский государственный энергетический университет;*

*Сочинский государственный университет*

*ул. Красносельская, 51, г. Казань, Республика Татарстан,*

*420066, Российская Федерация; ул. Пластунская, 94, г.*

*Сочи, Краснодарский край, 354000, Российская Федерация*

*torkynova@mail.ru*

**Милованов Данила Владиславович**, магистр

*Казанский государственный энергетический университет*

*ул. Красносельская, 51, г. Казань, Республика Татарстан,*

*420066, Российская Федерация*

*studydmk@gmail.com*

## DATA ABOUT THE AUTHORS

**Julia V. Torkunova**, Professor of the Department of Information Technologies and Intelligent Systems, Doctor of Pedagogical Sciences

*Kazan State Power Engineering University; Sochi State University*

*51, Krasnoselskaya Str., Kazan, Republic of Tatarstan, 420066, Russian Federation; 94, Plastunskaya Str., Sochi, Krasnodar region, 354000, Russian Federation*

*torkynova@mail.ru*

*SPIN-code: 7422-4238,*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7642-6663>*

**Danila V. Milovanov**, Magister

*Kazan State Power Engineering University*

*51, Krasnoselskaya Str., Kazan, Republic of Tatarstan, 420066, Russian Federation*

*studydmk@gmail.com*

Поступила 13.11.2023

После рецензирования 28.11.2023

Принята 02.12.2023

Received 13.11.2023

Revised 28.11.2023

Accepted 02.12.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-159-174  
УДК 004.658



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

## СХЕМЫ РАЗВЕРТЫВАНИЙ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ ДОСТУПНОСТИ

*Р.М. Хамитов*

*Повсеместная цифровизация и развитие технологий больших данных, требуют обеспечения высокого уровня доступности (24/7) информационных ресурсов. Обеспечение высокой доступности базы данных требует значительного объема работы по проектированию, тестированию и обслуживанию нескольких компонентов и конфигураций. Высокая доступность может быть достигнута или максимизирована для следующих вариантов развертывания: один экземпляр базы данных (с репликами чтения или без них) и несколько основных (с координатором или без него). Высокая доступность обеспечивает бесперебойную работу системы за счет устранения отдельных точек отказа, в то время как аварийное восстановление фокусируется на восстановлении нормальной работы после сбоя или простоя. Существует несколько вариантов развертывания, поскольку не существует универсального решения. Выбор наилучшего варианта зависит от вашего конкретного варианта использования и требований. В данной статье представлены основные концепции обеспечения высокой доступности и наиболее эффективные схемы для обеспечения высокодоступных развертываний баз данных.*

**Цель** – определение эффективных схем развертываний серверов баз данных для обеспечения высокой доступности.

**Метод или методология проведения работы.** В работе используются результаты зарубежных и отечественных научных



исследований. Автором применяются теоретические методы исследования, связанные с поиском и анализом информации для выявления связей и получения уникальных выводов.

**Результаты.** Выделены наиболее эффективные схемы развертывания для обеспечения высокой доступности и отказоустойчивости баз данных.

**Область применения результатов.** Полученные результаты целесообразно применять в области DevOps разработки с целью оптимизации процесса разработки и выпуска приложений путем устранения известного узкого места: изменений кода базы данных.

**Ключевые слова:** DevOps; управление данными; платформа данных; база данных; СУБД; высокая доступность; MySQL; NoSQL; PostgreSQL; паттерны

**Для цитирования.** Хамитов Р.М. Схемы развертываний баз данных для обеспечения высокой доступности // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 4. С. 159-174. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-159-174

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

## **DATABASE DEPLOYMENT PATTERN FOR HIGH AVAILABILITY**

**R.M. Khamitov**

*Ubiquitous digitalization and the development of big data technologies require a high level of availability (24/7) of information resources. Ensuring high availability of the database requires a significant amount of work on the design, testing and maintenance of several components and configurations. High availability can be achieved or maximized for the following deployment options: one database instance (with or without read replicas) and several main ones (with or without a coordinator). High availability ensures the smooth operation of the sys-*

tem by eliminating individual points of failure, while disaster recovery focuses on restoring normal operation after a failure or downtime. There are several deployment options because there is no universal solution. Choosing the best option depends on your specific use case and requirements. This article presents the main concepts of ensuring high availability and the most effective patterns for providing highly accessible database deployments.

**Purpose.** Definition of effective deployment patterns for database servers to ensure high availability.

**Methodology.** The results of foreign and domestic scientific research are used in the work. The author uses theoretical research methods related to the search and analysis of information to identify connections and obtain unique conclusions.

**Results.** The most effective deployment schemes for ensuring high availability and fault tolerance of databases are highlighted.

**Practical implications** it is advisable to apply the results obtained in the field of DevOps development in order to optimize the process of developing and releasing applications by eliminating a known bottleneck: changes to the database code.

**Keywords:** DevOps; Data Management; Data Platform; Database; DBMS; High Availability; MySQL; MSSQL; PostgreSQL; patterns

**For citation.** Khamitov R.M. Database Deployment Pattern for High Availability. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 159-174. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-159-174

## Введение

Повсеместная цифровизация и развитие технологий больших данных [2], требуют обеспечения высокого уровня доступности (24/7) информационных ресурсов не только в корпоративном секторе [1], но и в образовании и других отраслях[4, 10].

По данным ManageForce [11], стоимость простоя базы данных оценивается в среднем в 474 000 долларов в час. Длительные простои базы данных являются результатом плохого про-

ектирования, касающегося отсутствия методов обеспечения высокой доступности. С резким ростом объема данных, генерируемых через Интернет (который, как ожидается, достигнет сотен зеттабайт к концу 2025 года [5], и растущей зависимостью от различных технологий для предоставления этих данных их предполагаемым пользователям стоимость простоя базы данных будет продолжать расти.

В данной статье сначала будут представлены основные концепции обеспечения высокой доступности. Затем мы перечислим наиболее эффективные схемы для обеспечения высокодоступных развертываний баз данных.

### **Материалы и методы исследования**

В работе используются результаты зарубежных и отечественных научных исследований. Автором применяются теоретические методы исследования, связанные с поиском и анализом информации для выявления связей и получения уникальных выводов.

### **Результаты и обсуждение**

Прежде чем углубляться в детали того, как добиться высокой доступности баз данных, давайте убедимся, что у нас есть общее понимание нескольких концепций.

*Доступность* – это показатель времени безотказной работы данной службы в течение определенного периода времени. Это можно понимать, как противоположность времени простоя. Например, ежемесячная доступность 99,99% подразумевает максимальное время простоя около 4 минут в месяц.

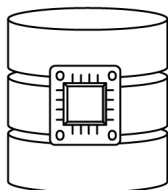
*Долговечность* – это мера способности данной системы сохранять данные при определенных сбоях (например, при отказе оборудования). Например, годовая надежность 99,9999999% означает, что вы можете потерять один объект в год на каждый 1 миллиард объектов, которые вы храните!

Обратите внимание, что доступность данных и долговечность данных сильно различаются. Возможно, вам не удастся получить доступ к данным во время сбоя базы данных, но вы все равно ожидаете, что сохраненные данные будут доступны после возобновления работы базы данных.

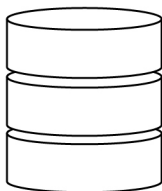
#### *Вычисления и хранение*

В остальной части этой статьи будет использовано понятие *экземпляр (instance)* для обозначения *вычислительной* части развертывания базы данных на данном хосте. Экземпляр – это интерфейс, к которому подключается клиент базы данных (рисунок 1).

Кроме того, будет использоваться термин «*база данных*» (рисунок 2) для обозначения части *хранилища*, по сути, “*файлов*” данных, управляемых связанными экземплярами.



**Рис. 1.** Экземпляр базы данных



**Рис. 2.** База данных

Обратите внимание, что экземпляр и база данных могут находиться на разных хостах.

#### *Схемы для достижения высокой доступности базы данных:*

Высокая доступность обычно достигается с помощью конструкций *избыточности и изоляции*. *Избыточность* реализуется путем дублирования некоторых компонентов базы данных. *Изо-*

ляция достигается путем размещения избыточных компонентов на независимых хостах. Термин «*кластер*» относится ко всей совокупности компонентов развертывания базы данных, включая избыточные. Вместе эти компоненты обеспечивают доступность решения.

Давайте рассмотрим в следующем разделе некоторые Модели кластеризации.

*Избыточность / Кластеризующие конструкции.* Как мы видели ранее, есть 2 основные части развертывания базы данных, которые мы можем сделать избыточными для достижения высокой доступности:

- экземпляр базы данных, который относится к вычислительной части.

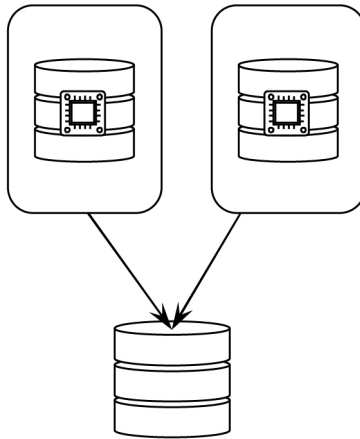
- база данных, которая относится к части хранения.

*Кластеризация на уровне экземпляра.* При таком типе кластеризации мы защищаем часть экземпляра базы данных, развертывая несколько экземпляров на разных хостах. База данных обычно находится в удаленном хранилище, видимом всем заинтересованным хостам.

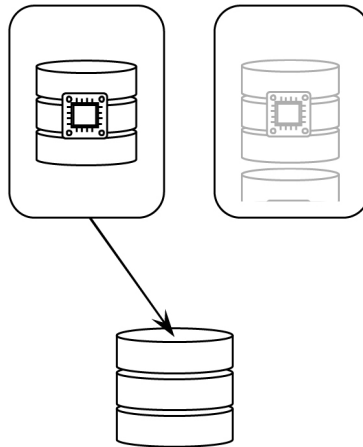
У нас может быть 2 типа кластеризации на уровне экземпляра:

- *Активный* тип, при котором экземпляры активно обрабатывают запросы клиентов базы данных параллельно (рисунок 3). Это случай реального кластера приложений Oracle database [6]. При возникновении проблемы с одним экземпляром запросы клиентов базы данных будут перенаправлены на остальные работоспособные экземпляры.

- *Активный / пассивный* тип, при котором в любой момент времени только один экземпляр активно обрабатывает запросы клиентов базы данных (рисунок 4). При возникновении проблемы со старым активным экземпляром запросы клиентов будут перенесены во вновь выбранный активный экземпляр. Экземпляр отказоустойчивого кластера Microsoft SQL Server (FCI) [12] предлагает такой тип кластеризации.



**Рис. 3.** Активная кластеризация на уровне экземпляра.



**Рис. 4.** Кластеризация на уровне активного / пассивного экземпляра

### *Кластеризация на уровне базы данных*

При таком типе кластеризации мы защищаем как экземпляр базы данных, так и саму базу данных. Защита только базы данных может привести к ситуации, когда ваши данные защищены, но нет возможности быстро получить к ним доступ. Обратите вни-

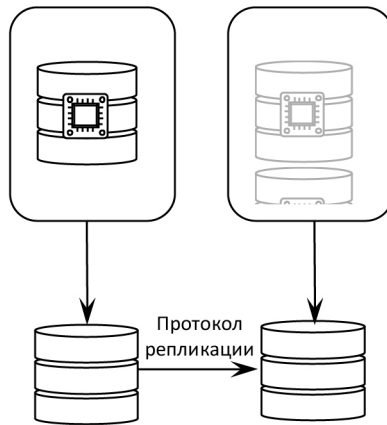
мание, что мы можем создавать автономные копии базы данных для резервного копирования. Тем не менее, основной целью в таком случае является защита данных. Высокая доступность базы данных достигается за счет репликации. Мы можем выделить 2 типа репликации в зависимости от уровня, выполняющего ее:

- *Репликация на основе хранилища*, при которой протокол уровня хранилища / файловой системы передает изменения, происходящие в одной базе данных, в другие базы данных (рисунок 5). Это тип кластеризации, предлагаемый комбинацией экземпляра отказоустойчивого кластера Microsoft SQL Server (FCI) и Storage Space Direct. При этом типе репликации дополнительные экземпляры обычно находятся в режиме ожидания, а протокол репликации обычно синхронный.
- *Репликация на основе решения для баз данных*, при которой протокол уровня базы данных передает изменения, происходящие в одной базе данных, в другие базы данных. Такой тип кластеризации обеспечивается такими решениями, как ReplicaSet от MongoDB, AlwaysOn Availability Group от Microsoft SQL Server и Data Guard от Oracle Database. У нас может быть 2 подтипа репликации на основе решения для базы данных:

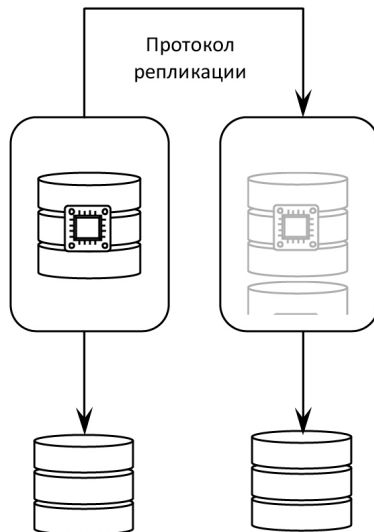
– *Логическая репликация*: когда мы реплицируем запросы клиента базы данных от одного экземпляра к другому. Репликация Oracle Golden Gate и MySQL на основе инструкций поддерживают этот тип репликации.

– *Физическая репликация*: когда мы реплицируем влияние клиентских запросов базы данных на данные из одной базы данных в другую (проходя через экземпляр). Oracle Data Guard и репликация на основе строк MySQL поддерживают этот вид репликации.

Мы используем термин «*реплики*» для обозначения дополнительных баз данных, возникающих в результате механизма репликации. *Основная база данных / экземпляр* – это та, которая получает трафик записи клиента.



**Рис. 5.** Репликация на основе хранилища для кластеризации базы данных



**Рис. 6.** Репликация на основе решения для кластеризации баз данных

*Развертывания баз данных без общего доступа* состоят из независимых серверов, каждый из которых имеет свою собственную выделенную память, вычислительные мощности и хранили-



ще. Они, как правило, обеспечивают более высокую доступность, поскольку позволяют нам использовать все конструкции изоляции, которые мы увидим в следующем разделе.

*Конструкции изоляции.* Изоляция заключается в уменьшении радиуса воздействия данного сбоя / аварийного события на компоненты вашего кластера. Чем дальше расположены ваши резервные компоненты, тем меньше вероятность того, что все они выйдут из строя одновременно (рисунок 7).



**Рис. 7.** Изменение изоляции данных

*Изоляция сервера.* Это самая элементарная форма изоляции. Размещение резервных компонентов на разных серверах предотвращает воздействие сбоя в сетевой карте, подключенном устройстве хранения данных или процессоре на все ваши резервные компоненты.

*Изоляция в стойке.* Стойка – это стандартизированный корпус для установки серверов и различного другого электронного оборудования. Серверы, размещенные в одной стойке, могут совместно использовать ряд элементов, таких как сетевые коммутаторы и кабели питания. Размещение ваших резервных компонентов на серверах, размещенных в разных стойках, предотвратит влияние сбоя в одном из совместно используемых компонентов на все ваше развертывание.

*Изоляция центра обработки данных (ЦОД).* Как правило, все серверы, размещенные в данном центре обработки данных, совместно используют инфраструктуру питания и охлаждения. Использование нескольких центров обработки данных для размещения развертывания базы данных сделает ее устойчивой к более

широкому спектру событий, таких как сбои питания и операции обслуживания в масштабах всего центра обработки данных.

*Изоляция зоны доступности.* Поставщики общедоступных облачных вычислений популяризировали концепцию “зоны доступности”. Она состоит из одного или нескольких центров обработки данных, которые географически расположены близко друг к другу. Использование нескольких зон доступности для размещения развертываний базы данных может защитить ваши службы от некоторых “стихийных” бедствий, таких как пожар и наводнения.

*Региональная изоляция.* Мы можем пойти еще дальше в плане изоляции и использовать несколько регионов для развертывания нашей базы данных. Такого рода настройки могут защитить вашу базу данных от крупных стихийных бедствий, таких как штормы, извержения вулканов и даже политическая нестабильность (подумайте о переносе рабочей нагрузки из зоны боевых действий в другой регион). Теперь, когда у нас есть хороший обзор того, как сделать данное развертывание базы данных устойчивым к определенным событиям сбоя, нам нужно убедиться, что мы можем *автоматически* использовать его отказоустойчивость.

*Автоматическое управление отказоустойчивостью*

*Отказоустойчивость* – это процесс, посредством которого мы передаем право собственности на службу базы данных с неисправного сервера на исправный. Отказоустойчивость может быть инициирована вручную пользователем или автоматически компонентом развертывания базы данных. Использование вмешательства человека может привести к увеличению времени простоя по сравнению с автоматическими отказами, поэтому этого следует избегать.

*Отказоустойчивость на стороне сервера.* Чтобы автоматически инициировать переход от основного экземпляра / базы данных к реплике, компонент должен отслеживать состояние каждого из экземпляров и решать, в какой из исправных следует перенести службу. Вот список средств для восстановления работоспособности некоторых популярных баз данных:

- Orchestrator для MySQL/MariaDB [8];
- Patroni (включая необходимое распределенное хранилище конфигурации) для PostgreSQL [2, 9];
- Отказоустойчивый кластер Windows Server (WSFC), включающий свидетелей голосования участников для SQL Server [12];
- Oracle Data Guard (включая компонент observers) для Oracle database [6].

Если вы планируете использовать такие инструменты, то вам необходимо выполнить серию тестов (как на первичных, так и на репликах), чтобы убедиться, что поведение кластера соответствует вашим ожиданиям:

- корректно остановить основной процесс создания экземпляра базы данных;
- внезапно завершить основной процесс создания экземпляра базы данных
- перезагрузить хостинг-сервер;
- отключить процессы кластеризации / отказа;
- изолировать, с точки зрения сети, соответствующий экземпляр базы данных от остальных экземпляров базы данных.

В зависимости от поведения выбранного решения вам может потребоваться реализовать собственную настройку в соответствии с вашими требованиями.

*Отказоустойчивость на стороне приложения.* Важным аспектом высокой доступности базы данных, который часто упускается из виду, является способность приложения быстро (повторно) подключаться к исправным экземплярам базы данных после сбоя сервера.

Для быстрого перехода ваших приложений к работоспособным экземплярам может потребоваться:

- установить разумные настройки сохранения работоспособности TCP, которые позволят вашим приложениям вовремя обнаруживать обрыв соединения;

- установить тайм-ауты для всех ваших обращений к базе данных, чтобы избежать зависания соединений;
- реализовать логику повторных попыток в своих приложениях для устранения определенных типов ошибок базы данных / сети;
- использовать прокси-серверы базы данных, чтобы скрыть изменения основного хоста от клиента базы данных.

Как видно, обеспечение высокой доступности базы данных требует значительного объема работы по проектированию, тестированию и обслуживанию нескольких компонентов и конфигураций. Высокая доступность может быть достигнута или максимизирована для следующих вариантов развертывания: один экземпляр базы данных (с репликами чтения или без них) и несколько основных (с координатором или без него). Высокая доступность обеспечивает бесперебойную работу системы за счет устранения отдельных точек отказа, в то время как аварийное восстановление фокусируется на восстановлении нормальной работы после сбоя или простоя. Существует несколько вариантов развертывания, поскольку не существует универсального решения. Выбор наилучшего варианта зависит от вашего конкретного варианта использования и требований.

### *Список литературы*

1. Бочаров А. А. Архитектура серверов корпоративных баз данных // Диалог культур: Материалы XVI Международной научно-практической конференции на английском языке. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 17–19 мая 2023 года / Под общей редакцией В.В. Кирилловой. Том Часть I. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2023. С. 158-162.
2. Будзко В. И. Развитие систем высокой доступности с применением технологии «большие данные» // Системы высокой доступности. 2013. Т. 9, № 4. С. 003-011.

3. Смирнов А. А. Репликация и высокая доступность в PostgreSQL // Научный Лидер. 2023. № 30(128). С. 30-31.
4. Хамитов Р. М. Цифровизация образования и ее аспекты // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 3. С. 8. <https://doi.org/10.17513/spno.30771>
5. Data Attack Surface Report Steve Morgan, Editor-in-Chief Northport, N.Y. June 8, 2020. URL: <https://cybersecurityventures.com/wp-content/uploads/2020/12/ArcserveDataReport2020.pdf> (дата обращения: 14.10.2023).
6. Data Guard. URL: <https://www.oracle.com/technical-resources/articles/smiley-fsfo.html> (дата обращения: 14.10.2023).
7. Mohamed Wadie Nsiri Patterns to achieve database High Availability. URL: <https://ubuntu.com/blog/database-high-availability> (дата обращения: 14.10.2023).
8. Orchestrator. URL: <https://github.com/openark/orchestrator> (дата обращения: 14.10.2023).
9. Patroni. URL: <https://patroni.readthedocs.io/en/latest/> (дата обращения: 14.10.2023).
10. Shevchenko O.M., Torkunova Yu.V., Upshinskaya A.E., Shorina T.V. Learning Data Visualization in Assessing Linguistic Competence in the International Baccalaureate // European Proceedings of Social and Behavioral Sciences. Conference proceedings. London, 2020. P. 1155-1164.
11. System Failure - The Cost of Database Downtime. URL: <https://www.manageforce.com/blog/dba-suffering-from-system-failure-infographic> (дата обращения: 14.10.2023).
12. WSFC. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/failover-clusters/windows/windows-server-failover-clustering-wsfc-with-sql-server?view=sql-server-ver16> (дата обращения: 14.10.2023).

### *References*

1. Bocharov A. A. *Dialog kul'tur: Materialy XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii na angliyskom yazyke. V 3-kh chastyakh, Sankt-Peterburg, 17–19 maya 2023 goda* [Dialogue of Cultures: Proceedings of the XVI International Scientific and Prac-

- tical Conference in English. In 3 parts, St. Petersburg, May 17-19, 2023] / ed. V.V. Kirillova. Part 1. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 2023, pp. 158-162.
2. Budzko V. I. *Sistemy vysokoy dostupnosti*, 2013, vol. 9, no. 4, pp. 003-011.
  3. Smirnov A. A. *Nauchnyy Lider*, 2023, no. 30(128), pp. 30-31.
  4. Khamitov R. M. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2021, no. 3, p. 8. <https://doi.org/10.17513/spno.30771>
  5. Data Attack Surface Report Steve Morgan, Editor-in-Chief Northport, N.Y. June 8, 2020. <https://cybersecurityventures.com/wp-content/uploads/2020/12/ArcserveDataReport2020.pdf>
  6. Data Guard. <https://www.oracle.com/technical-resources/articles/smiley-fsfo.html>
  7. Mohamed Wadie Nsiri Patterns to achieve database High Availability. <https://ubuntu.com/blog/database-high-availability>
  8. Orchestrator. <https://github.com/openark/orchestrator>
  9. Patroni. <https://patroni.readthedocs.io/en/latest/>
  10. Shevchenko O.M., Torkunova Yu.V., Upshinskaya A.E., Shorina T.V. Learning Data Visualization in Assessing Linguistic Competence in the Inter-national Baccalaureate. *European Proceedings of Social and Behavioral Sciences. Conference proceedings*. London, 2020, pp. 1155-1164.
  11. System Failure - The Cost of Database Downtime. <https://www.manageforce.com/blog/dba-suffering-from-system-failure-infographic>
  12. WSFC. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/failover-clusters/windows/windows-server-failover-clustering-wsfc-with-sql-server?view=sql-server-ver16>

## ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

**Хамитов Ренат Минзашарифович**, доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы», кандидат технических наук, доцент  
*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»*

*ул. Красносельская, 51, г. Казань, 420066, Российская Фе-  
дерация  
hamitov@gmail.com*

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

**Renat M. Khamitov**, Associate Professor of the Department of In-  
formation Technologies and Intelligent Systems, Candidate of  
Technical Sciences

*Kazan State Power Engineering University*

*51, Krasnoselskaya Str., Kazan, 420066, Russian Federation*

*hamitov@gmail.com*

*SPIN-code: 7401-9166*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9949-4404>*

*Scopus Author ID: 57222149321*

Поступила 13.11.2023

После рецензирования 28.11.2023

Принята 02.12.2023

Received 13.11.2023

Revised 28.11.2023

Accepted 02.12.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-175-187  
УДК 656.078; 338.47



Научная статья | Управление процессами перевозок

## ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

*О.Н. Миркина*

*Транспорт является важной отраслью экономики страны. Его деятельность оказывает влияние на другие предприятия и население. Важно, чтобы предприятия транспортной отрасли достигли состояния экономической безопасности. Показано отсутствие единого определения понятия «экономическая безопасность» и подходов его оценке. Отмечено, что с понятием «экономическая безопасность» тесно связано понятие «финансовая безопасность». Показано, что без финансовой безопасности невозможно достижение состояния экономической безопасности. На примере важнейшего предприятия железнодорожного транспорта России проведена оценка финансового состояния, финансовой безопасности и экономической безопасности. Выявлена крайне низкая экономическая безопасность предприятия. На основании анализа предложены некоторые пути повышения финансовой и экономической безопасности рассматриваемого предприятия.*

**Цель** – рассмотрение практических аспектов экономической безопасности транспортной компании через оценку финансовой и экономической безопасности АО «ФПК».

**Метод или методология проведения работы:** в исследовании применялись системный подход и общенаучные методы – статистический, сравнительный анализ, экспертные оценки и логические обобщения.



**Результаты:** показана взаимосвязь финансовой и экономической безопасности предприятия. Оценена экономическая безопасность АО «ФПК» как крайне низкий. Предложены некоторые пути укрепления финансовой и экономической безопасности.

**Область применения результатов:** полученные результаты целесообразно применять экономическим субъектам, осуществляющим деятельность в сфере транспорта.

**Ключевые слова:** транспортная система; предприятие; финансовая безопасность; экономическая безопасность

**Для цитирования.** Миркина О.Н. Практические аспекты оценки экономической безопасности транспортной компании // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 4. С. 175-187. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-175-187

Original article | Transportation Process Management

## PRACTICAL ASPECTS OF ASSESSING THE ECONOMIC SECURITY OF A TRANSPORT COMPANY

*O.N. Mirkina*

*Transport is an important sector of the country's economy. Its activities have an impact on other businesses and the public. It is important that enterprises in the transport industry achieve a state of economic security. The absence of a unified definition of the concept of "economic security" and approaches to its assessment is shown. It is noted that the concept of "financial security" is closely related to the concept of "economic security." It has been shown that without financial security, it is impossible to achieve a state of economic security. On the example of the most important enterprise of railway transport in Russia, an assessment of the financial condition, financial security and economic security was carried out. Extremely low economic security of the enterprise was revealed. Based on the analysis, some ways have*

*been proposed to improve the financial and economic security of the enterprise in question.*

**The goal** is to consider practical aspects of the economic security of the transport company through an assessment of the financial and economic security of FPK JSC.

**Method or methodology of work:** the study used a systematic approach and general scientific methods - statistical, comparative analysis, expert assessments and logical generalizations.

**Results:** shows the relationship between the financial and economic security of the enterprise. The economic security of FPK JSC was assessed as extremely low. Some ways to strengthen financial and economic security have been proposed.

**Field of application of the results:** it is advisable to apply the obtained results to economic entities engaged in activities in the field of transport.

**Keywords:** transport system; enterprise; financial security; economic security

**For citation.** Mirkina O.N. Practical Aspects of Assessing the Economic Security of a Transport Company. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 175-187. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-175-187

Транспортную отрасль можно рассматривать как одну из базовых отраслей отечественной экономики, поэтому состоянию компаний ее составляющих следует уделять большое внимание. Оттого, насколько они обеспечены средствами производства, финансово устойчивы и эффективны, зависит надежность их функционирования, своевременность и скорость выполнения поставленных задач, что в свою очередь отражается на сопряженных предприятиях и населении, пользующемся их услугами. В тоже время неопределенность и нестабильность общей экономической ситуации, периодически возникающие разного рода кризисы, колебания валютных курсов и процентных ставок, другие негатив-

ные явления, свойственные рыночной экономике, заставляют субъектов экономики стремиться достигнуть состояния, при котором располагаемые компанией ресурсы используются наилучшим образом, т.е. ситуации экономической безопасности. Таким образом, рассмотрение практических аспектов экономической безопасности компании транспортной отрасли представляет интерес.

Вообще место транспортной отрасли в отечественной экономике можно охарактеризовать следующими данными. По данным Минэкономразвития РФ отрасль «Транспортировка и хранение» по состоянию на 2023 г. в ВВП составляет 5,6% (для сравнения, в 2021 г. – 5,4%). Среднесписочная численность работников в организациях транспортного комплекса Минтранса России за 2022 г. составила 1961322,5 чел. Из них наибольшая численность работников приходится на предприятия автомобильного (502706,3 чел. или 25,6%) и железнодорожного (423582,1 чел. или 21,6%) транспорта.

Транспортная отрасль оказывает услуги по перевозке грузов и пассажиров. Наибольший объем грузооборота приходится на железнодорожный транспорт – 2637,8 млрд тонно-километров в 2022 г. По показателю «пассажиरोоборот» в 2022 г. лидирует воздушный транспорт (228,0 млрд пассажира-километров), затем следует железнодорожный транспорт (124,0 млрд пассажира-километров). Осложнение внешнеполитической обстановки сказалось на показателях деятельности транспортной отрасли [4, 8]. Опираясь на эти данные, можно заметить важнейшую роль в транспортной отрасли России именно предприятий железнодорожного транспорта.

Учитывая значение для экономики страны железнодорожного транспорта, целесообразно рассмотреть экономическую безопасность одного из ведущих предприятий этой отрасли – Акционерного общества «Федеральная пассажирская компания» (АО «ФПК»). АО «ФПК» является естественным монополистом на рынке железнодорожных пассажирских перевозок в России.

Проблема оценки и обеспечения экономической безопасности является довольно актуальной в условиях рыночной экономики, поэтому она отражается в отечественной законодательной базе, также ей посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых и практиков.

Государство уделяет внимание проблемам экономической безопасности и ее обеспечения, поэтому относительно недавно был выработан ряд соответствующих нормативных документов. В 2017 г. Указом Президента РФ [1] была утверждена «Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года». В этом документе даны определения базовых понятий, связанных с экономической безопасностью на уровне национальной экономики. Под экономической безопасностью в Стратегии понимается «состояние защищенности национальной экономики от внешних и внутренних угроз, при котором обеспечиваются экономический суверенитет страны, единство ее экономического пространства, условия для реализации стратегических национальных приоритетов Российской Федерации». Дано также определение понятия «обеспечение экономической безопасности» – это «реализация органами государственной власти, органами местного самоуправления и Центрального банка Российской Федерации во взаимодействии с институтами гражданского общества комплекса политических, организационных, социально-экономических, информационных, правовых и иных мер, направленных на противодействие вызовам и угрозам экономической безопасности и защиту национальных интересов Российской Федерации в экономической сфере». Как видно, эти определения охватывают национальную экономику, поскольку касаются деятельности органов власти и институтов гражданского общества.

В научной литературе проблемы экономической безопасности также рассматриваются довольно подробно. Стоит отметить, пока не сложилось единого подхода к определению понятий «эко-

номическая безопасность» и «обеспечение экономической безопасности». Однако очевидно, что научная литература рассматривает проблемы экономической безопасности на разных уровнях экономики – от отдельного предприятия или даже человека до региона, страны, в том числе в аспекте ее международных экономических отношений [3].

Определение экономической безопасности государства, сформулированное Л. И. Абалкиным, гласит – это «совокупность условий и факторов, обеспечивающих независимость национальной экономики, ее стабильность и устойчивость, способность к постоянному обновлению и совершенствованию» [2]. По мнению С. Ю. Глазьева, это «поддержание необходимого уровня национальной безопасности государства, а также должного уровня конкурентоспособности национальной экономики в условиях глобальной конкуренции» [5].

Проблемам экономической безопасности на уровне предприятия посвящены работы многих авторов. Сопоставление определений, сформулированных ими, позволяет отметить, что понятие экономической безопасности предприятия преимущественно сводится к обобщению совокупности основных элементов, таких как устойчивость, суверенность, независимость, функционирование в условиях конкуренции. Наиболее справедливым и практически ориентированным представляется следующее определение: «экономическая безопасность – такое состояние предприятия, при котором наиболее эффективно используются его ресурсы с целью предотвращения различных угроз для обеспечения стабильной работы предприятия в настоящем и в будущем» [10].

Понятие «обеспечение экономической безопасности предприятия» также имеет довольно широкий спектр определений. Наиболее полным, на наш взгляд, является следующее определение: «Представляет собой сложившуюся систему экономических, прежде всего производственных, отношений по поводу формирования мер и действий, направленных на поиск и практическое

использование совокупности научно обоснованных факторов, обеспечивающих устранение (что маловероятно), предотвращение или смягчение внутренних и внешних угроз соответствующим объектам, субъектам, явлениям, процессам, а также способствующих устойчивому их развитию» [6].

Опираясь на приведенное определение довольно просто представить экономическую безопасность предприятия как производную совокупности факторов – труда, капитала, информации, земли. Отсюда, представляется справедливым говорить о кадровой, финансовой, технологической, информационной, экологической, правовой безопасности. Представление экономической безопасности предприятия как комплекса отдельных секторов (сегментов) безопасности свойственно многим отечественным ученым.

Большинство авторов сходятся во мнении, что важнейшим сектором экономической безопасности предприятия является финансовая безопасность. Объяснить это можно следующим. Финансовая система предприятия представляет собой совокупность его финансовых отношений, опосредующих практически все операции, производимые предприятием. Соответственно, от того насколько четко и отлаженно функционирует финансовая система зависит результат деятельности предприятия, его положение на рынке товаров, капитала и многое другое. Можно сделать вывод, что финансовая система предприятия в значительной степени обеспечивает экономическую безопасность предприятия [7]. Поэтому опираясь на оценку финансовой безопасности можно со значительной степенью уверенности оценить и экономическую безопасность предприятия.

Также следует отметить, в литературе нет единого взгляда на подходы к оценке экономической безопасности, однако, многие авторы сходятся во мнении, что оценить финансовую безопасность предприятия можно опираясь на показатели его финансового состояния, сопоставляя полученные результаты с рекомендуемыми отраслевыми или нормативными значениями [9]. Чаще

всего рекомендуется использовать бальную оценку при определении экономической безопасности предприятия.

Оценить финансовую и экономическую безопасность АО «ФПК» можно по данным отчетности. Анализ данных операционных отчетов предприятия за период 2020-2022 гг. позволяет отметить положительную динамику таких показателей как пассажирооборот (+20,7% в 2022 г. против показателя 2021 г.), число перевезенных пассажиров (+18,2% в 2022 г. к 2021 г.). Это положительно отразилось на величине доходов. Рост доходов от основной деятельности составил 62,3 млрд руб. Основным источником прироста (+54,2 млрд руб.) стало увеличения пассажирооборота.

Опираясь на данные финансовой отчетности за 2020-2022 гг., можно отметить стабильный рост стоимости имущества АО «ФПК», так за 2022 г. прирост составил 24 млрд руб. или 7%. Прирост произошел преимущественно за счет внеоборотных активов (+14,2 млрд руб. или +4,7%), хотя стоимость оборотных активов также возросла (+9,9 млрд руб. или +8%). Характеризуя изменения в пассиве баланса, можно отметить рост собственных средств (+37,7 млрд руб. или +17,7%) и одновременное снижение долговых обязательств долгосрочного и краткосрочного характера (-7,7 млрд руб. или -15,5% и -5,9 млрд руб. или -8,2% соответственно). Прирост валюты баланса и произошедшие изменения в источниках финансирования положительно характеризуют деятельность АО «ФПК». В тоже время преобладание внеоборотных активов в имуществе предприятия указывает на «тяжелую» их структуру, свидетельствует о значительных накладных расходах и высокой чувствительности к изменениям выручки (сказывается действие эффекта операционного рычага). Это снижает экономическую безопасность предприятия.

В структуре оборотных активов преобладает дебиторская задолженность – по итогам 2022 г. на ее долю приходится 60% оборотных активов (6,74% активов). В ее структуре 43,1%, (10,42 млрд руб.) приходится на задолженность покупателей и заказчиков (кроме перевозок). Значительная часть данной задолженности образо-

валась в связи с применением условий расчетов, предусмотренных долгосрочным договором. В определенный момент это может отрицательно сказаться на платежеспособности АО «ФПК».

Вертикальный анализ пассивов показывает, что основным источником финансирования являются собственные средства. Положительная динамика раздела «Капитал и резервы» говорит о положительных тенденциях в развитии предприятия. Рассматривая обязательства предприятия, следует отметить значительную величину кредиторской задолженности (31,26% обязательств и 9,38% пассивов). Очевидно, что кредиторская задолженность по итогам 2022 г. преобладает над дебиторской. Такую ситуацию нельзя оценить однозначно с точки зрения финансовой безопасности: присутствует риск неплатежеспособности, однако кредиторскую задолженность можно рассматривать в качестве дополнительного источника финансирования, не требующего выплаты процентов.

Расчет некоторых абсолютных и относительных показателей финансового состояния выявил, что в течение 2020-2022 гг. предприятие имеет кризисное (критическое) финансовое состояние, что лишает АО «ФПК» возможности своевременно расплачиваться по обязательствам. Расчет коэффициентов оборачиваемости АО «ФПК» выявил замедление оборачиваемости оборотных средств, кредиторской задолженности, что говорит о снижении эффективности использования средств. Расчет коэффициентов рентабельности собственного капитала и активов показал положительную динамику за 2020-2022 гг., хотя их значения довольно низкие.

Таким образом, анализ ряда финансовых показателей АО «ФПК» позволяет сделать вывод, что предприятие не является финансово устойчивым. Очевидно, что такое предприятие не может быть оценено как финансово безопасное, также очевидно, что это негативно сказывается на его экономической безопасности. Поскольку АО «ФПК» имеет неустойчивое финансовое состояние, уровень его экономической безопасности оценивается как крайне низкий [9].



Очевидно, что часть выявленных проблем является объективным следствием специфики отрасли и положения предприятия на рынке (большие накладные расходы, высокая доля амортизационных отчислений, заработной платы и т.д.), поэтому будет сложно найти пути их решения, а другая часть проблем является чисто экономической (например, соотношение дебиторской и кредиторской задолженности), поэтому она может быть решена относительно легко. Следует разрабатывать мероприятия, направленные на улучшение финансового состояния предприятия, повышение его ликвидности, финансовой устойчивости. Необходимым представляется повышение эффективности использования имущества и деятельности предприятия. Возможно, следует оптимизировать структуру имущества за счет реализации или ликвидации неиспользуемых и излишних объектов, что позволит увеличить рентабельность активов; минимизировать запасы оборотных активов путем налаживания финансовой дисциплины, что увеличит эффективность их использования и снизит потребность в оборотных средствах; изыскать резервы снижения затрат на основную и прочую виды деятельности с целью повышения эффективности использования собственного капитала. Реализация мер по укреплению финансового состояния позволит повысить финансовую и экономическую безопасность АО «ФПК». Учитывая специфику деятельности и положения в отрасли АО «ФПК», можно отметить, что устойчивое функционирование предприятия будет иметь не только положительный экономический эффект для экономики страны в целом, но также существенный социальный эффект для населения страны в виде расширения доступности пассажирских перевозок.

Таким образом, значение предприятий транспортной отрасли для экономики нашей страны трудно переоценить. Для длительного успешного функционирования предприятий необходимо обеспечение их экономической безопасности. Важнейшим условием экономически безопасного состояния является обеспечение

финансовой безопасности, поскольку финансовые отношения обеспечивают все экономические процессы предприятия. Оценив финансовую безопасность предприятия можно определить его экономическую безопасность. На примере АО «ФПК» определена финансовая безопасность предприятия транспортной отрасли и сделан вывод о его крайне низкой экономической безопасности. Следует изыскивать пути укрепления финансовой, а значит и экономической, безопасности АО «ФПК». Это окажет положительное влияние на экономику страны.

### *Список литературы*

1. Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/111512/> (дата обращения 02.10.2023)
2. Абалкин Л. И. Экономическая безопасность России: угрозы и их отражение // Вопросы экономики. 1994. № 12. С. 4-16.
3. Александрова Е. А. Актуальные проблемы теории и практики бюджетно-налоговой безопасности региона / Е. А. Александрова, С. М. Сапожникова, Н. В. Рейхерт. Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2022. 304 с. <https://doi.org/10.31483/a-10412>
4. Бондарь Д. А. Статистический анализ: тенденции перевозок общественного транспорта в 2000-2021 годах / Д. А. Бондарь, А. А. Кондратьев, Е. Г. Агапова // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 2-2. С. 7-13. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-2-2-7-13>
5. Глазьев С.Ю. Основы обеспечения экономической безопасности страны – альтернативный реформационный курс: материалы Международной научно-практической конференции «Атояновские чтения». Саратов, 2018. 145 с.
6. Дерен В. И. Мировая экономика и международные экономические отношения: учебник и практикум для вузов. Москва: Издательство Юрайт, 2023. 617 с.

7. Миркина О. Н. Финансовая безопасность предприятия в системе экономической безопасности // Наука Красноярья. 2020. Т. 9, № 1-3. С. 81-85.
8. Покровская О. Д. Трансформация рынка транспортных услуг в России в условиях международных санкций / О. Д. Покровская, Ю. А. Мороз, М. И. Меликов // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 1. С. 197-211. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-197-211>
9. Сапожникова С. М. Экономическая безопасность: теоретические и практические подходы / С. М. Сапожникова, Н. В. Рейхерт. Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2021. 120 с. <https://doi.org/10.31483/a-10305>
10. Экономическая и национальная безопасность: учебник / Рос. экон. акад. им Г.В. Плеханова; под ред. Е.А. Олейникова. Москва: Лабиринт, 2020. 768 с.

### *References*

1. Decree of the President of the Russian Federation “On the Strategy of Economic Security of the Russian Federation for the period up to 2030”. URL: <http://government.ru/docs/all/111512/>
2. Abalkin L. I. *Voprosy ekonomiki*, 1994, no. 12, pp. 4-16.
3. Aleksandrova E. A. *Aktual'nye problemy teorii i praktiki byudzhetho-nalogovoy bezopasnosti regiona* [Actual problems of the theory and practice of budget and tax security of the region] / E. A. Aleksandrova, S. M. Sapozhnikova, N. V. Reykhert. Cheboksary: Sreda, 2022, 304 p. <https://doi.org/10.31483/a-10412>
4. Bondar' D. A., Kondrat'ev A. A., Agapova E. G. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 2-2, pp. 7-13. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-2-2-7-13>
5. Glaz'ev S.Yu. *Osnovy obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti strany – al'ternativnyy reformatsionnyy kurs: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Atoyanovskie chteniya»* [Fundamentals of ensuring economic security of the country - an alternative reform course: materials of the International Scientific and Practical Conference “Atoyanov Readings”]. Saratov, 2018, 145 p.

6. Deren V. I. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye ekonomicheskie otnosheniya* [World economy and international economic relations]. Moscow: Yurait Publishing House, 2023, 617 p.
7. Mirkina O. N. *Nauka Krasnoyar 'ya*, 2020, vol. 9, no. 1-3, pp. 81-85.
8. Pokrovskaya O. D., Moroz Yu. A., Melikov M. I. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 1, pp. 197-211. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-197-211>
9. Sapozhnikova S. M. *Ekonomicheskaya bezopasnost': teoreticheskie i prakticheskie podkhody* [Economic security: theoretical and practical approaches] / S. M. Sapozhnikova, N. V. Reykhert. Cheboksary: Sreda, 2021, 120 p. <https://doi.org/10.31483/a-10305>
10. *Ekonomicheskaya i natsional'naya bezopasnost'* [Economic and national security] / ed. E.A. Oleynikov. Moscow: Labirint, 2020, 768 p.

#### ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

**Миркина Ольга Наумовна**, доцент кафедры экономики, кандидат экономических наук, доцент  
*Смоленский государственный университет*  
*ул. Пржевальского, 4, г. Смоленск, 214000, Российская Федерация*  
*olga-mirkina@yandex.ru*

#### DATA ABOUT THE AUTHOR

**Olga N. Mirkina**, Associate Professor of Economics, Candidate of Economics, Associated Professor  
*Smolensk state University*  
*4, Przewalski Str., Smolensk, 214000, Russian Federation*  
*olga-mirkina@yandex.ru*  
*SPIN-code: 5972-7929*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8040-8353>*

Поступила 13.11.2023  
После рецензирования 28.11.2023  
Принята 05.12.2023

Received 13.11.2023  
Revised 28.11.2023  
Accepted 05.12.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-188-204

УДК 004.67



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО РАСПИСАНИЯ

*А.С. Петросян, А.А. Сурмачевская, Е.А. Сафонова,  
Э.М. Кузнецова, Г.А. Гареева*

*В данной статье представлена разработка, оптимизирующая процесс составления учебного расписания путем создания алгоритмов, которые автоматически распределяют нагрузку учебного процесса и учитывают все предпочтения преподавателей. Одной из популярных на сегодняшний день платформ для развертывания данных разработок является платформа для создания таблиц google Таблицы и создание кода на базе google app script. Особенностью системы, реализованной при помощи данной платформы, является простота использования и минимизация ресурсов, затраченных на хранение программного обеспечения, что в значительной степени упрощает взаимодействие с системой.*

**Цель** – создание инструмента для составления учебного расписания, взаимодействия с базой данных созданной в Google Таблицы, взаимодействия с участниками учебного заведения в режиме онлайн, что экономит личное время преподавателей и работников деканата.

**Метод или методология проведения работы:** в статье рассматривается способ, который оптимизирует процесс составления расписания на неделю, учитывая удобства преподавателя в распределении учебных занятий и нагрузку учебного процесса путем создания алгоритмов на базе google app script. Для реализации используются онлайн-таблицы, доступные всем преподавателям

и работникам деканата, обновляемые в режиме реального времени, созданные в Google Таблицы и при помощи языка программирования google app script.

**Результат:** разработан уникальный инструмент, который реализует функции добавления, хранения, взаимодействия и круглосуточного доступа к данным учебного расписания.

**Область применения результатов:** учебное расписание, хранящееся в онлайн-таблицах и обновляемое работниками деканата, которое целесообразно использовать для мониторинга каждому преподавателю, следя за своим временем проведения учебных занятий в образовательных учреждениях.

**Ключевые слова:** google app script; учебное расписание; учебный процесс; автоматизация; онлайн-таблицы; программирование; Google Таблицы

**Для цитирования.** Петросян А.С., Сурмачевская А.А., Сафонова Е.А., Кузнецова Э.М., Гареева Г.А. Автоматизация процесса составления учебного расписания // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 188-204. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-188-204

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

## **AUTOMATING THE PROCESS OF PREPARING THE SCHOOL TIMETABLE**

***A.S. Petrosyan, A.A. Surmachevskaya, E.A. Safonova,  
E.M. Kuznetsova, G.A. Gareeva***

*This paper presents a development that optimizes the process of educational scheduling by creating algorithms that automatically distribute the load of the educational process and take into account all the preferences of teachers. One of the currently popular platforms for deploying these developments is the google tables platform for creat-*

*ing google tables and creating code based on google app script. The peculiarity of the system implemented with the help of this platform is the ease of use and minimization of resources spent on software storage, which greatly simplifies interaction with the system.*

**Purpose** – *create a tool for drawing up a study schedule, interacting with a database created in Google Tables, interacting with participants of an educational institution online, which saves personal time of teachers and employees of the dean's office.*

**Method or methodology of the work:** *the article discusses a way to optimize the creation of a weekly schedule, taking into account the convenience of the teacher in the distribution of pairs and taking into account the load of the educational process by creating algorithms based on Google app script. For implementation, online tables are used that are accessible to all teachers and employees of the dean's office, updated in real time, Tables created in Google and the google app script programming language.*

**Result:** *a unique tool has been developed that implements the functions of adding, storing, interacting and round-the-clock access to training schedule data.*

**Scope of application of the results:** *the curriculum, stored in online tables and updated by the dean's office staff, should be used for monitoring by each teacher, keeping track of their time of couples in educational institutions.*

**Keywords:** *google app script; learning schedule; learning process; automation; online-tables; programming; Google Tables*

**For citation.** *Petrosyan A.S., Surmachevskaya A.A., Safonova E.A., Kuznetsova E.M., Gareeva G.A. Automating the Process of Preparing the School Timetable. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 188-204. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-188-204*

Составление учебного расписания является трудоёмким процессом для работников деканата, требующим большого количества времени, непосредственной связи с преподавателями для

уточнения удобства распределения учебных занятий и распределения нагрузки на рабочий день преподавателя. В основном каждое образовательное учреждение создает учебное расписание занятий на месяц вперед без учета изменений и гибкости графика. Оно необходимо для слаженной работы всего учебного процесса учреждения. На данный момент процедура создания учебного расписания является неслаженным и трудоемким процессом как для преподавателей, так и для работников деканата. Данный процесс можно оптимизировать благодаря онлайн-таблицам, связанным алгоритмом для оптимального распределения нагрузки и гибкости графика преподавателей, что облегчит задачу работникам учебного заведения.

Каждому преподавателю создается отдельная онлайн-таблица с расписанием на неделю, которое преподаватель заполняет самостоятельно в соответствии со своими предпочтениями. Данные таблицы были разработаны с ограничениями по количеству занятий в неделю для равномерного распределения учебного процесса на весь семестр.

Целью данного исследования является разработка программного продукта для добавления, хранения и взаимодействия с расписанием учебных занятий по каждой дисциплине непосредственно самим преподавателем, а также проверки актуального расписания.

Для достижения поставленной цели потребуются следующие ресурсы:

1. Базовая информация о дисциплине для определенной группы:
  - список групп
  - список преподавателей
  - перечень дисциплин, преподаваемых на каждом курсе, каждой группы
2. В качестве разработки проекта потребуются:
  - создание шаблонных таблиц для преподавателей и итоговой таблицы с расписанием в сервисе для создания электронных таблиц – «Гугл Таблицы» (англ. Google Sheets)



- создание алгоритма распределения занятий с помощью облачного скриптового языка Google Apps Script
3. Готовый проект состоит из следующих элементов:
- Google Таблица с фамилией и дисциплинами преподавателя
  - индивидуальная Google Таблица преподавателя для составления расписания
  - итоговая Google Таблица с оптимальным распределением предметов на неделю обучения, которая строится на основании индивидуальных таблиц преподавателей
  - алгоритм просчета нагрузки преподавателя на неделю
  - алгоритм распределения приоритетов того или иного предмета в случае выбора занятий на одно и то же время разных преподавателей.

Для создания алгоритмов был выбран язык программирования google app script, который является встроенным языком для расширения функциональности Google Apps и создания легких облачных приложений. Данный язык был выбран на основании того, что таблицы, обновляемые в режиме реального времени и предоставляющие доступ для всех преподавателей с разных устройств, созданы в Google Таблицах. Соответственно в результате данного действия были минимизированы потери времени на запросы и увеличена оптимизация проекта за счет того, что он работает на одной платформе.

На рисунке 1 представлено создание таблицы расписания с выпадающими списками и привязкой к почте каждого преподавателя.

Далее будет представлен алгоритм взаимодействия. Для каждого преподавателя будет создана индивидуальная таблица расписания на неделю, в которой они заполняют предметы, которые преподают в той или иной группе. При заполнении таблицы подтверждение выбранной даты и времени занятий производится кнопкой «внести изменения в ячейку» (рис.2). Данная опция была создана для исключения ошибочного выбора и корректной работы таблицы.

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet used for creating a timetable. The spreadsheet has a grid with columns for different subjects (e.g., 'Математика', 'Физика', 'Химия') and rows for time slots and dates. Some cells contain text like 'Занятия в таблице (по расписанию)' and others are highlighted in green.

Рис. 1. Создание таблицы расписания

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet with a confirmation dialog box. The dialog box has a green background and contains the text 'ВНЕСТИ ИЗМЕНЕНИЯ В ЯЧЕЙКУ'. Below the dialog box, there is a table with columns for 'Дисциплина' and 'Ауд.', and rows for 'Направление', 'Группа', and time slots.

		Дисциплина	Ауд.	Дисциплина	Ауд.
		15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств			
нед	Направление	23101		23102	
понедельник 27.02.2023	8:00-9:30				
	9:40-11:10				
	11:30-13:00				
	13:10-14:40				
	15:00-16:30				
	16:40-18:10				

Рис. 2. Кнопка подтверждения выбора времени и даты

Для оптимизации и разгрузки учебного процесса на одну неделю будет выделяться определенное количество занятий для каждого предмета с расчетом времени нагрузки на обучающихся и согласно нормированному 8 часовому рабочему графику преподавателей. Преподаватель заполняет расписание с определённым предметом в таблице с выбором времени и дня недели, которые

являются для него предпочтительными. После заполнения преподавателями всех предметов, все таблицы будут объединены в одну общую таблицу. Зеленая ячейка означает, что на эту дату и время были заполнены ячейки у нескольких преподавателей. На рисунке 3 продемонстрирована общая таблицы расписания.

The image shows a screenshot of a software application displaying a large, multi-column table. The table is organized into several vertical sections, each representing a different subject or course. The rows represent time slots. Green rectangular highlights are placed in various cells across the table, indicating that multiple teachers are scheduled for those specific time slots. The interface includes a menu bar at the top and a status bar at the bottom.

**Рис. 3.** Объединённая таблица расписания

Для удобного и своевременного создания расписания было принято решение о заполнении таблиц в субботу. Данное действие будет реализовывать уже сформированное расписание к концу этого дня для публикации, распечатки и ознакомления его с преподавательским составом.

Выполнение алгоритма просчета приоритетов и нагрузки на рабочий день будет следующим. При пересечении двух или более занятий на одну и ту же дату приоритет будет отдаваться по расчету удовлетворенности желаемого времени на данной неделе. На данном этапе выполняется сравнение и просчет всех таблиц, что продемонстрировано на рисунке 4.

На следующем этапе кода выполняется функция распределения приоритетов. При одинаковом количестве процентов удовлетворенности между двумя или более предметами программа выполняет еще один цикл просчета, где уже будет учитывать нагрузку на преподавателя на день пересечения предметов с одинаковым процентом удовлетворенности времени. Соответственно, если нагрузка на преподавателя выше, то приоритет будет отдан преподавателю, чей процент загруженности на этот день будет меньше. Данные действия продемонстрированы на рисунках 5 и 6.

```

120 //функция сравнивает два массива и определяет количество совпадений
121 function matchedCellsCount(firstArray, secondArray) {
122     let matchedValFromArray2 = [];
123     for (var line in firstArray) {
124         var isMatched = secondArray.indexOf(firstArray[line]);
125         if (isMatched !== -1) {
126             //var matchedValFromArray2 = secondArray[isMatched]
127             matchedValFromArray2.push(secondArray[isMatched]);
128         }
129     }
130     return matchedValFromArray2.length;
131     //console.log(matchedValFromArray2);
132 }

```

Рис. 4. Сравнение таблиц

```

//функция считает процент удовлетворённости
function percentOfSatisfaction(array, countOfMatch, countOfRed) {
    var chislitel = countOfMatch + countOfRed;
    var percentOfSatisfaction = 100 - (chislitel / array.length * 100);
    return percentOfSatisfaction;
}

```

Рис. 5. Просчет процента удовлетворенности

```

//сравнение процентов удовлетворенности
function comparePosForColor(pos1, id1, pos2, id2, matchedCells) {
    if (pos1 > pos2) {
        colorRedMC(matchedCells, id1); //вызывает функцию, которая окрасит совпавшие ячейки в таблице учителя, чей уровень удовлетворённости выше
        //console.log(matchedCells);
    }
    else if (pos1 < pos2) {
        colorRedMC(matchedCells, id2);
        //console.log(matchedCells);
    }
    else {
        console.log("Одинаковый процент удовлетворённости");
    }
}

```

Рис. 6. Сравнение процентов удовлетворенности

Следующим выполнением кода является создание готового расписания, где ячейки, окрашенные зеленым и белым цветом, остаются неизменными и переносятся в итоговую таблицу, а ячейки, окрашенные красным цветом и имеющие более низкий приоритет, будут перенесены на ближайшие свободные ячейки от тех дат, где они были изначально. Демонстрация выполнения данного кода показана на рисунках 7 и 8.

```
//копирует из таблицы все ячейки, которые содержат значения и не красные и вставляет в итоговую таблицу
function copyPaste(id) {
    var finalSheet = SpreadsheetApp.openById("1vOor82fKhGzh49xTettTxPTBtvBrZpCtQnsPuwvVPTY");
    var finalRange = finalSheet.getSheetByName("Schedule");
    var pr1 = SpreadsheetApp.openById(id);
    var range = pr1.getRange("Schedule!B4:AH40");
    var numRows = range.getNumRows();
    var numCols = range.getNumColumns();

    for (var i = 1; i < numRows; i++) {
        for (var j = 1; j < numCols; j++) {
            if (range.getValues()[i][j] != '' && range.getBackgrounds()[i][j] != '#ff0000') {
                let c11 = range.getValues()[i][j];
                finalRange.getRange(i + 4, j + 2).setValue(c11);
            }
        }
    }
}
}
```

**Рис. 7.** Перенос в итоговую таблицу расписания занятий с не пересекающимися с другими предметами и ячейки с более высокими приоритетами

```
//ВЫЗОВ ФУНКЦИИ КОТОРАЯ ПЕРЕНЕСЕТ ЭТУ КРАСНУЮ ЯЧЕЙКУ В ИТОГОВУЮ ТАБЛИЦУ И ПОКРАСИТ В ЗЕЛЕНый
function copyPasteRedCell(finalList, range2List, row, col, emptyCellRow) {

    var copyCell = range2List.getRange(row, col).getValue(); //значение красной ячейки в таблице преподавателя
    range2List.getRange(row, col).setBackgroundcolor('green'); //перекраска этой яч-ки в зеленый
    var pasteRange = finalList.getRange(emptyCellRow, col); //ячейка в итоговой табл в которую будет переносится значение
    pasteRange.setValue(copyCell); //вставка значения
    pasteRange.setBackgroundcolor('green'); //зеленый цвет для этой яч-ки в итоговой табл

    console.log("адрес красной ячейки");
    console.log(row, col);
    console.log("Значение");
    console.log(range2List.getRange(row, col).getValue());
    console.log("адрес места для вставки");
    console.log(emptyCellRow, col);
}
}
```

**Рис. 8.** Перенос предметов с более низким приоритетом на ближайшие даты от того времени, на которое они были назначены

```
//узнать в первой или второй смене красная ячейка
function getShiftOfRedCell(row, col, lastName, range2List) {
    var arrFirsShift = [5, 6, 7, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 29, 30, 31, 35, 36, 37]; //строки первой смены
    var arrSecondShift = [8, 9, 10, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 38, 39, 40]; //строки второй смены

    if (arrFirsShift.includes(row)) {
        console.log("Первая смена");
        //ВЫЗОВ ФУНКЦИИ ПОИСКА СВОБОДНЫХ ЯЧЕЕК ЭТОЙ ГРУППЫ В ИХ СМЕНУ
        getEmptyCellsInShift(row, col, arrFirsShift, lastName, range2List);
    }
    else {
        console.log("Вторая смена");
        //ВЫЗОВ ФУНКЦИИ ПОИСКА СВОБОДНЫХ ЯЧЕЕК ЭТОЙ ГРУППЫ В ИХ СМЕНУ
        getEmptyCellsInShift(row, col, arrSecondShift, lastName, range2List);
    }
}
}
```

**Рис. 9.** Разделение расписания на первую и вторую смену обучения

Для распределения умного расписания был написан блок кода, делящий обучение на 1 и 2 смену соответственно. Данная функция не позволяет переносить занятия, установленные в определенный день первой смены на эту же дату второй смены.

Выполнение данного блока кода показано на рисунке 9.

Для наглядности алгоритма действий была создана схема взаимодействия всех участвующих в процессе реализации проекта звеньев. Схема продемонстрирована на рисунке 10.



Рис. 10. Процесс создания умного расписания

На финальной стадии создания разработки была произведена контрольная проверка работоспособности. Все технические аспекты исправно работают.

Также были проведены тесты для опроса на удобство использования данной разработки на практике. Данная разработка является многозадачной и может использоваться в разных образовательных учреждениях. Возможна модернизация данного расписания и упрощения функций просчетов нагрузки для оптимизации рабочего времени работников деканата.

### *Список литературы*

1. Тугов В.В. Проектирование автоматизированных систем управления: учебное пособие / В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Н.С. Шаров. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 172 с.
2. Модели и методы исследования информационных систем: монография / А.Д. Хомоненко, А.Г. Басыров, В.П. Бубнов [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 204 с.
3. Златопольский Д.М. Основы программирования на языке Python. М.: ДМК Пресс, 2017. 284 с.
4. Пономарева Л.А., Чискидов С.В., Ронжина И.А., Голосов П.Е. Проектирование компьютерных обучающих систем: Монография. М-во образования и науки РФ, РАНХиГС, МГПУ ИЦО. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2018. 120 с.
5. Виноградова Е.Ю. Интеллектуальные информационные технологии – теория и методология построения информационных систем: монография / М-во образования и науки РФ, Урал. гос. экон. ун-т. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2011. 263 с.
6. Козлов А. А. Телеграм-бот как простой и удобный способ получения информации / А. А. Козлов, А. В. Батищев // Территория науки. 2017. №5. С. 55-64.
7. Аванесян Н. Л. Telegram как пример мессенджера: возможности и перспективы развития // Научный потенциал XXI века: матери-

- алы Международной (заочной) научно-практической конференции. Астана, 2017. С. 61-65.
8. Иванов А. Д. Чат-бот в Telegram и ВКонтакте как новый канал распространения новостей // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2016. Т. 1, № 3. С. 126-132.
  9. Насибулин Р.О. Создание простого бота модератора для мессенджера Telegram с помощью языка программирования Python / Р.О. Насибулин, Г.А. Гареева // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 3. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. С. 425-427.
  10. Гареева Г.А. Разработка HR-бота для автоматизации процесса подбора персонала в производственном предприятии / Г.А. Гареева, И.М. Сафонов, З. Г. Джигладзе [и др.] // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 1. С. 52-55.
  11. Alex Root Jr. Aiogram Documentation, November 2022. <https://readthedocs.org/projects/aiogram/downloads/pdf/latest/>
  12. David Love. Tkinter GUI Programming by Example. Packt Publishing, 2018. 340 p.
  13. Baji Shaik, Avinash Vallarapu Beginning PostgreSQL on the Cloud: Simplifying Database as a Service on Cloud Platforms. Apress, 2018. 381 p.
  14. Чат-боты: история, современность и перспективы. <http://w7phone.ru/chat-boty-istoriya-sovremennost-i-perspektivy-132460>
  15. Telegram Bot API. <https://core.telegram.org/bots/api>

### *References*

1. Tugov V.V. *Proektirovanie avtomatizirovannykh sistem upravleniya* [Designing automated control systems] / V.V. Tugov, A.I. Sergeev, N.S. Sharov. St. Petersburg: Lan, 2019, 172 p.
2. *Modeli i metody issledovaniya informatsionnykh sistem* [Models and methods of information systems research] / A.D. Khomonenko, A.G. Basyrov, V.P. Bubnov [et al.]. St. Petersburg: Lan, 2019, 204 p.



3. Zlatopol'skiy D.M. *Osnovy programmirovaniya na yazyke Python* [Fundamentals of programming in the Python language]. M.: DMK Press, 2017, 284 p.
4. Ponomareva L.A., Chiskidov S.V., Ronzhina I.A., Golosov P.E. *Proektirovanie komp'yuternykh obuchayushchikh sistem* [Designing computer-based learning systems]. Tambov: Consulting company Yukrom, 2018, 120 p.
5. Vinogradova E.Yu. *Intellektual'nye informatsionnye tekhnologii – teoriya i metodologiya postroeniya informatsionnykh sistem* [Intellectual information technologies - theory and methodology of building information systems]. Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2011, 263 p.
6. Kozlov A. A., Batishchev A. V. *Territoriya nauki*, 2017, no. 5, pp. 55-64.
7. Avanesyan N. L. *Nauchnyy potentsial XXI veka: materialy Mezhdunarodnoy (zaочноy) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Scientific potential of the XXI century: materials of the International (extramural) scientific-practical conference]. Astana, 2017, pp. 61-65.
8. Ivanov A. D. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva*, 2016, vol. 1, no. 3, pp. 126-132.
9. Nasibulin R.O., Gareeva G.A. *Molodezh' i sistemnaya modernizatsiya strany: Sbornik nauchnykh statey 7-y Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh. V 5-ti tomakh, Kursk, 19–20 maya 2022 goda* [Youth and system modernization of the country: Collection of scientific articles of the 7th International Scientific Conference of Students and Young Scientists. In 5 volumes, Kursk, May 19-20, 2022] / ed. M.S. Razumov. Vol. 3. Kursk: South-West State University, 2022, pp. 425-427.
10. Gareeva G.A., Safonov I.M., Dzhibladze Z.G. [et al.] *Nauchno-tehnicheskii vestnik Povolzh'ya*, 2023, no. 1, pp. 52-55.
11. Alex Root Jr. Aiogram Documentation, November 2022. <https://readthedocs.org/projects/aiogram/downloads/pdf/latest/>

12. David Love. Tkinter GUI Programming by Example. Packt Publishing, 2018, 340 p.
13. Baji Shaik, Avinash Vallarapu Beginning PostgreSQL on the Cloud: Simplifying Database as a Service on Cloud Platforms. Apress, 2018, 381 p.
14. Chatbots: history, modernity and prospects. <http://w7phone.ru/chat-boty-istoriya-sovremennost-i-perspektivy-132460>
15. Telegram Bot API. <https://core.telegram.org/bots/api>

### **ВКЛАД АВТОРОВ**

**Петросян А.С.:** разработка программного продукта, обработка результатов исследований.

**Сурмачевская А.А.:** формулирование основных направлений исследования, разработка теоретических предпосылок, формирование общих выводов.

**Сафонова Е.А.:** проведение сбора данных, подготовка начального варианта статьи.

**Кузнецова Э.М.:** анализ и интерпретация полученных данных, литературный анализ.

**Гареева Г.А.:** научное редактирование текста статьи и окончательное утверждение версии для публикации.

### **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

**Ashot S. Petrosyan:** development of the software product, processing of research results.

**Angelica A. Surmachevskaya:** formulation of the main directions of research, development of theoretical assumptions, formation of general conclusions.

**Ekaterina A. Safonova:** carrying out data collection, preparation of the initial version of the article.

**Evelina M. Kuznetsova:** analysis and interpretation of the data obtained, literary analysis.

**Gulnara A. Gareeva:** scientific editing of the text of the article and final approval of the version for publication.

## **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Петросян Ашот Сергеевич**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
ashot\_116@mail.ru*

**Сурмачевская Анжелика Александровна**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
2db6db@mail.ru*

**Сафонова Екатерина Алексеевна**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
sea55555@bk.ru*

**Кузнецова Эвелина Максимовна**, студент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
270303ava@gmail.com*

**Гареева Гульнара Альбертовна**, заведующий кафедрой Информационных систем, канд. пед. наук, доцент

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ*

*ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,  
Российская Федерация  
gagareeva1977@mail.ru*

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

**Ashot S. Petrosyan**, student

*Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev-KAI  
1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Rus-  
sian Federation  
ashot\_116@mail.ru*

**Angelica A. Surmachevskaya**, student

*Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev-KAI  
1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Rus-  
sian Federation  
2db6db@mail.ru*

**Ekaterina A. Safonova**, student

*Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev-KAI  
1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Rus-  
sian Federation  
sea55555@bk.ru*

**Evelina M. Kuznetsova**, student

*Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev-KAI  
1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Rus-  
sian Federation  
270303ava@gmail.com*

**Gulnara A. Gareeva**, Head of the Department of Information Systems, Candidate of Pedagogical sciences, Associate professor  
*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI*  
*1, Akademika Koroleva Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation*  
*gagareeva1977@mail.ru*  
*SPIN-code: 3279-8465*  
*Scopus Author ID: 36801593200*  
*ResearcherID: M-1728-2015*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8539-4541>*

Поступила 13.11.2023  
После рецензирования 28.11.2023  
Принята 02.12.2023

Received 13.11.2023  
Revised 28.11.2023  
Accepted 02.12.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-205-217  
УДК 656.078.12



Научная статья | Логистические транспортные системы

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СФЕРЕ ЛОГИСТИКИ

*А.С. Каргополов, М.Н. Крипак, Л.А. Кияшко*

*В статье рассмотрены проблемы и перспективы развития логистической сферы в России. Описано понятие блокчейн, его основные функции и задачи. Приведены принципы работы системы и примеры компаний, уже использующих эту технологию. На данный момент в России логистическое сопровождение доставки грузов имеет низкие показатели качества и экономической эффективности. Логистика находится в поиске новых технологий, которые упростят, автоматизируют процесс накопления и использования данных, связанных с документооборотом, отслеживанием грузов и хранением информации. Логистические цепи могут включать в себя десятки звеньев, чем больше узлов в цепи, тем сложнее их контролировать и тем больше информации появляется. При этом взаимодействия между производителями, перевозчиками и потребителями становятся менее прозрачными. Технологии блокчейна могут решить эти проблемы, снижая стоимость транспортировки, обеспечивая невозможность взлома и подделки информации, оптимизируя время обработки и запросов.*

**Цель:** рассмотреть основные проблемы и вызовы, возникающие в сфере логистики, которые могут решить технологии блокчейна.

**Результаты:** получение информации о том, как технология блокчейн может быть применена в логистике, а также выявление возможностей и перспектив ее использования.

**Область применения результатов:** *принятие решения о внедрении технологии блокчейн в логистические операции и использование ее преимуществ для оценки эффективности и конкурентоспособности.*

**Ключевые слова:** *логистика; блокчейн; блок; транзакции; перевозки; цепь*

**Для цитирования.** *Каргополов А.С., Крипак М.Н., Кияшко Л.А. Перспективы и возможности применения технологии блокчейн в сфере логистики // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 205-217. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-205-217*

Original article | Logistic Transport Systems

## **PROSPECTS AND POSSIBILITIES BLOCKCHAIN TECHNOLOGY APPLICATION IN LOGISTICS**

***A.S. Kargopolov, M.N. Kripak, L.A. Kiyashko***

*The article discusses the problems and prospects for development of the logistics sector in Russia. The concept of blockchain, its main functions and tasks are described. The principles of operation of the system and examples of companies already using this technology are given. Now, in Russia, logistics support for cargo delivery has low quality and economic efficiency indicators. Logistics is in search of new technologies that will simplify and automate the process of accumulating and using data related to document flow, cargo tracking and information storage. Logistics chains can include dozens of links; the more nodes in the chain, the more difficult it is to control them and the more information appears. At the same time, interactions between producers, carriers and consumers are becoming less transparent. Blockchain technologies can solve these problems by reducing the cost of transportation, making information impossible to hack and falsify, and optimizing processing and query times.*

**Purpose:** to consider the main problems and challenges arising in the field of logistics that blockchain technologies can solve.

**Results:** obtaining information on how blockchain technology can be applied in logistics, as well as identifying opportunities and prospects for its use.

**Practical implications:** deciding on the implementation of blockchain technology in logistics operations and using its advantages to assess efficiency and competitiveness.

**Keywords:** logistics; blockchain; block; transactions; transportation; chain

**For citation.** Kargopolov A.S., Kripak M.N., Kiyashko L.A. Prospects and Possibilities Blockchain Technology Application in Logistics. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 205-217. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-205-217

## **Введение**

В настоящее время происходит активное осмысление и исследование потенциальной ценности технологии блокчейн для цепей поставок в сфере логистики. Эта революционная технология способна изменить подходы к информационным потокам, возникающим в цепях поставок. Рассмотрим основные проблемы, возникающие в сфере логистики, которые могут решить технологии блокчейна.

## **Результаты исследования**

Блокчейн – одна из таких перспективных технологий, которая активно развивается и находит применение в различных сферах. Блокчейн является распределенной и децентрализованной базой данных, которая сформирована участниками и в которой невозможно фальсифицировать данные из-за хронологической записи и публичного подтверждения всеми участниками сети транзакции [4]. Структура блокчейна – это цепочка блоков, каждый из которых содержит определенную информацию, в основном,



это совершенные транзакции. Если рассматривать один блок на примере биткоина – самой известной и популярной на данный момент криптовалюты, то он содержит в себе информацию об отправителе, получателе и количестве монет, которые были отправлены [2, 8].

У каждого блока есть свой хэш – строчка фиксированной длины, состоящая из букв и цифр, который идентифицирует данный блок, делая его уникальным среди всей цепочки. Изменение хотя бы одной единицы кода влечет за собой изменение всего блока, полностью меняя его. Также он имеет хэш предыдущего блока, данная технология позволяет эффективно создавать цепочку информации, чем больше блоков в блокчейне, тем безопаснее хранится информация в нем [1].

Суть блокчейна состоит в том, что он децентрализован. Блоки с информацией имеются у всех участников цепи и любой может присоединиться, получив копию блокчейна. Такая система исключает возможность взлома или подделки информации, содержащейся в блоке. Рисунок 1 показывает в качестве примера, как будет происходить транзакция валюты между пользователями. Когда создается новый блок, то он отправляется каждому участнику цепи. Каждый узел проверяет блок на то, что он не подделан, если все проверено, то пользователь добавляет этот блок к себе цепь. Все узлы создают согласованность, то есть они согласны с валидными и невалидными блоками. Подделанные блоки будут устранены другими участниками этой сети. Чтобы успешно подделать блок нужно подделать все блоки в цепочке, пройти необходимые механизмы для доказательства своего поддельного блока и иметь доступ к более 50 % узлам в сети, что практически невозможно [15].

На сегодняшний день доставка грузов состоит из большого количества звеньев логистической цепи, что не совсем благоприятно влияет на качество работы цепи поставок. Блокчейн позволит объединить информационные потоки всех посредников и увеличит

прозрачность логистических операций, сократится скорость доставки, а малейшие расхождения в документации будут предотвращены [13]. Суть использования данной технологии в транспортной логистике та же, что описана выше. Участники цепи поставок также имеют одинаковую цепочку данных, любое изменение создаст новый блок, который другие участники могут подтвердить или удалить. Данная децентрализованная база данных позволит разрешить всяческие разногласия между производителями, поставщиками, перевозчиками и потребителями грузов.



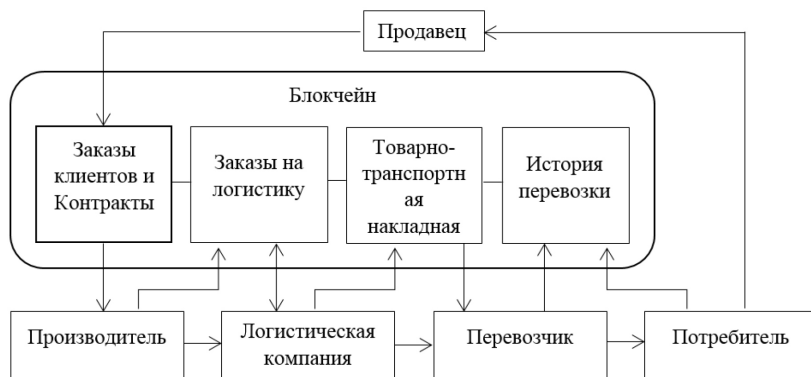
Рис. 1. Принцип работы блокчейна на примере транзакций валюты

Мировая экономика зависит от международных перевозок. Этот процесс достаточно сложен технически и финансово, даже развивающаяся на сегодняшний день технологическая сфера не позволяет в полной мере охватить возникающие проблемы в процессе доставки. Большое количество участников в логистике повышает окончательную цену на товары. Потребители не способ-

ны постоянно контролировать товар при перемещении, нередки случаи мошенничества, а документация и проблемы с таможней лишь усложняют ситуацию

Блокчейн позволит решить вышеперечисленные проблемы. Из-за объединения в себе функций нотариусов, юристов, экспедиторов, он снизит стоимость транспортировки, устраняя лишних посредников. Невозможность взлома цепи, а также прозрачность системы исключит возможность подделки какой-либо информации, неверной маркировки груза и расхождений в документации [10]. Время на обработку и запросы значительно оптимизируется, при этом улучшив качество логистических услуг, их доступность и повысив прибыль от грузоперевозок.

Рисунок 2 иллюстрирует, как блокчейн включается в логистическую цепь. Стрелками показано взаимодействие между структурами транспортных перевозок. Видно, что в каждый момент времени любое звено может просмотреть информацию о том или ином процессе и отследить его параметры. Все транзакции прозрачны, исключается возможность мошенничества, повышается эффективность [6].



**Рис. 2.** Принцип работы блокчейна на примере транспортных перевозок

Технология, описанная в данной статье, упрощает отслеживание груза, заключение долгосрочных контрактов, обработку

транзакций, проведение аудиторами любых проверок. Потребители самостоятельно могут отследить в любой момент местоположение и весь проделанный товаром путь. Блокчейн необходимо ставить за основу логистической сети, тогда он способен обрабатывать любые изменения с грузоперевозкой. Ведь изменения вносятся в реальном времени, и хранятся в общедоступном месте.

Как и у любой другой технологии, у блокчейна в логистике есть свои недостатки. К ним можно отнести проблемы внедрения данной системы в сегодняшние компании. Так как предприятия могут использовать разные виды хранения информации, то будет трудно включить ее в естественный поток работы компании. Недостаточное техническое оборудование, потому что обработка цепей блоков нуждается в качественных компьютерных мощностях, недостаточные знания самих сотрудников, интересующихся этой темой. Сокращение рабочих мест на предприятиях. Необходима инициатива от самих компаний, готовые принять в постоянный оборот данную систему и сотрудничать с другими предприятиями, делаясь опытом.

Однако компании, которые применили данную технологию в транспортировках, уже есть, и не только в зарубежных странах. В рамках цифровизации закупочной деятельности предприятие «Газпромнефть» подключила грузы к информационному полю с помощью датчиков и радиочастотных меток. С помощью интерфейса сотрудники загружают сопроводительную документацию на пути следования груза. Таким образом, история всех логистических операций собирается в глобальном пространстве [4]. Благодаря использованию Smart-контрактов, которые по своей сути являются упрощенным алгоритмом создания блока в цепи, в единое пространство попадает вся информация, необходимая для контроля поставки [5]. Это параметры поставки комплектующих, сертификаты и отчеты инспекционного контроля на производстве, параметры готового изделия, плановые и фактические параметры

поставки материально-технических ресурсов, сопроводительные и транспортные документы. На данный момент государственная дума Российской Федерации рассматривает законопроект о блокчейн системах, который позволит легитимировать данный подход в логистике. И цели остаются такими же: безопасное хранение данных, автоматизация расчетов с подрядчиками, контроля качества, допуски на объекты и появление оценочного рейтинга, что упростит закупочный процесс [3].

Если рассматривать зарубежные компании, то они используют эту систему в поставках продуктов и лекарств [11, 14]. Это позволяет контролировать качество, полностью отследить перемещение продукта вплоть до кухни ресторана. Согласно Всемирной Торговой Организации, устранение всех проблем, связанных с задержками груза, потере контроля перемещения, трудно хранимой информацией, увеличит мировой ВВП на 5%, а общий объем перевозок на 15%.

### **Выводы**

Таким образом, логистика на сегодня нуждается в новых технологиях для улучшений существующих процессов, их автоматизации, сокращении расходов на поставки. Система блокчейн позволит оптимизировать транспортную логистику, преобразуя ее сетевую цепь поставок. Она не является передовой технологией, которая увеличит транспортные мощности и количества контрактов, однако блокчейн значительно упростит и обезопасит перевозку грузов. Необходимо исследовать комплексную информационную систему, которая будет использовать современные технологии. Опыт использования этой технологии в поставках продуктов питания, лекарственных средств, сырья, показывает значительные улучшения в качестве перевозок, улучшают контроль над грузом, сохраняя его качество. Сфера логистики имеет курс на технологический прогресс, а блокчейн станет большим шагом к новым перспективам.

### *Список литературы*

1. Агеев М. Ю. Анализ рисков и возможностей применения технологии блокчейн в сфере логистики/ М. Ю. Агеев, Е. В. Бабакова // Современная экономика: глобальные тренды и приоритеты устойчивого развития. СПб., 2022. № 1(21), часть 2. С. 169-172.
2. Бубель А. И. Возможности использования блокчейна и виртуальных токенов в таможенных операциях // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. 2016, № 3(76). С. 14-22.
3. Зимнухова Д. И. Внедрение технологии «блокчейн» в электроэнергетику России / Д. И. Зимнухова, Г. Д. Ракова // Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика. Революция в управлении: новая цифровая экономика или новый мир машин: Материалы II Международного научного форума, Москва, 06–07 декабря 2018 года. Том Выпуск 3. Москва: Государственный университет управления, 2018. С. 298-303.
4. Карева О. Н. Возможности применения технологии блокчейн в сфере логистики / О. Н. Карева, А. О. Карева // Вестник российского университета кооперации. М., 2019. № 1(35). С. 49-51.
5. Кустова А. А. Преимущества применения технологии блокчейн в современных производствах / А. А. Кустова, К. А. Грандонян // Право и общество в условиях глобализации: перспективы развития: Сборник научных трудов, Саратов, 12 декабря 2018 года. Том Выпуск 7. Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 2019. С. 38-40.
6. Тапскот Д., Тапскот Ал. Шашкова А. Ю. Технология блокчейн: то, что движет финансовой революцией сегодня/ Пер с англ К. Шашковой, Е. Ряхиной. М.: Эксмо, 2018. 448 с.
7. Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика. Революция в управлении: новая цифровая экономика или новый мир машин: материалы II Международного научного форума.

- Вып. 3 / Государственный университет управления. М.: Издательский дом ГУУ, 2018. 486 с.
8. Antonopoulos, A.M. *Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain*, 2nd ed.; O'Reilly: Sebastopol, CA, USA, 2017.
  9. Chung, G.; González-Peralta, J.; Turner, K.; Gockel, B. *Blockchain in Logistics-Perspectives on the Upcoming Impact of Blockchain Technology and Use Cases for the Logistics Industry*. 2018, p. 28. Available online: <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf> (accessed on 21 October 2023).
  10. Hinckeldeyn, J. *Blockchain-Technologie in der Supply Chain: Einführung und Anwendungsbeispiele*; Springer Fachmedien Wiesbaden: Wiesbaden, Germany, 2019.
  11. Kumar, A.; Liu, R.; Shan, Z. Is Blockchain a Silver Bullet for Supply Chain Management? Technical Challenges and Research Opportunities. *Decis. Sci.* 2020, 51, 8–37.
  12. Modum. *Data Integrity for Supply Chain Operations Powered by Blockchain Technology*, Modum. August 2017. Available online: <https://modum.io/wp-content/uploads/2017/08/modum-whitepaper-v.-1.0.pdf> (accessed on 21 October 2023).
  13. Nakano, M. *Supply Chain Management: Strategy and Organization*; Springer: Singapore, 2020.
  14. Niu, X.; Li, Z. Research on Supply Chain Management Based on Blockchain Technology. *J. Phys. Conf. Ser.* 2019, 1176, 042039
  15. Wang, Y.; Singgih, M.; Wang, J.; Rit, M. Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains? *Int. J. Prod. Econ.* 2019, 211, 221–236.

### ***References***

1. Ageev M. Yu., Babakova E. V. *Sovremennaya ekonomika: global'nye trendy i priority ustoychivogo razvitiya* [Modern economy: global trends and priorities for sustainable development]. SPb., 2022, no. 1(21), part 2, pp. 169-172.

2. Bubel, A. I. *Tamozhennaya politika Rossii na Dal'nem Vostoke* [Customs policy of Russia in the Far East], 2016, no. 3(76), pp. 14-22.
3. Zimnukhova D. I., Rakova G. D., Zimnukhova D. I. *Vnedrenie tekhnologii «blokcheyn» v elektro-energetiku Rosiii - Shag v budushchee: iskus-stvennyy intellekt i tsifrovaya ekonomika* [Step into the future: artificial intelligence and the digital economy]. Moscow: State University of Management, 2018, pp. 298-303.
4. Kareva O. N., AKareva. O. *Vestnik rossiyskogo univer-siteta kooperatsii* [Bulletin of the Russian University of Cooperation]. M., 2019, no. 1(35), pp. 49-51.
5. Kustova A. A., Grandonyan K. A. *Pravo i obshchestvo v usloviyakh globalizatsii: perspektivy razvitiya* [Law and society in the context of globalization: development prospects: Collection of scientific papers]. Volume 7. Saratov: Russian Economic University named after. G.V. Plekhanov, 2019, pp. 38-40.
6. Tapskot D., Tapskot Al. Shashkova A. Yu. *Tekhnologiya blokcheyn: to, chto dvizhet finansovoy revolyutsiey segodnya* [Blockchain technology: what drives the financial revolution today]. Moscow: Eksmo, 2018, 448 p.
7. *Shag v budushchee: iskusstvennyy intellekt i tsifrovaya ekonomika. Revolyutsiya v upravlenii: novaya tsifrovaya ekonomika ili novyy mir mashin: materialy II Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma* [Revolution in management: a new digital economy or a new world of machines: materials of the II International Scientific Forum]. Vol. 3. Moscow: State University Publishing House, 2018, 486 p.
8. Antonopoulos, A.M. *Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain*, 2nd ed.; O'Reilly: Sebastopol, CA, USA, 2017.
9. Chung, G.; González-Peralta, J.; Turner, K.; Gockel, B. *Blockchain in Logistics-Perspectives on the Upcoming Impact of Blockchain Technology and Use Cases for the Logistics Industry*. 2018, p. 28. <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf> (accessed: 21 October 2023).
10. Hinckeldeyn, J. *Blockchain-Technologie in der Supply Chain: Einführung und Anwendungsbeispiele*; Springer Fachmedien Wiesbaden: Wiesbaden, Germany, 2019.



11. Kumar, A.; Liu, R.; Shan, Z. Is Blockchain a Silver Bullet for Supply Chain Management? Technical Challenges and Research Opportunities. *Decis. Sci.* 2020, 51, 8–37.
12. Modum. Data Integrity for Supply Chain Operations Powered by Blockchain Technology, Modum. August 2017. <https://modum.io/wp-content/uploads/2017/08/modum-whitepaper-v.-1.0.pdf> (accessed: 21 October 2023).
13. Nakano, M. Supply Chain Management: Strategy and Organization; Springer: Singapore, 2020.
14. Niu, X.; Li, Z. Research on Supply Chain Management Based on Blockchain Technology. *J. Phys. Conf. Ser.*, 2019, 1176, 042039.
15. Wang, Y.; Singgih, M.; Wang, J.; Rit, M. Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains? *Int. J. Prod. Econ.*, 2019, 211, pp. 221–236.

#### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Каргополов Арсений Сергеевич**, магистрант кафедры Автомобильный транспорт Политехнического института  
*Севастопольский государственный университет*  
*ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053, Российская Федерация*  
*kargopolov.senya@mail.ru*

**Крипак Марина Николаевна**, доцент кафедры Автомобильный транспорт Политехнического института, канд. техн. наук, доцент  
*Севастопольский государственный университет*  
*ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053, Российская Федерация*  
*marikol@yandex.ru*

**Княшко Лариса Александровна**, старший преподаватель кафедры Автомобильный транспорт Политехнического института

*Севастопольский государственный университет  
ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053, Россий-  
ская Федерация  
LAKiyashko@sevsu.ru*

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

**Arseniy S. Kargopolov**, master's student, Department Automobile Transport, Polytechnic Institute  
*Sevastopol State University  
33, Universitetskaya Str., Sevastopol, 299053, Russian Fed-  
eration  
kargopolov.senya@mail.ru*

**Marina N. Kripak**, Associate Professor, Department Automobile Transport, Polytechnic Institute, Ph.D. tech. sciences  
*Sevastopol State University  
33, Universitetskaya Str., Sevastopol, 299053, Russian Fed-  
eration  
marikol@yandex.ru  
SPIN-code: 5259-7400  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4379-319X>  
Scopus Author ID: 57204668128*

**Larisa A. Kiyashko**, Senior Lecturer, Department Automobile Trans-  
port, Polytechnic Institute  
*Sevastopol State University  
33, Universitetskaya Str., Sevastopol, 299053, Russian Fed-  
eration  
LAKiyashko@sevsu.ru  
SPIN-code: 6605-5322*

Поступила 13.11.2023  
После рецензирования 30.11.2023  
Принята 05.12.2023

Received 13.11.2023  
Revised 30.11.2023  
Accepted 05.12.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-218-232  
УДК 631.372



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ЦЕНТРА МАСС ТРАКТОРА С ГУСЕНИЧНЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ

*М.А. Быков, Н.В. Фрольцов,  
М.В. Сидоров, А.И. Пономарев*

*Для повышения тягового усилия тракторов с одновременным снижением удельного давления на почву одним из эффективных способов является применение гусеничного движителя. В работе рассмотрен вариант гусеничного движителя, устанавливаемый отдельно на каждый ведущий мост трактора вместо колес. В основе разрабатываемой конструкции гусеничного движителя лежит гусеничное полотно, которое дает уменьшение давления на грунт и повышение сцепления с почвой.*

*Приводятся результаты имитационного моделирования прямолинейного движения трактора с гусеничным движителем по стерне зерновых. Получены реализации колебаний переднего, подрессоренного и заднего, недрессоренного мостов и остова трактора. Колебания ординат опорной поверхности моделировались в виде случайного процесса с заданными значениями, соответствующими опорной поверхности стерни зерновых.*

*Результаты моделирования показали приемлемые значения колебаний остова трактора с предлагаемой конструкцией движителей. Предлагаемые движители могут легко устанавливаться на трактор вместо колес и так же, в случае необходимости, легко демонтироваться.*

***Цель.** Исследование колебаний центра масс трактора с гусеничным движителем с помощью имитационного моделирования в среде MATLAB Simulink.*

**Метод или методология проведения работы.** В статье использовались методы математического моделирования и анализа.

**Результаты.** Получены параметры, показывающие эффективность применения гусеничного движителя вместо колес на тракторе 6-го тягового класса.

**Область применения результатов.** Полученные результаты могут быть применены при проектировании тракторов для определения приемлемых параметров гусеничного движителя.

**Ключевые слова:** трактор; гусеничный движитель; моделирование; MATLAB Simulink; математическая модель

**Для цитирования.** Быков М.А., Фрольцов Н.В., Сидоров М.В., Пonomарев А.И. Моделирование колебаний центра масс трактора с гусеничным движителем // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 218-232. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-218-232

Original article | Operation of Road Transport

## SIMULATION OF OSCILLATIONS OF THE CENTER OF MASS OF THE TRACTOR WITH TRACKED PROPULSION UNIT

***M.A. Bykov, N.V. Froltsov,  
M.V. Sidorov, A.I. Ponomarev***

*To increase the traction force of tractors while simultaneously reducing the specific pressure on the soil, one of the effective ways is the use of a tracked propulsion unit. The article considers a variant of a tracked propulsion unit, installed separately on each drive axle of the tractor instead of wheels. The basis of the developed design of the tracked propulsion unit is the trackbed, which reduces the pressure on the ground and increases adhesion to the soil.*

*The results of simulation modeling of the rectilinear movement of a tractor with a tracked propulsion unit along grain stubble are present-*

*ed. Realizations of oscillations of the front, sprung and rear, unsprung axles and the tractor frame were obtained. Oscillations in the ordinates of the reference surface were modeled as a random process with specified values corresponding to the reference surface of the grain stubble.*

*The simulation results showed acceptable oscillation values of the tractor frame with the proposed propulsion design. The proposed propulsion unit can be easily installed on a tractor instead of wheels and, if necessary, can also be easily dismantled.*

**Purpose.** *Investigation of oscillations of the center of mass of a tractor with a tracked propulsion unit using simulation modeling in the MATLAB Simulink environment.*

**Methodology.** *Methods of mathematical modeling and analysis were used in the article.*

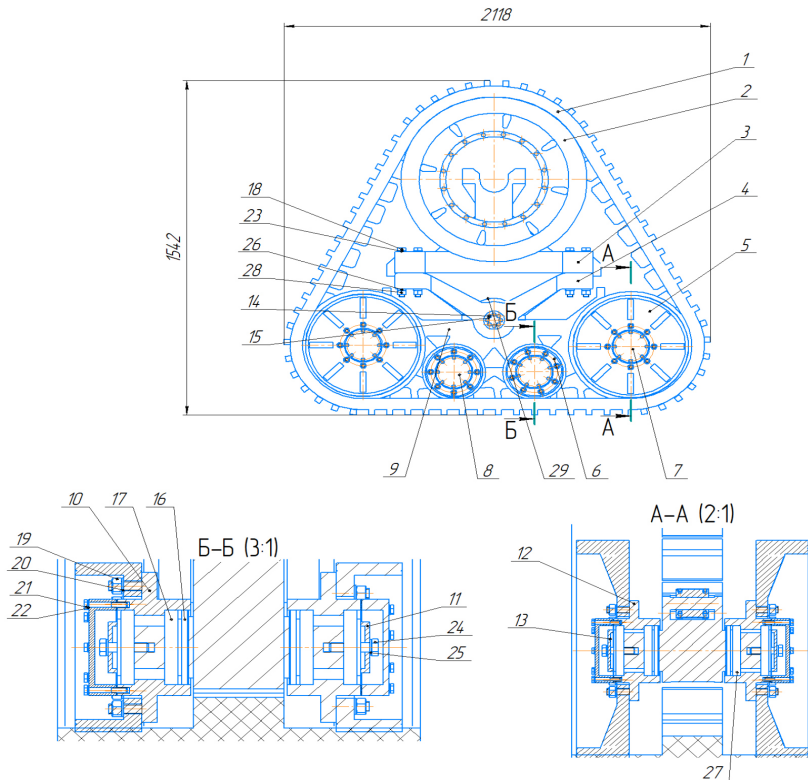
**Results.** *The parameters showing the effectiveness of using a tracked propulsion unit instead of wheels on a tractor of traction class 6 are obtained.*

**Practical implications.** *The results obtained can be applied in the design of tractors to determine the acceptable parameters of the tracked propulsion unit.*

**Keywords:** *tractor; tracked propulsion unit; simulation; MATLAB Simulink; mathematical model*

**For citation.** *Bykov M.A., Froltsov N.V., Sidorov M.V., Ponomarev A.I. Modeling of oscillations of the center of mass of a tractor with a tracked propulsion unit. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 218-232. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-218-232*

Для повышения тягового усилия тракторов с одновременным снижением удельного давления на почву одним из эффективных способов является применение гусеничного движителя [1, 2]. В основе разрабатываемой конструкции гусеничного движителя для трактора 6-го тягового класса лежит гусеничное полотно 1, которое дает уменьшение давления на грунт и повышение сцепления с почвой (рис. 1). Предлагаемый движитель может легко устанавливаться на трактор вместо колес и так же, в случае необходимости, легко демонтироваться [3, 4].



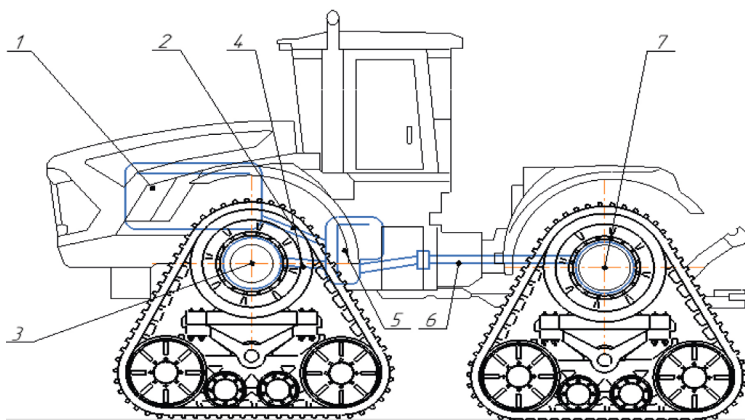
**Рис. 1.** Компоновочная схема гусеничного движителя

- 1 – гусеничное полотно; 2 – приводное колесо; 3 – опора движителя;  
 4 – опора маятника; 5 – направляющее колесо; 6 – опорное колесо; 7 – крышка направляющего колеса; 8 – крышка опорного колеса; 9 – опорная каретка;  
 10 – ступица опорного колеса; 11 – крышка ступицы опорного колеса;  
 12 – ступица направляющего колеса; 13 – крышка ступицы направляющего колеса; 29 – крышка маятника

Гусеничный движитель состоит из опорной каретки 9, на которой через подшипниковый узел крепятся ступицы опорных 10 и направляющих 12 колес. На ступицах 10 и 12 крепятся опорные колеса 6 и направляющие колеса 5 соответственно. Подшипниковые узлы закрыты крышкой опорного колеса 8 и крышкой направляющего колеса 7. Опорная каретка 9 через маятник крепит-

ся к опоре маятника 4, а та, в свою очередь, к опоре движителя 3. Маятник закрыт крышкой маятника 29. Приводное колесо 2 крепится на ступицу трактора. Гусеничное полотно 1 натянуто поверх приводного колеса 2 и направляющих колес 5 [5]. Приводное колесо 2, вращаясь, тянет гусеничное полотно 1 и приводит трактор в движение, огибая направляющие колеса 5, а опорные колеса 6 катятся по полотну. Маятниковый узел позволяет наклоняться опорной каретке 9 вперед и назад, обеспечивая возможность преодоления препятствий и повторяя рельеф.

Компоновочное решение трактора с гусеничными движителями представлено на рисунке 2.



**Рис. 2.** Компоновка трактора с гусеничным движителем:

- 1 – ДВС, 2 – карданный вал от ДВС к КП, 3 – передний мост, 4 – карданный вал от КП к переднему мосту, 5 –КП, 6 – карданный вал от КП к заднему мосту, 7 – задний мост

Для исследования плавности хода трактора с предлагаемым гусеничным движителем была составлена математическая модель (1) и проведено имитационное моделирование с использованием программы Simulink на языке программирования высокого уровня [6-8]. Программа Simulink позволяет моделировать пространственное движение трактора во времени [9-11].

$$\begin{cases} m_{mp} \frac{d^2 z}{dt} = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} - m_{mp} g \\ J_Y \frac{d^2 \varphi}{dt_2} = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} \cdot l_{ji} \\ J_X \frac{d^2 \psi}{dt_2} = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} \cdot B_{ji} \end{cases} \quad (1)$$

где  $F_{ij}$  – сила в  $i$ -ом мосту  $j$ -го борта,  $n$  – число мостов трактора;  $m_{mp}$  – масса трактора;  $J_X, J_Y$  – моменты инерции трактора относительно поперечной оси  $X$  и продольной оси  $Y$ ;  $B_{ji}$  – колея  $i$ -го моста  $j$ -го борта.

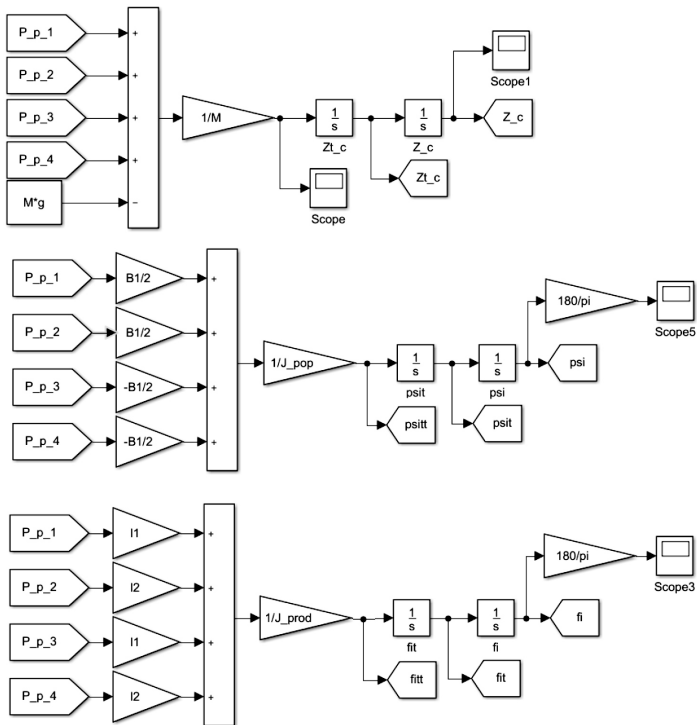


Рис. 3. Блок колебания центра масс трактора и его угловые колебания относительно продольной и поперечной осей трактора



Имитационное моделирование в среде MATLAB Simulink позволяет на основе математической модели проводить всесторонние исследования разрабатываемой конструкции. Блок моделирования, соответствующий системе уравнений (1), представлен на рисунке 3 и позволяет моделировать колебания центра масс трактора, а также его угловые колебания относительно продольной и поперечной осей трактора [12-13].

Блок моделирования изменения прогиба и скорости прогиба подвески переднего моста представлен на рисунке 4 [14-15].

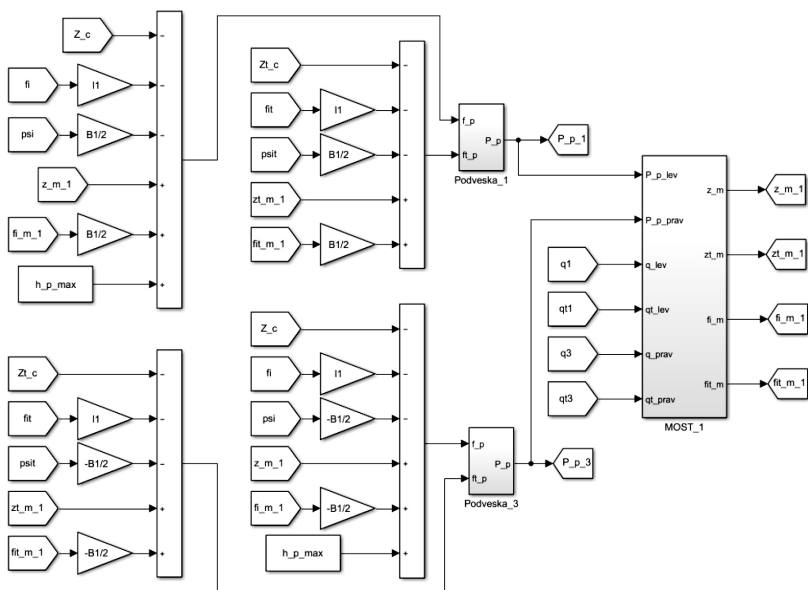
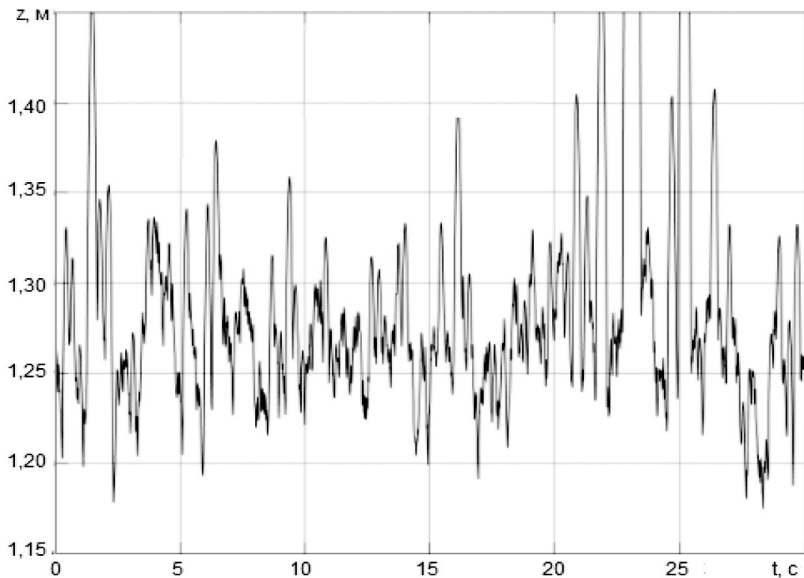


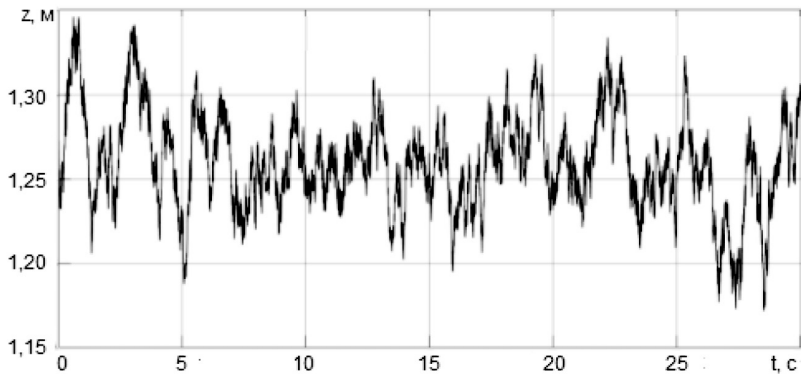
Рис. 4. Блок моделирования изменения прогиба и скорости прогиба подвески переднего моста

## Результаты

При имитационном моделировании были получены графики колебаний заднего моста без подвески с гусеничным двигателем (рис. 5), переднего моста с подвеской и гусеничным двигателем (рис. 6), и центра масс трактора (рис 7).



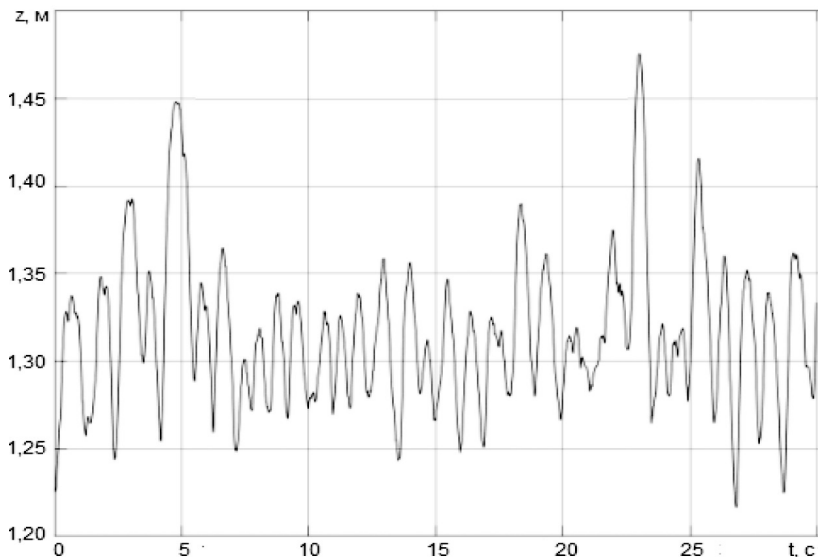
**Рис. 5.** Колебания заднего моста без подвески с гусеничным движителем



**Рис. 6.** Колебания переднего моста с подвеской и гусеничным движителем

Сравнивая полученные графики, можно отметить, что амплитуда колебаний переднего моста с подвеской при движении гусеничного трактора по стерне зерновых составляет около 5 см и в

полтора раза меньше амплитуды колебаний заднего моста, который не имеет подвески. Амплитуда колебаний центра масс трактора составила меньше 5 см.



**Рис. 7.** Колебания центра масс трактора с гусеничными движителями

## **Выводы**

Применение гусеничного движителя предлагаемой конструкции обеспечивает колебание остова трактора в допустимых пределах. Применение подвески на ведущем мосту с гусеничным движителем позволяет уменьшить его колебание в полтора раза.

## **Список литературы**

1. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. М.: Инфа-М, 2014. 506 с.
2. Волков Е. В. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2022. <https://e.lanbook.com/book/197455>

3. Синицкий, С. А., Хафизов, К. А., Нурмиев, А. А., Хафизов Р. Н., Медведев, В. М., Лушнов М. А. Учебное пособие по дисциплине “Конструкция автомобилей и тракторов”, 2019. <https://e.lanbook.com/book/202586>
4. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, А. В. Ворохобин, О. С. Ведринский. Санкт-Петербург: Лань, 2022. <https://e.lanbook.com/book/211322>
5. Патент 2 441 795 Рос. Федерация, МПК В62D Сменный гусеничный движитель трактора: № 2010131483, 2010.07.27: заявл. 2010.07.27: опубл. 2012.02.10 / Поливаев О. И., Ведринский О. С., Белоусов А. В., Бабанин Н. В. 5с. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2441795C1\\_20120210](https://yandex.ru/patents/doc/RU2441795C1_20120210)
6. Заруцкий, С.А., Власенко Е.А. Автоматизация анализа данных экспериментальных исследований // Инженерный вестник Дона, 2019, № 8. URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4753>
7. Жилейкин, М. М. Математические модели систем транспортных средств: методические указания / М. М. Жилейкин, Г. О. Котиев, Е. Б. Сарач. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. <https://e.lanbook.com/book/103321>
8. Семенов М.А., Сережкин С.С., Скрынников А.В., Попов А.А., Сидоров М.В. Математическая модель движения малотоннажного грузового автомобиля с узлом рекуперации механической энергии // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, №1. С. 62-76. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-62-76>
9. Фадеева, М.Э., Чудаков, Д.А., Маташнёв, А.А., Сидоров, В.Н., Пономарев А.И. Моделирование механической трансмиссии колесной машины 4x2 с задней ведущей осью // Инженерный вестник Дона, 2022, № 12. URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2022/8090>
10. Полунгян, А.А. Математическая модель динамики трансмиссии колесной машины при движении по твердой неровной дороге // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение, 2003, № 4. С. 15-25.

11. Modular-technological scheme for tractors of traction classes 1.4 / Sidorov V.N., Voinash S.A., Ivanov A.A., Petrov S.A. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: “International Science and Technology Conference “Earth Science” - Chapter 3” 2021. P. 042048.
12. Судейко О.В., Сидоров В.Н., Сидоров М.В. Имитационное моделирование виброн нагруженности пассажирских мест автобуса для внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственных предприятий // АгроЭкоИнфо. 2021. № 2 (44). [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/2/st\\_216.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/2/st_216.pdf)
13. Rosheila Binti Darus. Modeling and control of active suspension for a full car model. A project report submitted in partial fulfillment of the requirements for the award of the degree of Master of Engineering (Electrical – Mechatronics and Automatic Control). 2008.
14. Influence of mass affecting tractor’s rear axle and rigidity of tires on the control coefficient / Voropaev G.D., Sidorov V.N., Maksimovich K.Yu., Sokolova V.A., Krivonogova A.S., Pushkov Yu.L., Taradin G.S. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. P. 52047.
15. Investigation of the damping properties of the process module for a tractor of traction class 1.4 / Sidorov M.V., Troyanovskaya I.P., Sokolova V.A., Partko S.A., Dzjasheev A.M.S., Ivanov A.A., Kopaev E.V. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. P. 52056.

### *References*

1. Kut’kov G.M. *Traktory i avtomobili. Teoriya i tekhnologicheskie svoystva* [Tractors and automobiles. Theory and technological properties]. M.: Infa-M, 2014, 506 p.
2. Volkov E. V. *Teoriya ekspluatatsionnykh svoystv avtomobilya: uchebnik dlya vuzov* [Theory of operational properties of the automobile]. St. Petersburg: Lan, 2022. <https://e.lanbook.com/book/197455>

3. Sinitskiy, S. A., Khafizov, K. A., Nurmiev, A. A., Khafizov R. N., Medvedev, V. M., Lushnov M. A. *Uchebnoe posobie po distsipline "Konstruktsiya avtomobiley i traktorov"* [Textbook for the discipline "Design of automobiles and tractors"], 2019. <https://e.lanbook.com/book/202586>
4. *Konstruktsiya traktorov i avtomobiley* [Design of tractors and automobiles] / O. I. Polivaev, O. M. Kostikov, A. V. Vorokhobin, O. S. Vedrinskiy. St. Petersburg: Lan, 2022. <https://e.lanbook.com/book/211322>
5. Patent 2,441,795 Ros. Federation, MPK B62D Interchangeable tractor crawler: No. 2010131483, 2010.07.27: avt. 2010.07.27: published 2012.02.10/Polivaev O. I., Vedrinsky O. S., Belousov A. V., Babanin N. B. 5p. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2441795C1\\_20120210](https://yandex.ru/patents/doc/RU2441795C1_20120210)
6. Zarutskiy, S.A., Vlasenko E.A. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 2019, no. 8. URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4753>
7. Zhileykin, M. M. *Matematicheskie modeli sistem transportnykh sredstv: metodicheskie ukazaniya* [Mathematical models of vehicle systems: methodical instructions] / M. M. Zhileykin, G. O. Kotiev, E. B. Sarach. Moscow: N.E. Bauman Moscow State Technical University, 2018. <https://e.lanbook.com/book/103321>
8. Semenov M.A., Serezhkin S.S., Skrynnikov A.V., Popov A.A., Sidorov M.V. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 1, pp. 62-76. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2023-13-1-62-76>
9. Fadeeva, M.E., Chudakov, D.A., Matashnev, A.A., Sidorov, V.N., Ponomarev A.I. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 2022, no. 12. URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2022/8090>
10. Polungyan, A.A. *Vestnik MGTU im. N.E. Baumana. Ser. Mashinostroyeniye*, 2003, no. 4, pp. 15-25.
11. Modular-technological scheme for tractors of traction classes 1.4 / Sidorov V.N., Voinash S.A., Ivanov A.A., Petrov S.A. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: "International Science and Technology Conference "Earth Science" - Chapter 3"*, 2021, 042048.
12. Sudeyko O.V., Sidorov V.N., Sidorov M.V. *AgroEkoInfo*, 2021, no. 2 (44). [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/2/st\\_216.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/2/st_216.pdf)

13. Rosheila Binti Darus. Modeling and control of active suspension for a full car model. A project report submitted in partial fulfillment of the requirements for the award of the degree of Master of Engineering (Electrical – Mechatronics and Automatic Control). 2008.
14. Influence of mass affecting tractor's rear axle and rigidity of tires on the control coefficient / Voropaev G.D., Sidorov V.N., Maksimovich K.Yu., Sokolova V.A., Krivonogova A.S., Pushkov Yu.L., Taradin G.S. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021, 52047.
15. Investigation of the damping properties of the process module for a tractor of traction class 1.4 / Sidorov M.V., Troyanovskaya I.P., Sokolova V.A., Partko S.A., Dzasheev A.M.S., Ivanov A.A., Kopaev E.V. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021, 52056.

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Быков Михаил Андреевич**, студент кафедры «Колесные машины и прикладная механика»  
*Калужский филиал «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»*  
*ул. Гагарина, 6, г. Калуга, Калужская область, 248000, Российская Федерация*  
*palavan2013@yandex.ru*

**Фрольцов Никита Васильевич**, студент кафедры «Колесные машины и прикладная механика»  
*Калужский филиал «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»*  
*ул. Гагарина, 6, г. Калуга, Калужская область, 248000, Российская Федерация*  
*nikita@froltsov.ru*

**Сидоров Максим Владимирович**, доцент кафедры «Колесные машины и прикладная механика», кандидат технических наук

*Калужский филиал «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»*

*ул. Космонавта Комарова, 36, г. Калуга, Калужская область, 248000, Российская Федерация*

*sidorov.maxim.v@bmsu.ru*

**Пономарев Алексей Иванович**, доцент кафедры «Колесные машины и прикладная механика», кандидат технических наук

*Калужский филиал «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»*

*ул. Московская 113, кв. 41, г. Калуга, Калужская область, 248000, Российская Федерация*

*apon2005@yandex.ru*

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

**Mikhail A. Bykov**, student of the department “Wheeled vehicles and Applied Mechanics”

*Kaluga Branch Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bauman Moscow State Technical University”*

*6, Gagarin Str., Kaluga, Kaluga Region, 248000, Russian Federation*

*palavan2013@yandex.ru*

**Nikita V. Froltsov**, student of the department “Wheeled vehicles and Applied Mechanics”

*Kaluga Branch Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bauman Moscow State Technical University”*

*6, Gagarin Str., Kaluga, Kaluga Region, 248000, Russian Federation*

*nikita@froltsov.ru*



**Maksim V. Sidorov**, associate professor of the department “Wheeled vehicles and Applied Mechanics”, Candidate of Technical Sciences  
*Kaluga Branch Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bauman Moscow State Technical University”*

*36, Cosmonaut Komarov Str., Kaluga, Kaluga Region, 248000, Russian Federation*

*sidorov.maxim.v@bmstu.ru*

*SPIN-code: 6131-3669*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6686-2282>*

*Scopus Author ID: 57211752346*

**Alexey I. Ponomarev**, associate professor of the department “Wheeled vehicles and Applied Mechanics”, Candidate of Technical Sciences

*Kaluga Branch Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bauman Moscow State Technical University”*

*113, Moskovskaya Str., Kaluga, Kaluga Region, 248000, Russian Federation*

*apon2005@yandex.ru*

*SPIN-code: 3154-3892*

*ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0268-7511>*

*ResearcherID: HHM-3404-2022*

*Scopus Author ID: 7102493558*

Поступила 25.11.2023

После рецензирования 30.11.2023

Принята 10.12.2023

Received 25.11.2023

Revised 30.11.2023

Accepted 10.12.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-233-252  
УДК 629.018



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

## ХАРАКТЕРИСТИКА И АЛГОРИТМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОБУСОВ ПО ПАРАМЕТРАМ СИСТЕМЫ RGB

*И.М. Блянкинштейн, Д.В. Сенкевич*

*Рассматриваются алгоритмы предрейсового контроля технического состояния автобусов в условиях гипотетического применения в АТП автоматизированной системы на основе видеорегистрации. Авторами проанализированы закономерности изменения параметров технического состояния автобусов в функции от внешнего вида, оцениваемого параметрами цветовой системы RGB. Приведены типовые примеры обработки и анализа статичных изображений и изменяющихся во времени. Для отдельных систем автобусов (внешние световые приборы, шины, лобовое стекло) определены начальные, допустимые и предельные значения диагностических параметров в системе RGB.*

**Цель** – определение закономерностей изменения параметров технического состояния автобусов в функции от внешнего вида, оцениваемого параметрами цветовой системы RGB.

**Метод или методология проведения работы.** В работе использовался метод оценки параметров цветовых характеристик RGB эталонных и текущих изображений автобусов в программной среде Adobe Photoshop и их последующий математический анализ.

**Результаты.** Получены начальные значения диагностических параметров, предельные значения и допустимые диапазоны.

**Область применения результатов.** Полученные результаты целесообразно применять при создании автоматизированной си-

*стемы контроля предрейсового технического состояния на основе видеорегистрации.*

**Ключевые слова:** *автоматизированная система; видео-регистрация; алгоритмы контроля; закономерности технического состояния; диагностические нормативы*

**Для цитирования.** *Блянкинштейн И.М., Сенкевич Д.В. Характеристика и алгоритмы контроля технического состояния автобусов по параметрам системы RGB // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 233-252. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-233-252*

Original article | Operation of Road Transport

## **CHARACTERISATION AND ALGORITHMS FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF BUSES BY RGB SYSTEM PARAMETERS**

***I.M. Blyankinstein, D.V. Senkevich***

*The algorithms of pre-trip control of buses' technical condition under the conditions of hypothetical application of an automated system based on video registration in ATP are considered. The authors analyse the regularities of changes in the parameters of the technical condition of buses as a function of their appearance estimated by the RGB colour system parameters. Typical examples of processing and analysing static and time-varying images are given. Initial, permissible and limit values of diagnostic parameters in RGB system are defined for separate systems of buses (external lights, tyres, windscreen).*

**Purpose.** *Determination of regularities of changes in the parameters of the technical condition of buses as a function of their appearance assessed by the parameters of the RGB color system.*

**Method or methodology of the work.** *The method of estimating the RGB colour parameters of the reference and actual bus images in the*

*Adobe Photoshop software environment and their subsequent mathematical analysis was used in this work.*

**Results.** *Initial values of diagnostic parameters, limits and acceptable ranges are obtained.*

**Scope of the results.** *The obtained results are expedient for application at creation of the automatic system of control of technical condition of the vehicle before the trip on the basis of video registration.*

**Keywords:** *automated system; video registration; control algorithms; regularities of technical condition; diagnostic standards*

**For citation.** *Blyankinstein I.M., Senkevich D.V. Characterisation and Algorithms for Monitoring the Technical Condition of Buses by RGB System Parameters. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 233-252. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-233-252*

## **Введение**

Использование информационных технологий на основе применения систем видео-регистрации приобрело характер устойчивого тренда при решении задач обеспечения функционирования и эффективного управления в сфере эксплуатации автомобильного транспорта [1-6, 8-10, 13-22]. На такой основе решаются задачи контроля скоростных режимов и соблюдения ПДД [1-3, 8, 10, 19, 20, 22], некоторые задачи контроля, диагностики и испытания автомобилей [5, 6, 15, 21], например, контроль углов установки управляемых колес [15], контроль геометрических размеров в процессе кузовного ремонта [9, 17], системы оптической оцифровки и измерения в статике [13] и динамике [14].

Одной из актуальных и нерешенных задач рассматриваемого класса является, например, контроль технического состояния автобусов по внешнему виду (по внешним признакам). Актуальность этой задачи объясняется тем, что ежедневно пассажирские предприятия выпускают на линию огромное количество автобусов большого и особо большого класса. Ежедневный предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств,

регламентируемый Приказом №9 Министерства Транспорта РФ [12] осуществляется в основном методом органолептического контроля по внешнему виду на наличие повреждений при выпуске на линию и при возвращении в автопарк и представляет собой значительный объем работ, который можно автоматизировать.

Авторами в работе [7] предложена концепция автоматизированной системы контроля технического состояния автобусов на основе видеорегистрации. С целью сбережения времени читателей и обеспечения автономности ознакомления с данным материалом кратко напомним суть предлагаемой концепции [7]. Алгоритмы определения технического состояния автобуса с использованием регистрации и анализа видеорядов основаны на сравнении эталонного образа объекта (т. е. автобуса нового, на момент его ввода в эксплуатацию) и фотографического образа этого же объекта в текущий момент времени (на пробеге  $L_i$ ) в матричном виде. Для анализа фотографий автобусов используют модели и алгоритмы определения цветовых характеристик объектов, и элементы фотограмметрии [16]. Зафиксированные образы в виде фотографий или видеорядов объекта, в данном случае автобуса, хранятся в информационной базе системы. Образы эталонного объекта оцениваются по цветовым характеристикам, определяемым согласно алгоритму, изложенному в [4].

Определение (фиксирование) технического состояния автобуса по внешнему виду (по внешним признакам) в конкретный момент времени осуществляется на основе функционала, представляющего зависимость параметра технического состояния в функции от параметров  $\Phi$ ,  $\Gamma$ ,  $\Psi$ :

$$\Gamma = f(\Phi, \Gamma, \Psi), \quad (1)$$

где  $\Gamma$  – обобщенный параметр технического состояния автобуса;

$\Phi$  – фотографические (цветовые) характеристики образа (фото автобуса);

$\Gamma$  – геометрические характеристики образа автобуса;

$\mathcal{C}$  – цифровые и прочие характеристики образа.

Для допуска на линию параметр технического состояния исследуемого автобуса должен находиться в допустимых пределах между начальным значением  $T_0$  и предельным значением  $T_{np}$ , но не превышать параметр предельного состояния, что можно представить выражением (2):

$$T_0 \leq T_i \leq T_{np} \quad (2)$$

где,  $T_{np}$  – предельный параметр технического состояния автобуса;

$T_i$  – параметр технического состояния исследуемого автобуса.

### **Проблема**

В ходе изучения работ данного направления было обнаружено подобное решение [11], применяемое, однако с несколько другими, но похожими целями. Компания Platforma разработала сервис [11], который позволяет удалённо оценить состояние кузова легкового автомобиля: масштаб повреждений, в том числе после ДТП, наличие грязи, снега, посторонних наклеек и т.д. Компания планирует привлечь к его промышленному пилотированию и последующему использованию страховые и каршеринговые компании, а также автомобильные маркетплейсы [11]. Сервис выделяет 24 сегмента на автомобилях и определяет 11 классов повреждений, начиная от мелких сколов краски и ржавчины и заканчивая отсутствующими деталями, с точности 90,5% автоматического определения сегментов автомобилей [11]. Данный сервис оценивает стоимость повреждений автомобилей, но не решенным остается вопрос оценки технического состояния на предмет безопасности и, соответственно, допуска/не допуска транспортного средства на линию. Решение данной проблемы может быть сделано только на основании применения закономерностей, связывающих параметры технического состояния автомобиля с некими параметрами внешнего вида, которые могли бы быть определены по визуализированным образам (мо-

делям), например, по фотографиям. Однако отсутствие таких формализованных закономерностей пока не позволяет решить данную проблему.

### **Метод решения**

В данной работе рассматривается методика определения закономерностей изменения параметров технического состояния в функции от параметров внешнего вида автобуса, оцениваемых характеристиками цветовой системы RGB. Закономерности определялись экспериментальным путем. Планом эксперимента, в соответствии с методическим подходом [7], предусматривалось формирование эталонных образов элементов кузова автобуса (на новых автобусах) и их оценка в системе RGB, и автобуса в текущем состоянии на некотором пробеге и их последующих математический анализ.

По результатам анализа формируются начальные значения диагностических параметров, предельные значения и допустимые диапазоны. Рассмотрим обобщенный алгоритм анализа на примере светотехнических приборов.

Светотехнические приборы автомобиля включают в себя фары, габаритные огни, стоп-сигналы, указатели поворотов, противотуманные фонари, задний тормозной свет и другие элементы освещения, которые необходимы для обеспечения безопасности движения на дороге. Рассмотрим алгоритм работы системы на примере проверки стоп-сигналов (рис. 1).

Для правильной работы системы нужно идентифицировать транспортное средство по государственному регистрационному номеру, далее идёт извлечение информации из базы данных характеристик эталонного объекта.

Следующим этапом является матричная обработка фото или видео текущего состояния автобуса. Определяются ячейки матрицы в которых размещаются стоп-сигналы и анализируются их цветовые характеристики

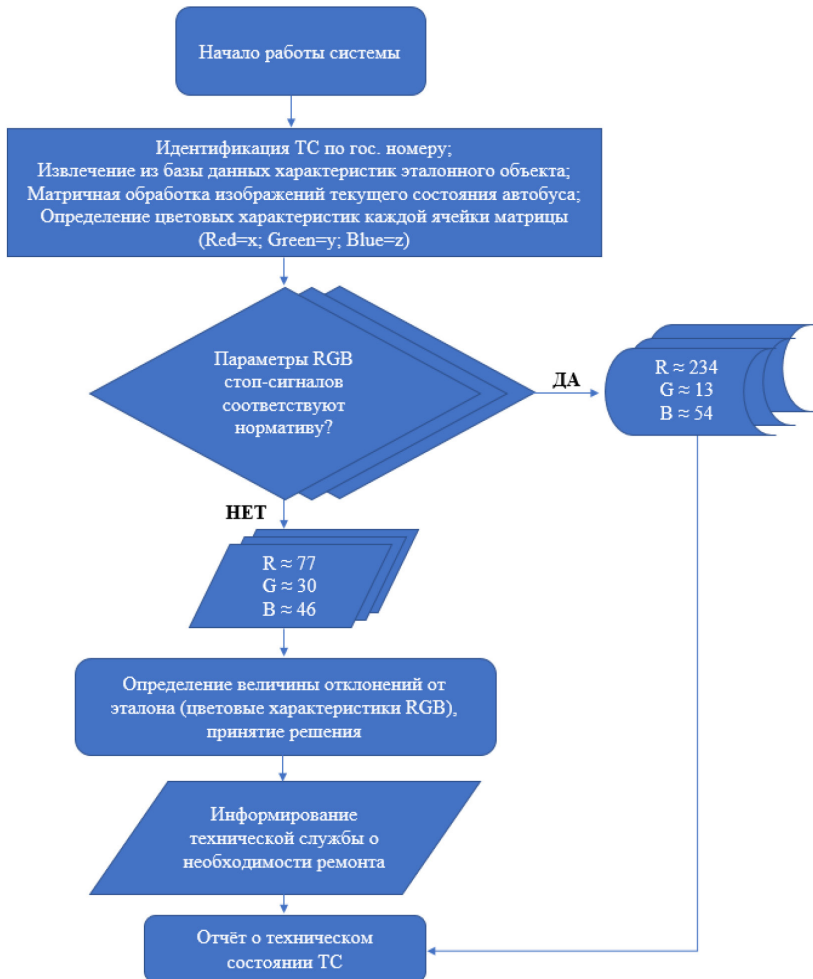


Рис. 1. Алгоритм работы системы на примере стоп-сигналов транспортного средства

### Результаты апробации метода

Рассмотрим результаты апробации изложенного метода по приведенному алгоритму в отношении контроля стоп-сигналов. После захвата определенных ячеек матрицы изображения авто-



буса, в которых располагаются стоп-сигналы, отслеживается изменение цветовых характеристик этих ячеек с применением ПО Adobe Photoshop. Поскольку стандартным цветом работающего стоп-сигнала является красный цвет, то основным несущим информационным каналом является канал красного цвета R (Red), т.е. основное изменение величины параметра будет достигаться в красном цвете, таким образом рабочее состояние стоп-сигнала будет находиться в пределах для показателя красного (Red) от 150 до 255, а для зеленого и синего используется минимальное значение, что делает цвет красного более насыщенным и ярким. На рис. 2 приведены результаты оценки параметров цветовой системы RGB для неработающих (1) и работающих (2) стоп-сигналов городского автобуса.

В данном случае, если параметр  $R \rightarrow \max$ , т.е. 230-250, то стоп-сигналы работоспособны. Если параметр  $R < 100$ , то стоп-сигналы неработоспособны.



**Рис. 2.** Определение работоспособности стоп-сигналов автобуса по цветовым характеристикам RGB:

- 1 – Неработающие стоп-сигналы: Red  $\approx 77$ , Green  $\approx 30$ , Blue  $\approx 46$ ;
- 2 – Работающие стоп-сигналы: Red  $\approx 234$ , Green  $\approx 13$ , Blue  $\approx 54$ .

Результаты определения работоспособности фар головного света по параметрам системы RGB представлены на рисунке 3. Работающие фары содержат оттенки желтого цвета, который формиру-

ется суммой красного и зеленого (Red+Green) каналов, значения которых стремятся к максимальному (255), тогда как голубой стремится к нулю. Неработающие же фары имеют белый цвет, представляющий собой сумму  $Red \approx 253$ ;  $Green \approx 251$ ;  $Blue \approx 253$



**Рис. 3.** Определение работоспособности фар по параметрам RGB:

- 1 – Фары работоспособны:  $Red \approx 255$ ,  $Green \approx 255$ ,  $Blue \approx 0$ ;
- 2 – Фары неработоспособны или выключены:  $Red \approx 253$ ;  $Green \approx 251$ ;  $Blue \approx 253$ ;



**Рис. 4.** Определение поврежденных зон кузова автобуса по параметрам цветовых характеристик RGB:

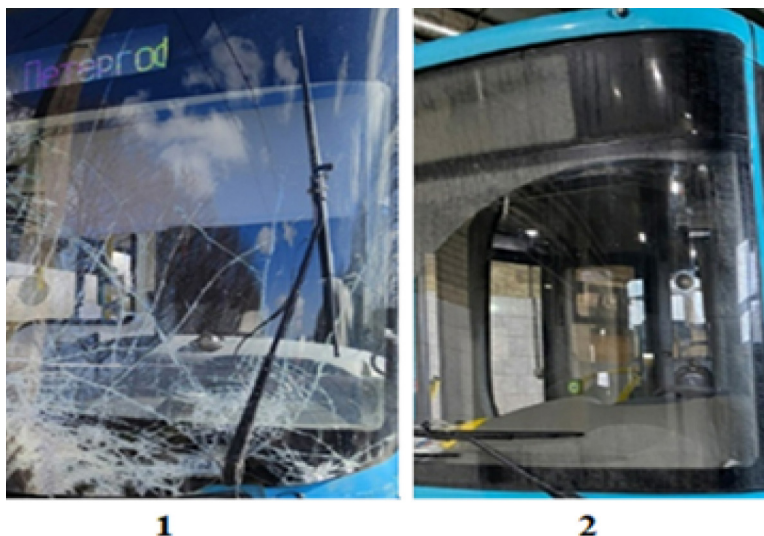
- 1 – Кузов (фрагмент) с повреждением:  $Red \approx 157$ ,  $Green \approx 147$ ,  $Blue \approx 133$ ;
- 2 – Кузов автобуса без повреждения:  $Red \approx 200$ ,  $Green \approx 202$ ,  $Blue \approx 201$ ;

RGB характеристика поврежденного кузова авто зависит от вида повреждения, его местоположения на машине и глубины

(рис. 4). Однако, если мы говорим об общих чертах, то RGB-характеристика поврежденного кузова тоже может быть описана общим изменением каналов цветовой характеристики.

При выявлении повреждений у автобуса, в программе различаются параметры красного, зелёного и голубого цвета. В результате система регистрирует отклонения и отображает изображение зон повреждений на компьютере. Кроме того, на характеристику RGB может влиять также степень загрязнения поверхности кузова. Если поверхность покрыта грязью и пылью, то это может привести к изменению значений каналов RGB. Поэтому, перед проведением анализа автобус должен быть подвергнут мойке.

В качестве другого примера рассмотрим проверку стекол автобуса на повреждения (рис. 5). Сравним цветовую характеристику целого лобового стекла автобуса и стекла с повреждениями. Как видно при оценке их в программе RGB, они имеют разную цветовую характеристику по трём каналам системы RGB.



**Рис. 5.** Определение цветовых характеристик лобового стекла автобуса:  
1 – Лобовое стекло с повреждениями: Red  $\approx$  113, Green  $\approx$  120, Blue  $\approx$  126;  
2 – Лобовое стекло без повреждений: Red  $\approx$  175, Green  $\approx$  174, Blue  $\approx$  179;

Целое стекло обычно имеет более равномерное распределение цветов в RGB-каналах, в то время как разбитое стекло может иметь неравномерное искажение цветовых характеристик. Например, если стекло разбилось на куски, то на месте разрыва может появиться разная степень пропускания света через различные участки стекла, и это может приводить к изменению цветовой гаммы.

Цветовая характеристика шин может отличаться в зависимости от возраста, износа и материала, из которого они изготовлены. Например, новые шины обычно имеют более яркий и насыщенный цвет, обусловленный в том числе и большей остаточной высотой протектора и затемненными участками между выступами опорной части рисунка протектора, а старые шины – более затемненный и тусклый (рис. 6) с меньшей контрастностью протектора.



**Рис. 6.** Определение цветовых характеристик шин:  
1 – Шина с износом: Red  $\approx 106$ , Green  $\approx 119$ , Blue  $\approx 136$ ;  
2 – Шина без износа: Red  $\approx 59$ , Green  $\approx 72$ , Blue  $\approx 81$ .

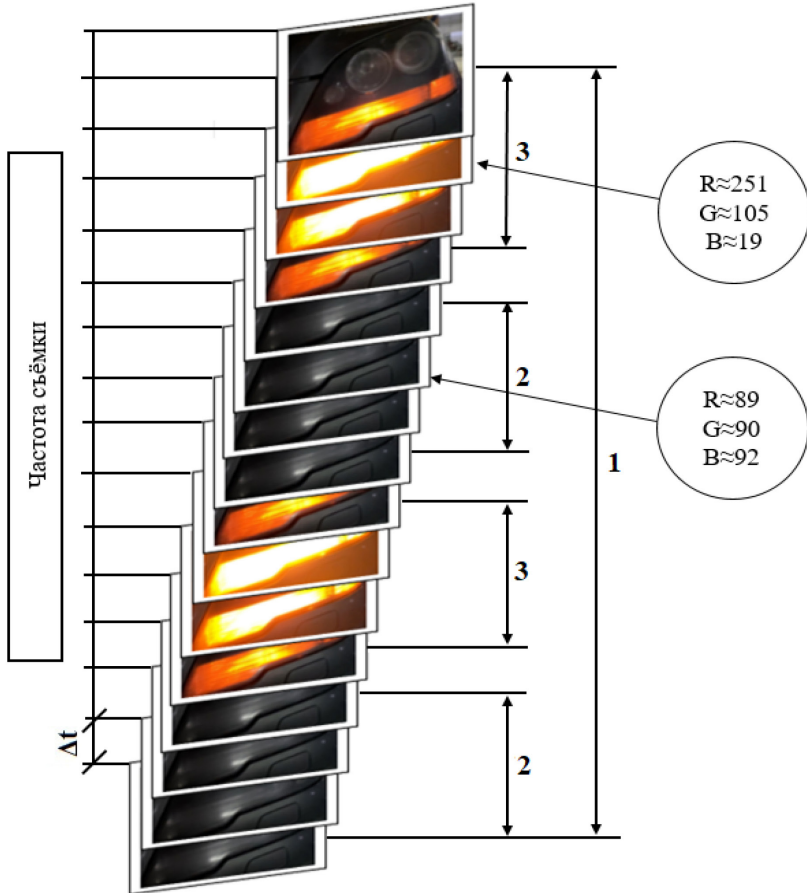
Некоторые параметры функционирования объекта (технического состояния автобуса), которые динамично изменяются во

времени, могут определяться не по статичному изображению, а при помощи анализа видеофрагмента, т.е. в динамике. Рассмотрим пример проверки работоспособности указателей поворота. RGB характеристики работающих указателей поворота автомобиля основываются на жёлтых и оранжевых цветах. Проверка работоспособности указателей поворота производится путем раскадровки видео. Определённая зона матрицы объекта исследования, где будут отслеживаться изменения её цветовой характеристики, будут анализироваться не в виде одной или нескольких фотографий, а с помощью видеофрагмента. Суть метода заключается в следующем: водитель включает аварийную сигнализацию или световые указатели поворота, автобус фиксируется видеокамерой (вид спереди, вид сзади). Автоматизированная система раскадровывает полученное видео на отдельные изображения с применением специального ПО, далее полученные изображения обрабатываются, и определяется степень изменения цветовой характеристики в определённой зоне матрицы во времени, т.е. покадрово (рис. 7).

Для определения цветов указателей поворота необходимо провести анализ значений в каждом канале на выбранном кадре. В случае, если указатель поворота светится красным цветом, то значение красного канала должно быть высоким, а значение зеленого и синего – низкими. Поскольку в Европе и в России стандартным цветом указателей поворотов является жёлтый цвет, соответственно максимальное изменение световых характеристик будет достигаться в канале красного и зелёного цвета, голубой имеет минимальные значения. Работающие указателя поворота будет находится в пределах для показателя красного и зелёного от 150 до 255, а нерабочий стоп-сигнал имеет значения до 100 единиц.

Таким образом, анализ цветовых RGB характеристик сигналов поворота позволяет определить работоспособные и неработоспособные светотехнические приборы. Кроме того, поскольку частота съемки стандартизирована (количество кадров в секунду), то анализ видеорядов (см. рис. 7) позволяет определять частоту срабаты-

вания сигналов поворота, а также длительность фаз горения и паузы, что также является контролируемым (согласно ГОСТ 33997) параметром технического состояния транспортных средств.



**Рис. 7.** Раскадровка видео работы указателя поворота:

- 1 – временной интервал двух циклов работы указателя поворота;  
 2 – длительность паузы (лампочка не горит); 3 – длительность горящей фазы

В результате проведенного исследования по анализу связи параметров технического состояния отдельных узлов и систем



автобуса с параметрами их внешнего вида, оцениваемыми численными показателям в цветовой системе RGB, удалось получить некоторые предварительные закономерности, представленные ниже в таблице 1. В ней представлены начальные значения диагностических (цветовых) параметров, предельные значения, при которых рассматриваемые систем заведомо являются неработоспособными, и диапазоны допустимых значений.

Таблица 1.

**Нормативы диагностирования АТС по параметрам  
цветовой системы RGB**

Вид проверяемой системы	Диагностические параметры		
	Начальное	Допустимое	Предельное
Внешние повреждения кузова	200<R<255 200<G<255 200<B<255	150<R<200 150<G<200 150<B<200	R <150 G <150 B <150
Фары головного света	200<R<255 200<G<255	150<R <200 150<G <200	R <150 G <150
Стоп-сигналы	200<R<255	100<R <255	R <100
Указатели поворота	200<R<255 200<G<255 0<B <50	150<R<200 150<G<200 0<B<50	0<R<100 0<G<100 40<B<255
Шины	0<R<60 0<G<60 0<B<60	50<R<80 50<G<80 50<B<80	100<R 100<G 100<B
Остекление автобуса	170<R<180 170<G<180 170<B<180	150<R<170 150<G<170 150<B<170	R<130 G<130 B<130

### Заключение

Представленные в таблице 1 данные носят предварительный характер и в дальнейшем будут уточняться. Например, очевидно, что данные цветовых характеристик для фар головного света будут зависеть от типа источника излучения (лампа накаливания, галогеновая лампа, газоразрядный источник и пр.). Отмеченное справедливо и для других узлов и систем автобуса, которые могут

исполняться на различной элементной базе и с использованием различных конструктивных материалов и иметь внешние отличия. Однако одно очевидно – имеются устойчивые закономерности, отражающие изменение параметров технического состояния автомобилей в функции от изменения параметров внешнего вида, оцениваемых в цветовой системе RGB. Определение и математическое описание данных закономерностей позволяет решить проблему автоматизации предрейсового (послереисового) контроля автобусов, снизить продолжительность и трудоемкость операций контроля и, тем самым, снизить затраты на контроль и диагностику при эксплуатации, в условиях использования автоматизированной системы контроля в АТП.

#### *Список литературы*

1. Автоматические комплексы фоторегистрации нарушений. <http://www.olvia.ru/rus/products.php?s=3>
2. Автомобильные видеорегистраторы. <http://www.autoleon.ru/catalog/videoregistrator-avtomobilniy/>
3. Алфимцев, А. Н. Метод отслеживания транспортных средств в видеопотоке / А. Н. Алфимцев, И. И., Лычков, В. В. Девятков // Вестн. ИрГТУ. № 1 (60). 2012. С. 79–85.
4. Блянкинштейн И. М. Концепция измерения дымности отработавших газов дизелей : в 2 ч. Ч. 1 / И. М. Блянкинштейн, А. М. Асхабов, Е. С. Воеводин // Журнал автомобильных инженеров. 2010. № 2 (61). С. 38–41.
5. Блянкинштейн И. М. Метод виртуального измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств / И. М. Блянкинштейн, В.И. Иванов // Журнал автомобильных инженеров. 2013. № 4 (81). С. 42-44.
6. Блянкинштейн И.М. Способ диагностирования технического состояния элементов подвески транспортного средства / И.М. Блянкинштейн, Ф.Ю. Смоленков // Патент РФ № 2537211, Заявл. 16.12.2013, Опубл. 27.12.2014 Бюл. № 36.



7. Блянкинштейн И.М., Сенкевич Д.В. Концепция автоматизированной системы контроля технического состояния автобусов на основе видеорегистрации // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 1 (90). <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2022-19-1-121-129>
8. Измерительный комплекс «ИСКРА-ВИДЕО». <http://www.simicon.ru/rus/product/gun/archive/video.html>
9. Компания «ЕВРОСИВ». <http://shop.eurosiv.ru/>
10. Мобильный комплекс видеофиксации «ВИЗИР». <http://www.petrosk.ru/catalogpsk/gibdd/>
11. Официальный сайт компании Platforma. <https://platforma.id/distancionnaya-ocenka-avtomobilej/>
12. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 15.01.2021 г. № 9 «Об утверждении Порядка организации и проведения предрейсового или предсменного контроля технического состояния транспортных средств». [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_385069/379d3090508d0a5bebf5a94df6d3ff80fa8855be/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_385069/379d3090508d0a5bebf5a94df6d3ff80fa8855be/)
13. Системы оптической оцифровки и измерения ATOS. <http://www.mcp.by/equipment?id=28>
14. Система оптических измерений динамических смещений и деформаций PONTOS. <http://www.mcp.by/equipment?id=23>
15. Стенды Развал-схождения колёс. Эволюция. Виды. <http://www.drive2.ru/b/798884/>
16. Фотограмметрия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/фотограмметрия>
17. Электронная система Siver Data для контроля геометрии кузова. <http://www.siver.su/catalog/247/index.php>
18. Blyankinshtein I.M. et al. Concept and models for evaluation of black and white smoke components in diesel engine exhaust // Transport problems, Volume 12, Issue 3, 2017. P. 83-93. <https://doi.org/10.20858/tr.2017.12.3.8>
19. Conceptual Approaches to Traffic Monitoring Design Under Varying Conditions of Vehicle Traffic / Alexander Afanasyev; Ruslan Safullin; Elena Kuznetsova; Nickolay Podoprigora; Viktoria Vaga // 2022 Inter-

- national Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 20-22 October 2022, IEEE, Vienna, Austria. <https://doi.org/10.1109/EMCTECH55220.2022.9934067>
20. Fei Liu A video-based real-time adaptive vehicle-counting system for urban roads / Fei Liu, Zhiyuan Zeng, Rong Jiang // PLoS ONE, 2017, vol. 12(11): e0186098. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186098>
21. Smolenkov F. The Diagnosing of Vehicle Steering System by Video Recording Method / F. Smolenkov, I. Blyankinshtein, MATEC Web Conf. The VI International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Management of Transport Systems” (ITMTS 2020). 2021. Vol. 334, 9 p. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202133402018>
22. Zhong Zhen-Jie, Research on Detection and Tracking of Moving Vehicles in Complex Environment Based on Real-Time Surveillance Video / Zhong Zhen-Jie; Wang Qi // 2020 3rd International Conference on Intelligent Robotic and Control Engineering (IRCE), 10-12 August 2020, Oxford, UK. <https://doi.org/10.1109/IRCE50905.2020.9199246>

### References

1. Automatic complexes of photo registration of violations. <http://www.olvia.ru/rus/products.php?s=3>
2. Automobile video recorders. <http://www.autoleon.ru/catalog/video-registrator-avtomobilniy/>
3. Alfimtsev A. N., Lychkov I. I., Devyatkov V. V. *Vestn. IrGTU*, 2012, no. 1 (60), pp. 79–85.
4. Blyankinshteyn I. M., Askhabov A. M., Voevodin E. S. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov*, 2010, no. 2 (61), pp. 38–41.
5. Blyankinshteyn I. M., Ivanov V.I. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov*, 2013, no. 4 (81), pp. 42-44.
6. Blyankinshteyn I.M. Sposob diagnostirovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya elementov podveski transportnogo sredstva [Method of diagnosing the technical condition of the vehicle suspension elements] / I.M. Blyankinshteyn, F.Yu. Smolenkov. Russian Federation Patent No. 2537211, Appl. 16.12.2013, Publ. 27.12.2014, Bulletin No. 36.

7. Blyankinshteyn I.M., Senkevich D.V. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2022, no. 1 (90). <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2022-19-1-121-129>
8. Measuring complex “ISKRA-VIDEO”. <http://www.simicon.ru/rus/product/gun/archive/video.html>
9. Company “EUROSIV”. <http://shop.eurosiv.ru/>
10. Mobile complex of video fixation “VISIR”. <http://www.petrosk.ru/catalogpsk/gibdd/>
11. The official site of the company Platforma. <https://platforma.id/distancionnaya-ocenka-avtomobilej/>
12. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation from 15.01.2021 № 9 “On approval of the Order of organization and conduct of pre-flight or pre-shift control of the technical condition of vehicles”. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_385069/379d-3090508d0a5bebf5a94df6d3ff80fa8855be/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_385069/379d-3090508d0a5bebf5a94df6d3ff80fa8855be/)
13. ATOS optical digitization and measurement systems. <http://www.mcp.by/equipment?id=28>
14. PONTOS optical measurement system for dynamic displacements and deformations. <http://www.mcp.by/equipment?id=23>
15. Wheel camber stands. Evolution. Types. <https://www.drive2.ru/b/798884/>
16. Photogrammetry. <https://ru.wikipedia.org/wiki/fotogrammetriya>
17. Siver Data electronic system for body geometry inspection. <http://www.siver.su/catalog/247/index.php>
18. Blyankinshtein I.M. et al. Concept and models for evaluation of black and white smoke components in diesel engine exhaust. *Transport problems*, 2017, vol. 12, no. 3, pp. 83-93. <https://doi.org/10.20858/tp.2017.12.3.8>
19. Conceptual Approaches to Traffic Monitoring Design Under Varying Conditions of Vehicle Traffic / Alexander Afanasyev; Ruslan Safullin; Elena Kuznetsova; Nickolay Podoprigora; Viktoria Vaga. *2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 20-22 October 2022, IEEE, Vienna, Austria*. <https://doi.org/10.1109/EMCTECH55220.2022.9934067>

20. Fei Liu A video-based real-time adaptive vehicle-counting system for urban roads / Fei Liu, Zhiyuan Zeng, Rong Jiang. *PLoS ONE*, 2017, vol. 12(11): e0186098. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186098>
21. Smolenkov F. The Diagnosing of Vehicle Steering System by Video Recording Method / F. Smolenkov, I. Blyankinshtein, *MATEC Web Conf. The VI International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Management of Transport Systems" (ITMTS 2020)*, 2021, vol. 334, 9 p. <https://doi.org/10.1051/matecco-nf/202133402018>
22. Zhong Zhen-Jie, Research on Detection and Tracking of Moving Vehicles in Complex Environment Based on Real-Time Surveillance Video / Zhong Zhen-Jie; Wang Qi. *2020 3rd International Conference on Intelligent Robotic and Control Engineering (IRCE), 10-12 August 2020, Oxford, UK*. <https://doi.org/10.1109/IRCE50905.2020.9199246>

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Блянкинштейн Игорь Михайлович**, профессор кафедры «Техническая эксплуатация транспортных средств», доктор технических наук

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет*

*ул. 2-я Красноармейская, 4, г. Санкт-Петербург, 190005,*

*Российская Федерация*

*blyankinshtein@mail.ru*

**Сенкевич Дмитрий Вадимович**, магистрант

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет*

*ул. 2-я Красноармейская, 4, г. Санкт-Петербург, 190005,*

*Российская Федерация*

*SenDim1999@Yandex.ru*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Igor M. Blyankinstein**, Professor of the Department «Technical Exploitation of Vehicles», Doctor of Engineering Sciences  
*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*  
*4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., St Petersburg, 190005, Russian Federation*  
*blyankinshtein@mail.ru*

**Dmitry V. Senkevich**, Master's Student of the «Technical Exploitation of Vehicles»  
*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*  
*4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., St Petersburg, 190005, Russian Federation*  
*SenDim1999@Yandex.ru*

Поступила 10.08.2023  
После рецензирования 28.08.2023  
Принята 30.08.2023

Received 10.08.2023  
Revised 28.08.2023  
Accepted 30.08.2023

## 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

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ НАЛИЧИИ В НЕЙ НЕИСПРАВНОСТЕЙ <i>Т.В. Аветисян, А.П. Преображенский, Ю.П. Преображенский</i> .....	7
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИНФОРМИРОВАНИЯ УЧАСТНИКОВ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ TELEGRAM <i>В.А. Чернов, Д.Р. Фатихов, А.Д. Рамазанов, Г.А. Гареева</i> .....	22
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РОЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ <i>Т.В. Аветисян, Я.Е. Львович, А.П. Преображенский</i> .....	37
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ НАШЕЙ СТРАНЫ <i>В.В. Нагорный, В.Е. Артемов, М.П. Миронова</i> .....	50
ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ОПЕРАТОРА ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК <i>Е.А. Лебедев, Т.В. Коновалова, И.С. Сенин, С.В. Коцурба</i> .....	62
РАЗРАБОТКА СКРИПТОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НА ПК ПРИ ПОМОЩИ AUOTNOTKEY <i>Д.В. Максимов, М.В. Азаренко, Н.С. Владимиров, Г.А. Гареева, А.Г. Файзуллина</i> .....	79

К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ <i>Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.С. Сенин, С.В. Коцурба</i> .....	92
УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ <i>Т.В. Аветисян, К.И. Львович, Э.М. Львович</i> .....	105
ЦИФРОВИЗАЦИЯ – ЕДИНСТВЕННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК <i>А.А. Изюмский, С.Л. Надирян, С.В. Коцурба</i> .....	118
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОДА ВАЛЮТЫ В РУБЛИ НА ОСНОВЕ TELEGRAM <i>А.Л. Назмеев, Г.А. Гареева, Д.Р. Григорьева, Б.Р. Каримуллин, Э.М. Кузнецова</i> .....	128
ОПТИМИЗАЦИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ: МЕТОДЫ И ИХ СРАВНЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА <i>Ю.В. Торкунова, Д.В. Милованов</i> .....	142
СХЕМЫ РАЗВЕРТЫВАНИЙ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ ДОСТУПНОСТИ <i>Р.М. Хамитов</i> .....	159
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ <i>О.Н. Миркина</i> .....	175

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ  
УЧЕБНОГО РАСПИСАНИЯ**

*А.С. Петросян, А.А. Сурмачевская, Е.А. Сафонова,  
Э.М. Кузнецова, Г.А. Гареева* ..... 188

**ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СФЕРЕ ЛОГИСТИКИ**

*А.С. Каргополов, М.Н. Крипак, Л.А. Кияшко* ..... 205

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ЦЕНТРА МАСС  
ТРАКТОРА С ГУСЕНИЧНЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ**

*М.А. Быков, Н.В. Фрольцов, М.В. Сидоров,  
А.И. Пономарев* ..... 218

**ХАРАКТЕРИСТИКА И АЛГОРИТМЫ  
КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОБУСОВ  
ПО ПАРАМЕТРАМ СИСТЕМЫ RGB**

*И.М. Блянкинштейн, Д.В. Сенкевич* ..... 233

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ** ..... 253

## CONTENTS

PROBLEMS OF MANAGING A CYBER-PHYSICAL SYSTEM IN THE PRESENCE OF MALFUNCTIONS IN IT <i>T.V. Avetisyan, A.P. Preobrazhensky, Yu.P. Preobrazhensky</i> .....	7
OPTIMIZATION OF THE LEARNING PROCESS BY AUTOMATION OF OBTAINING THE SCHEDULE BASED ON TELEGRAM <i>V.A. Chernov, D.R. Fatikhov, A.D. Ramazanov, G.A. Gareeva</i> .....	22
SIMULATION AND OPTIMIZATION OF A SWARM OF UNMANNED AERIAL VEHICLES <i>T.V. Avetisyan, Ya.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky</i> .....	37
FEASIBILITY OF DEVELOPMENT OF AUTOMOBILE PASSENGER TRANSPORT IN THE NORTHERN REGIONS OF OUR COUNTRY <i>V.V. Nagorny, V.E. Artemov, M.P. Mironova</i> .....	50
PREREQUISITES FOR THE CREATION OF A SINGLE OPERATOR OF URBAN PASSENGER TRANSPORTATION <i>E.A. Lebedev, T.V. Konovalova, I.S. Senin, S.V. Kotsurba</i> .....	62
DEVELOPMENT OF SCRIPTS FOR OPTIMIZING WORK ON A PC USING AUTOHOTKEY <i>D.V. Maksimov, M.V. Azarenko, N.S. Vladimirov, G.A. Gareeva, A.G. Faizullina</i> .....	79
ON THE ISSUE OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF ELECTRIC TRANSPORT IN CITIES <i>T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.S. Senin, S.V. Kotsurba</i> .....	92

TRAINING AND RESEARCH SYSTEM  
OF PERSONNEL MANAGEMENT IN CYBERPHYSICAL  
SYSTEM

*T.V. Avetisyan, K.I. Lvovich, E.M. Lvovich* ..... 105

DIGITALIZATION IS THE ONLY WAY TO DEVELOP  
ROAD TRANSPORT

*A.A. Izyumskiy, S.L. Nadiryana, S.V. Kotsurba* ..... 118

AUTOMATION OF THE PROCESS OF CONVERTING  
CURRENCIES INTO ROUBLES ON THE BASIS OF  
TELEGRAM

*A.L. Nazmeev, G.A. Gareeva, D.R. Grigoreva,  
B.R. Karimullin, E.M. Kuznetsova* ..... 128

NEURAL NETWORKS OPTIMIZATION:  
METHODS AND THEIR COMPARISON BASED  
OFF TEXT INTELLECTUAL ANALYSIS

*J.V. Torkunova, D.V. Milovanov* ..... 142

DATABASE DEPLOYMENT PATTERN  
FOR HIGH AVAILABILITY

*R.M. Khamitov* ..... 159

PRACTICAL ASPECTS OF ASSESSING  
THE ECONOMIC SECURITY OF A TRANSPORT  
COMPANY

*O.N. Mirkina* ..... 175

AUTOMATING THE PROCESS OF PREPARING  
THE SCHOOL TIMETABLE

*A.S. Petrosyan, A.A. Surmachevskaya, E.A. Safonova,  
E.M. Kuznetsova, G.A. Gareeva* ..... 188

PROSPECTS AND POSSIBILITIES BLOCKCHAIN TECHNOLOGY APPLICATION IN LOGISTICS <i>A.S. Kargopolov, M.N. Kripak, L.A. Kiyashko</i> .....	205
SIMULATION OF OSCILLATIONS OF THE CENTER OF MASS OF THE TRACTOR WITH TRACKED PROPULSION UNIT <i>M.A. Bykov, N.V. Froltsov, M.V. Sidorov, A.I. Ponomarev</i> .....	218
CHARACTERISATION AND ALGORITHMS FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF BUSES BY RGB SYSTEM PARAMETERS <i>I.M. Blyankinstein, D.V. Senkevich</i> .....	233
<b>RULES FOR AUTHORS</b> .....	253

*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/>