

ISSN 2227-930X (online)

International Journal of Advanced Studies

Transport and Information Technologies
VOLUME 13, NUMBER 2, 2023



International Journal of Advanced Studies

Том 13, № 2
2023

Vol. 13, No. 2
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, № 2, 2023 / Vol. 13, No 2, 2023

<p>Учредитель и издатель: ООО Научно-инновационный центр</p> <p>Журнал основан в 2011 году 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 входит 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>Индексирование и реферирование: 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: ijas@ijournal-as.com http://ijournal-as.com/ +7 (995) 080-90-42</p>	<p>Founder and publisher: Science and Innovation Center Publishing House</p> <p>Founded 2011 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 included 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>Indexing and Abstracting: RSCI Ulrich's Periodicals Directory Google Scholar DOAJ BASE WorldCat OpenAIRE IPRbooks Znanium Lan'</p> <p>Editorial Board Office: 9 Maya St., 5/192, Krasnoyarsk, 660127, Russian Federation E-mail: ijas@ijournal-as.com http://ijournal-as.com/ +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-2023-13-2-7-19

УДК 001



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

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

Киберфизические системы (КФС), наряду с кибербиологическими и киберсоциальными системами, в последнее время становятся одним из ключевых элементов современных инфотелекоммуникационных систем. Интернет вещей, как революционная концепция прошлых нескольких лет, является фундаментальным понятием в контексте КФС. Однако, в отличие от Интернета вещей, выделяющего, в первую очередь, межмашинные соединения, концепция КФС основана на дуализме физической и кибернетической (информационной) сред. Обращаясь к прикладной области, следует отметить тенденцию к информатизации многих элементов окружающего мира. Степень проникновения варьируется от сенсоров, передающих информацию о состоянии живого организма, до точных моделей, описывающих текущее состояние элемента внутри умного производства. В данной работе рассматривается задача, связанная с управлением кибер-физическими системами в условиях, когда на них осуществляются различные случайные внешние воздействия. На основе теории игр в работе предлагается с учетом различных критериев проведение выбора управления. Рассмотрены примеры расчетов.

Ключевые слова: системный анализ; киберфизическая система; теория игр; критерий

Для цитирования. Аветисян Т.В., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Применение игровых моделей при управлении киберфи-

зическими системами // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 2. С. 7-19. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-7-19

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

APPLICATION OF GAME MODELS IN THE MANAGEMENT OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

T.V. Avetisyan, J.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky

Cyber-physical systems (CPS), along with cyber-biological and cybersocial systems, have recently become one of the key elements of modern infotelecommunications systems. The Internet of Things, as a revolutionary concept of the past few years, is a fundamental concept in the context of SPS. However, unlike the Internet of Things, which primarily emphasizes machine-to-machine connections, the SPS concept is based on the dualism of physical and cybernetic (information) environments. Turning to the applied field, we should note the trend towards informatization of many elements of the world around us. The degree of penetration ranges from sensors transmitting information about the state of a living organism to precise models describing the current state of an element within a smart production. This paper deals with the problem related to the control of cyber-physical systems under conditions where various random external influences are exerted on them. On the basis of game theory, the paper proposes, taking into account various criteria, to carry out the choice of control. Examples of calculations are considered.

Keywords: *system analysis; cyber-physical system; game theory; criterion*

For citation. *Avetisyan T.V., Lvovich J.E., Preobrazhensky A.P. Application of Game Models in the Management of Cyber-Physical Systems. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 7-19. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-7-19*

Введение

Сейчас разные разработки, связанные с кибер-физическими системами (КФС) активным образом внедряются в соответствующие сферы жизни и производства [1, 2]. В таких системах применяются сквозные информационно-коммуникационные и информационно-управляющие технологии. Это дает возможности для таких систем осуществлять активное взаимодействие с различными элементами окружающего физического мира.

В КФС за счет встраиваемых компьютеров совместным образом с сетевыми структурами происходит поддержка мониторинга и контроля за физическими процессами [3-5]. Среди КФС можно отметить «умные» сети, поддерживающие электроснабжение, системы, позволяющие поддерживать управление «умным» транспортом, автоматизированные системы управления в производстве и сельском хозяйстве, а также медицинское оборудование.

Активным образом технологии КФС применяются в «умных» городах. Следует понимать, что есть общие черты в архитектуре, если проводить сравнение интернет вещей и КФС.

Основная идея функционирования КФС основывается на том, что существует заметная взаимосвязь между их физическими и вычислительными элементами [6, 7]. После получения данных от датчиков они анализируются, и это применяется для того, чтобы вести управление физическими элементами. В этой связи КФС могут функционировать с учетом изменяющихся условий.

В данной работе рассматриваются возможности применения теории принятия решений для управления КФС.

Критерии принятия решения

Критерий принятия решений может быть рассмотрен в виде функции, которая будет показывать предпочтения лица, принимающего решения (ЛПР). На основе такого критерия будет определяться правило, в рамках которого происходит выбор приемлемого или оптимального вариант решения [8, 9].

Любое решение, когда учитываются условия, связанные неполной информацией, будет приниматься при учете соответствующих количественных характеристик ситуаций, при рассмотрении которых будут приниматься решения. В литературе по принятию решений рассматриваются и описываются разные критерии.

Такие критерии мы можем применять поочередным образом. После того, как проведены вычисления по нескольким вариантам, необходимо осуществлять выделение некоторого окончательного решения. Это дает возможности для того, чтобы изучить особенности принятия решений, а также провести ослабление влияния субъективных факторов [10].

Моделирование кибер-физической системы

Внешних воздействий на КФС, которые являются случайными, может быть несколько, они образуют множество V . Пусть в рассматриваемом случае их три, то есть рассматривается три элемента множества v_1, v_2, v_3 . Множество управлений в КФС U . Пусть в рассматриваемом случае в нем четыре элемента: u_1, u_2, u_3, u_4 . Схема КФС приведена на рисунке 1 Управление определяется тем, как будут приниматься решения.

С тем, чтобы осуществлять эффективное управление, его необходимо делать по месту нахождения объекта воздействия, чтобы повышать безопасность компьютерных сетей [11].

Матрицу вероятностей A , которая показывает успешность управления кибер-физической системой, мы запишем следующим образом [8, 9]:

$$A = \begin{matrix} & v_1 & v_2 & v_3 \\ \begin{matrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.21 & 0.31 & 0.16 \\ 0.76 & 0.21 & 0.36 \\ 0.26 & 0.81 & 0.26 \\ 0.86 & 0.06 & 0.46 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

То есть, если будет применяться управление u_3 и на кибер-физическую систему будет оказываться воздействие v_2 , тогда с ве-

роятностью 0.81 такое управление позволит максимально эффективное управление этой системой. Такой же смысл имеют другие элементы представленной матрицы.



Рис. 1. Иллюстрация типовой топологии КФС

Необходимо принять решение, какое управление выбрать.

Пусть вероятности внешних воздействий известны и задаются следующими значениями: $p_1=0.29$, $p_1=0.5$, $p_1=0.21$.

В таком случае средние выигрыши определяются таким образом:

$$\begin{aligned}
 \text{vygr}_1 &= 0.29 \cdot 0.21 + 0.5 \cdot 0.31 + 0.21 \cdot 0.16 = 0.249, \\
 \text{vygr}_2 &= 0.29 \cdot 0.76 + 0.5 \cdot 0.21 + 0.21 \cdot 0.36 = 0.401, \\
 \text{vygr}_3 &= 0.29 \cdot 0.26 + 0.5 \cdot 0.81 + 0.21 \cdot 0.26 = 0.535, \\
 \text{vygr}_4 &= 0.29 \cdot 0.86 + 0.5 \cdot 0.06 + 0.21 \cdot 0.46 = 0.376.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Анализ полученных результатов показывает, что для указанных значений вероятностей в качестве предпочтительного можно рассматривать третий вариант управления, поскольку выигрыш при этом будет максимальным.

С другой стороны, вероятности внешних воздействий на кибер-физическую систему могут быть неизвестны. В таком случае перед экспертами возникает задача выбора необходимого управления. Для этого могут быть привлечены различные критерии.

Например, в случае пессимистического сценария используется критерий Вальда. В нем в качестве оптимального считается такое воздействие u , при использовании которого является максимальным значение минимального выигрыша: $\max_i \min_j a_{ij}$. То есть, внешние воздействия рассматриваются в таком случае, как самые худшие. Для представленных значений в матрице A минимальные значения по строкам будут следующими: 0.16, 0.21, 0.26, 0.06. Если среди них сделать выбор максимального значения, то оно равно 0.26, что соответствует третьей строке, то есть управляющее воздействие u_3 .

Если сценарий рассматривается как оптимистический, то в случае учета благоприятных условий значение максимального выигрыша будет соответствовать четвертому управляющему воздействию u_4 .

В случае обобщения можно рассмотреть применение критерия Гурвица, который считается как оптимистический-пессимистический. Проводится выбор величины $0 \leq v \leq 1$, после этого происходит определение строки, по которой выполняется условие

$$\max_i (v \min_j a_{ij} + (1-v) \max_j a_{ij}) \quad (3)$$

Анализ показывает, что если $v=1$, то мы приходим к пессимистическому критерию Вальда, если $v=0$, то тогда получается критерий, в котором оптимизм является максимальным.

Выберем для иллюстрации промежуточное значение $v=0.65$. Тогда можно для каждой из строк матрицы получить

$$\begin{aligned} rt_1 &= 0.65 \cdot 0.16 + 0.35 \cdot 0.31 = 0.213, \\ rt_2 &= 0.65 \cdot 0.21 + 0.35 \cdot 0.76 = 0.402, \\ rt_3 &= 0.65 \cdot 0.26 + 0.35 \cdot 0.81 = 0.453, \\ rt_4 &= 0.65 \cdot 0.06 + 0.35 \cdot 0.86 = 0.34. \end{aligned} \quad (4)$$

Наибольшее значение соответствует $rt_3=0.453$. Это относится к третьему варианту управления. Действительно, в ходе приня-

тия решений не следует ориентироваться ни на крайние значения пессимизма, ни на крайние значения оптимизма.

Рассмотрим возможности выбора управляющих воздействий на основе подходов, учитывающих риски. Тогда нет необходимости в том, чтобы осуществлять изучение матрицы успехов.

Анализ показывает, что первое управляющее воздействие u_1 в рассматриваемой нами ситуации следует исключить. Это следует из того, что оно заметным образом будет хуже, чем третье управляющее воздействие u_3 . То есть, такое бы ни было внешнее воздействие v_j вероятности эффективного управления кибер-физической системой $a_{11}=0.21$, $a_{12}=0.31$, $a_{13}=0.16$, не будут превосходить значения соответствующих вероятностей $a_{31}=0.21$, $a_{32}=0.81$, $a_{33}=0.26$. При отбрасывании первой строки в матрице успехов мы приходим к матрице, которая имеет меньшую размерность:

$$A_1 = \begin{matrix} & v_1 & v_2 & v_3 \\ \begin{matrix} u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.76 & 0.21 & 0.36 \\ 0.26 & 0.81 & 0.26 \\ 0.86 & 0.06 & 0.46 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (5)$$

Почему матрицу успехов нет необходимости применять? Например, значение успеха $a_{41}=0.86$, если применяется управление u_4 и учитывается внешнее воздействие v_1 , будет большим, чем когда применяется управление u_3 и внешнее воздействие v_2 . Но можно рассматривать выбор управления u_4 как более удачного, поскольку внешнее воздействие v_1 рассматривается как более благоприятное, если его сравнивать с v_2 . Тогда происходит сравнение наших решений с точки зрения различных внешних воздействий v_j .

С другой стороны, следует рассуждать с точки зрения того, насколько будет благоприятным внешнее воздействие, если осуществляется выбор по различным управляющим воздействиям u_i . То есть, при известном истинном внешнем воздействии v_j мы могли бы говорить о предопределенности выбора управления u_i .

Тогда для столбца v_j был бы выбран элемент, который является наибольшим, то есть $\max_i a_{ij}$. Введем обозначение $d_j = \max_i a_{ij}$. Проведем формирование разности $r_j = d_j - a_{ij}$. Она будет демон-

стрировать то, насколько будет отличаться выигрыш a_{ij} , который достигается при условии того, что применяется управление u_i (если не иметь информации заранее о воздействии v_j) от того выигрыша, который может быть максимальным образом возможен c_j , который будет достигаться при учете того, что уже существует информация относительно того, что воздействие будет v_j .

В этой связи такая разность r_{ij} может рассматриваться в виде риска, когда применяется управление u_i , когда если рассматривается внешнее воздействие v_j . В таком случае удобнее вместо матрицы успехов проводить анализ на основе матрицы рисков $R=(r_{ij})$. Если провести вычисление выигрышей

$d_1 = \max_i a_{i1} = 0.86$, $d_2 = \max_i a_{i2} = 0.81$, $d_3 = \max_i a_{i3} = 0.46$, (6)
а также разностей r_{ij} , тогда можно прийти к матрице рисков

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} v_1 & v_2 & v_3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.1 & 0.6 & 0.1 \\ 0.6 & 0.0 & 0.2 \\ 0.0 & 0.75 & 0.0 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

Проведем сравнение такой матрицы и матрицы (5). Видно, что в матрице рисков значение выигрышей будет одно и тоже, они будут равняться 0.0. Но нельзя говорить об их равноценности. Это можно объяснить тем, что, если будет выбираться управление u_3 с учетом внешнего воздействия v_3 , то значение риска при этом будет равно 0.6. Он будет в 3 раза превышать значение риска 0.2, которое соответствует управлению, с учетом внешнего воздействия v_3 . То есть, если не будет известно внешнее воздействие, следует стремиться к тому, чтобы осуществлять минимизацию по риску, даже если рассматривается та ситуация, которая является самой неблагоприятной. В таких случаях следует проводить расчет $\min_i \max_j a_{ij}$.

С учетом приведенных нами данных $\max_j r_{2j} = 0.6$, $\max_j r_{3j} = 0.6$, $\max_j r_{4j} = 0.75$, при этом $\min_i \max_j r_{ij} = 0.6$. Тогда необходимо сделать выбор управления u_2 или u_3 . В таких случаях будет обеспечиваться риск с минимальным значением для любых внешних воздействий (что относится к той ситуации, которая будет наибольшим образом неблагоприятной).

Если провести анализ, то видно, что в данном случае будет проводиться расчет не по минимальному выигрышу, а с учетом максимального значения риска. То есть рассматривается критерий Севиджа.

Рассмотрим также возможность использования критерия Лапласа. В таком критерии исходят из известного принципа недостаточного обоснования. Так как нет информации относительно того, какие внешние воздействия, мы не можем быть уверены в том, что они различные. Иначе неопределенность была бы существенно ниже в ходе принятия соответствующего решения. Мы можем исходить из того, что внешние воздействия будут равновероятными.

Выигрыши при этом:

$$\begin{aligned}vI_1 &= (0.21 + 0.31 + 0.16) / 3 = 0.22, \\vI_2 &= (0.76 + 0.21 + 0.36) / 3 = 0.33, \\vI_3 &= (0.26 + 0.81 + 0.26) / 3 = 0.33, \\vI_4 &= (0.86 + 0.06 + 0.46) / 3 = 0.33.\end{aligned}\quad (8)$$

Анализ показывает, что при использовании критерия Лапласа предпочтительными управлениями будут u_2 и u_3 .

Если провести обобщение по рассмотренным выше подходам, то, в итоге, представляет интерес использование управления u_3 , которое будет считаться как «золотая середина».

Перестройка КФС с учетом выбранных видов управления может проводиться на основе соответствующих алгоритмов [12].

Выводы

Необходимо рассматривать КФС в виде важной части современной информационной эпохи [13]. Для управления КФС предлагается использование теории игр, применение различных критериев. Это позволит осуществить улучшение функционирования КФС по всем уровням.

Список литературы

1. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Анализ возможностей управления системами «Интернет вещей» // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 112-115.

2. Ватаманюк И.В., Яковлев Р.Н. Обобщенные теоретические модели киберфизических систем // Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. № 23(6). Т. 161-175. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2019-23-6-161-175>
3. Львович И.Я., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Особенности нейросетевого противодействия кибератакам // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 64-67.
4. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Особенности межканальных помех в сетях IEEE 802.11 // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 72-74.
5. 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.
6. Калашников П.В. Задача выбора оптимального варианта конструкции сложной системы в условиях интервальной неопределенности // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3. С. 94-108.
7. Kalashnikov P.V. Mathematical model of risk control arising from the functioning of complex technical systems for critical purposes in conditions of uncertainty of information about the values of parameters and the phase state // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3. С. 22-39.
8. Кини Р.Л., Райфа Х., Принятия решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Радио и связь, 1981. 560 с.
9. Эддоус М., Стенсфильд Р. Методы принятия решений. М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. 590 с.
10. Виксинин И.И., Мариненков Е.Д., Чупров С.С. Применение теории игр для обеспечения безопасности коммуникации киберфизической системы с использованием механизмов репутации и доверия // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2022. Т. 22, № 1. С. 47–59. <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2022-22-1-47-59>

11. Гумеров Э. А., Алексеева Т. В. Киберфизические системы промышленного Интернета вещей // Прикладная информатика. 2021. Т. 16. № 2. С. 72–81. <https://doi.org/10.37791/2687-0649-2021-16-2-72-81>
12. Ронжин А.Л., Басов О.О., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Концептуальная и формальная модели синтеза киберфизических систем и интеллектуальных пространств // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2016. Т. 59. № 11. С. 897-905.
13. Plotnikova T.A. Computer aided schematic design: how to manage large data in the early stages of urban design projects // International Journal of Advanced Studies. 2021. Т. 11. № 2. С. 52-64.

References

1. L'vovich Ya.E., Preobrazhenskiy Yu.P., Ruzhitskiy E. Analiz vozmozhnostey upravleniya sistemami «Internet veshchey» // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2022. № 2 (41). S. 112-115.
2. Vatamanyuk I.V., Yakovlev R.N. Obobshchennye teoreticheskie modeli kiberfizicheskikh sistem // Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2019. № 23(6). Т. 161-175. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2019-23-6-161-175>
3. L'vovich I.Ya., Preobrazhenskiy Yu.P., Ruzhitskiy E. Osobennosti neyrosetevogo protivodeystviya kiberatakam // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2022. № 1 (40). S. 64-67.
4. L'vovich Ya.E., Preobrazhenskiy Yu.P., Ruzhitskiy E. Osobennosti mezhkanal'nykh pomekh v setyakh IEEE 802.11 // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2022. № 1 (40). S. 72-74.
5. Preobrazhenskiy Yu.P., Chuprinskaya Yu.L., Ruzhicky E. The problems of process control in computer systems // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2022. № 1 (40). S. 92-94.
6. Kalashnikov P.V. Zadacha vybora optimal'nogo varianta konstruksii slozhnoy sistemy v usloviyakh interval'noy neopredelennosti // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3. S. 94-108.
7. Kalashnikov P.V. Mathematical model of risk control arising from the functioning of complex technical systems for critical purposes in conditions of uncertainty of information about the values of parameters

- and the phase state // International Journal of Advanced Studies. 2022. T. 12. № 3. S. 22-39.
8. Kini R.L., Rayfa Kh., Prinyatiya resheniy pri mnogikh kriteriyakh: predpochteniya i zameshcheniya. M.: Radio i svyaz', 1981. 560 s.
 9. Eddous M., Stensfil'd R. Metody prinyatiya resheniy. M.: Audit, YuNITI, 1997. 590 s.
 10. Viksnin I.I., Marinenkov E.D., Chuprov S.S. Primenenie teorii igr dlya obespecheniya bezopasnosti kommunikatsii kiberfizicheskoy sistemy s ispol'zovaniem mekhanizmov reputatsii i doveriya // Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologiy, mekhaniki i optiki. 2022. T. 22, № 1. S. 47–59. <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2022-22-1-47-59>
 11. Gumerov E. A., Alekseeva T. V. Kiberfizicheskie sistemy promyshlennogo Interneta veshchey // Prikladnaya informatika. 2021. T. 16. № 2. S. 72–81. <https://doi.org/10.37791/2687-0649-2021-16-2-72-81>
 12. Ronzhin A.L., Basov O.O., Sokolov B.V., Yusupov R.M. Kontseptual'naya i formal'naya modeli sinteza kiberfizicheskikh sistem i intellektual'nykh prostranstv // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Priborostroenie. 2016. T. 59. № 11. S. 897-905.
 13. Plotnikova T.A. Computer aided schematic design: how to manage large data in the early stages of urban design projects // International Journal of Advanced Studies. 2021. T. 11. № 2. S. 52-64.

ДАНИЕ 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*

Львович Яков Евсеевич, профессор, доктор технических наук
Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий

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

DATA ABOUT THE AUTHORS

Tatiana V. Avetisyan, project specialist VIVT

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

Komkovvvt@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

Komkovvvt@yandex.ru

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

Поступила 13.02.2023

После рецензирования 15.03.2023

Принята 20.03.2023

Received 13.02.2023

Revised 15.03.2023

Accepted 20.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32
УДК 303.732.4



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

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

Современные электронные устройства характеризуются сложными схемотехническими решениями, что требует выполнять их проектирование с использованием высокопроизводительных схемотехнических систем автоматизированного проектирования. Разработка таких систем автоматизированного проектирования связана со значительными затратами временных и трудовых ресурсов и должна проводиться на основе новых подходов к построению математического и программного обеспечения с учетом специфических особенностей предметной области и характера решаемых задач. В данной работе рассмотрены проблемы, связанные с моделированием сопровождения электротехнического комплекса. Продемонстрирована методика прогнозирования компонентов на основе одного атрибута в рамках эксперимента. Рассматривается критерий с точки зрения оценки рисков для потребителя. Представлены результаты моделирования основных параметров, характеризующих качество электролитических конденсаторов. После завершения тестов значение прогнозируемого параметра определяется для каждой реализации. Показано оптимальное значение тока утечки, обеспечивающее минимальную вероятность ошибки, для танталовых электролитических конденсаторов с номинальной емкостью. Результаты исследований могут быть полезны для специалистов, работающих на электротехнических комплексах.

Ключевые слова: системный анализ; проектирование; моделирование; электротехнический комплекс

Для цитирования. Аветисян Т.В., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 20-32. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

SYSTEM ANALYSIS OF MAINTENANCE OF THE ELECTRICAL COMPLEX

T.V. Avetisyan, J.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky

Modern electronic devices are characterized by complex circuit design solutions, which requires performing their design using high-performance circuit design computer-aided design systems. The development of such computer-aided design systems is associated with significant expenditure of time and labor resources and should be based on new approaches to the construction of mathematical and software, taking into account the specific features of the subject area and the nature of the tasks to be solved. In this paper, the problems associated with the modeling of maintenance of electrical complex are considered. A methodology for predicting components based on a single attribute within an experiment is demonstrated. The criterion in terms of risk assessment for the consumer is considered. The results of modeling the main parameters characterizing the quality of electrolytic capacitors are presented. After the tests are completed, the value of the predicted parameter is determined for each realization. The optimum value of leakage current, providing the minimum probability of error, for tantalum electrolytic capacitors with nominal capacity is shown. The results of the research can be useful for specialists working on electrical engineering complexes.

Keywords: *system analysis; design; modeling; electrical complex*

For citation. *Avetisyan T.V., Lvovich J.E., Preobrazhensky A.P. System Analysis of Maintenance of the Electrical Complex. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 20-32. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32*

Введение

В ходе рассмотрения особенностей функционирования электротехнического комплекса необходимо провести формирование его моделей. Когда они создаются, необходимо опираться на методы системного анализа. Если на базе собранных данных требуется проводить прогнозы, то достаточно часто привлекают методы регрессионного анализа [1]. С тем, чтобы прогноз был достижим по заданным временным параметрам, внутри интересующего временного периода, необходимо опираться на значения параметров для предшествующего временного периода. Могут также применяться подходы, основывающиеся на классификационных методиках. Компоненты электротехнического комплекса ставятся в соответствие с некоторыми образами. Выбранные информативные параметры будут анализироваться с привлечением теории распознавания образов. С прогнозируемым параметром будут вероятностным способом соотноситься каждая из реализаций [2].

Цель данной статьи состоит в создании методики прогнозирования характеристик электротехнического комплекса на основе методов системного анализа и рассмотрение ее характеристик.

Характеристики обучающего эксперимента и основные особенности методики прогнозирования

Подбор порогового значения признака x_{KL} базируется на использовании данных обучающего эксперимента. Величина вероятности ошибочных решений должна быть минимальной. Исходим из некоторого выбранного критерия. Оценивается риск для потребителя. На его основе можно рассматривается соответствующий критерий

$$\text{Criteria} = P(K_2 | \text{реш}K_1) \quad (1)$$

Реализация, если она будет считаться, что связана с классом K_1 , рассматривается в виде исправной, в реальности будет связана с классом K_2 , будет дефектной. Видно, что используется условная вероятность.

При оценке качества элементов, которые будут входить в состав электротехнического комплекса удобно пользоваться подобным подходом [3, 4].

Внутри таких элементов следует проводить выбор по наиболее информативному показателю процесса. Для него следует осуществлять процедуры прогнозирования [5, 6]. Для элемента электротехнического комплекса важно указать признака, связанный с характеристикой стабильности.

Применяется соответствующая методика для того, чтобы ставить на испытания прогнозируемые элементы. Значение по прогнозируемому параметру будет определяться по каждой из реализаций, если будет завершение испытаний. Осуществляется классификация в рамках двух классов, если задается граничное значение по прогнозируемому параметру y_{bound} .

Если элементы будут отвечать требованиям, они исправные, тогда выбирается класс K_1 – класс, показывающий реализации, в случае дефектных реализаций выбирается класс K_2 . Если требуется определять общее число решений, необходимо опираться на такое выражение

$$n(\text{solut}K_1) + n(\text{solut}K_2) = n \quad (2)$$

В ходе моделирования $n(\text{solut}K_1)$, $n(\text{solut}K_2)$ – будут связаны с соответствующими решениями. Они направлены на то, чтобы в классы K_1 и K_2 были включены компоненты.

Относительно априорных вероятностей, а также ошибочных решений необходимо реализовывать рассмотрение оценок вероятностей.

Использование компонентов связано со следующим риском

$$P(K_2 | \text{solut}K_1) = \frac{n(K_2 | \text{solut}K_1)}{n(\text{solut}K_1)}, \quad (3)$$

Изготовление компонентов связано с таким риском

$$P(K_1 | \text{solut}K_2) = \frac{n(K_1 | \text{solut}K_2)}{n(\text{solut}K_2)}. \quad (4)$$

Если принимаются ошибочные решения, то опираемся на выражения, соответствующие условным вероятностям:

$$P(\text{solut}K_1 | K_2) = \frac{n(\text{solut}K_1 | K_2)}{n(K_2)}; \quad (5)$$

$$P(\text{solut}K_2 | K_1) = \frac{n(\text{solut}K_2 | K_1)}{n(K_1)}$$

Компонент к классу K_1 принадлежит в рамках априорных вероятностей

$$P(K_1) = \frac{n(K_1)}{n}. \quad (6)$$

Тогда в любой реализации вероятность относится к тому, что будет наблюдаться исправность в компоненте [7].

Компонент к классу K_2 принадлежит в рамках априорных вероятностей

$$P(K_2) = \frac{n(K_2)}{n}. \quad (7)$$

Тогда в любой реализации вероятность относится к тому, что будет наблюдаться дефект в компоненте [8].

Включается реализация компонента в класс K_1 , основываясь на априорных вероятностях

$$P(\text{solut}K_1) = \frac{n(\text{solut}K_1)}{n} \quad (8)$$

Включается реализация компонента в класс K_2 , основываясь на априорных вероятностях

$$P(\text{solut}K_2) = \frac{n(\text{solut}K_2)}{n} \quad (9)$$

Процесс переименования класса K_1 в класс K_2 , а также класса K_2 в класс K_1 может быть связан с потерями. По вероятностям требуется осуществить необходимые оценки.

При возникновении ошибки вероятность будет

$$P_{\text{err}} = \frac{n(\text{solut}K_1 | K_2) + n(\text{solut}K_2 | K_1)}{n}; \quad (10)$$

по принятию правильных решений вероятность будет

$$P_{\text{right}} = 1 - P_{\text{err}}. \quad (11)$$

В приведенном выражении $P(K_1 | \text{solut}K_2)$ – является условной вероятностью того, что реализация компонента фактически является исправной и принадлежит классу K_1 , но принято решение считать его дефектным [9, 10]; $P(\text{solut}K_1 | K_2)$ – является условной вероятностью принятия решения о включении реализации компонента в класс K_2 при условии, что она фактически принадлежит классу K_1 ; $n(\text{solut}K_1 | K_2)$, $n(K_2 | \text{solut}K_1)$ – числа ошибочных решений, состоящие в том, что реализации компонентов класса K_2 будут отнесены к классу K_1 , равные числу реализаций компонентов, которые отнесены к исправным, при этом величина признака не будет превышать пороговое значение x_{KL} . Граничное значение y_{bound} будет меньше, чем прогнозируемый параметр; $n(K_1 | \text{solut}K_2)$, $n(\text{solut}K_2 | K_1)$ – числа ошибочных решений, когда компоненты будут отнесены к классам K_1 и K_2 . При этом величина признака будет больше, чем пороговое значение x_{KL} . Значение прогнозируемого параметра не будет больше, чем граничное значение y_{bound} ; $n(K_1)$, $n(K_2)$ – соответственно классам K_1 и K_2 .

Важно выбирать пороговое значение признака x_{KL} . Исходим из того, что не должен быть превышен заданный допуск по вероятностям ошибочных решений.

Предположим, что при переименовании класса K_1 в класс K_2 , а также класса K_2 в K_1 , будет найдено равенство вероятностей. Тогда в качестве наилучшего значения x_{KL} принимается такое, по которому будет минимальное ($P_{err} \rightarrow \min$) общее количество решений двух видов Минимальное или допустимое значение по риску потребителей (3) будет определять наилучшее значение x_{KL} .

Результаты

Качество электролитических конденсаторов связано с таким параметром, как ток утечки. Определяется он тем, какие параметры рабочего электролита и оксидной пленки. То, насколько неустойчива их структура в ходе хранения и эксплуатации соотносят со значением тока утечки, который в результате проведения испытаний будет определен. Тогда в виде признака стабильности мы будем считать

ток утечки I_0 , который получился после измерений через 10 минут после того, как конденсатора был подключен к испытательному напряжению. Прогнозируемый параметр рассматривался в виде относительного изменения тока утечки во времени a . Априорная информация позволяет определять граничное значение тока утечки.

Необходимо было определить оптимальное значение по току утечки I_0 , при котором будет минимальная вероятность ошибки P_{err} (10). Проводился анализ по танталовым электролитическим конденсаторам, имеющим номинальную емкость $C_{\text{ном}} = 2\text{мкф}$.

Таблица 1.

Значения результатов, которые были получены в результате экспериментов

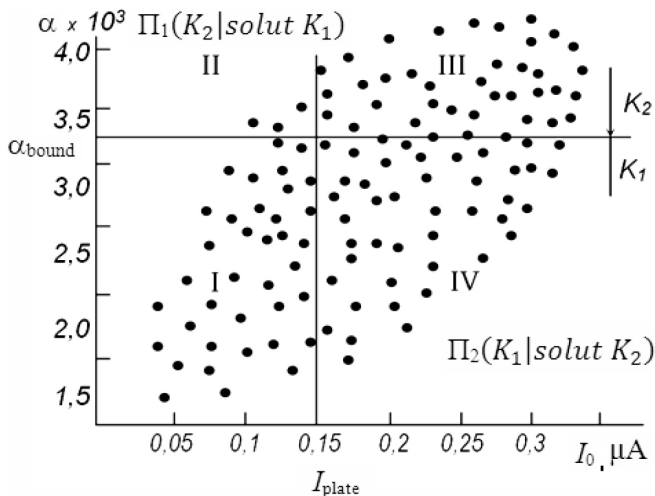
n	$I_0, \mu\text{A}$	a	N	$I_0, \mu\text{A}$	a	n	$I_0, \mu\text{A}$	a	n	$I_0, \mu\text{A}$	a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,04	0,7	26	0,14	2,75	51	0,18	3,30	76	0,22	3,4
2	0,04	1,75	27	0,15	2,1	52	0,11	3,4	77	0,24	3,8
3	0,06	1,5	28	0,16	1,9	53	0,12	3,4	78	0,24	4,1
4	0,07	1,9	29	0,17	1,8	54	0,15	3,3	79	0,23	4,2
5	0,075	1,75	30	0,17	1,75	55	0,17	3,4	80	0,23	4,3
6	0,076	1,4	31	0,185	2,1	56	0,17	3,4	81	0,26	3,6
7	0,08	1,25	32	0,16	2,4	57	0,18	3,4	82	0,26	2,7
8	0,06	2,9	33	0,19	1,9	58	0,21	3,4	83	0,17	3,1
9	0,075	2,75	34	0,22	1,9	59	0,18	3,7	84	0,3	2,8
10	0,075	3,15	35	0,22	2,2	60	0,16	3,8	85	0,32	3,2
11	0,09	3,1	36	0,21	2,4	61	0,21	3,8	86	0,27	3,4
12	0,09	2,4	37	0,21	2,7	62	0,18	3,9	87	0,3	3,4
13	0,11	1,6	38	0,21	2,9	63	0,16	3,9	88	0,32	3,4
14	0,1	2,0	39	0,21	3,1	64	0,22	3,4	89	0,31	3,4
15	0,11	2,6	40	0,23	2,3	65	0,22	3,8	90	0,34	3,4
16	0,11	2,8	41	0,23	2,6	66	0,17	3,6	91	0,34	3,9
17	0,12	3,1	42	0,23	2,4	67	0,16	3,7	92	0,31	3,8
18	0,12	2,4	43	0,23	3,1	68	0,18	3,9	93	0,31	4,2
19	0,13	2,4	44	0,26	2,75	69	0,16	4,0	94	0,34	4,2
20	0,013	2,2	45	0,27	2,7	70	0,21	4,2	95	0,26	4,1
21	0,13	1,7	46	0,26	3,1	71	0,23	2,3	96	0,28	4,3
22	0,14	1,4	47	0,3	2,8	72	0,23	2,6	97	0,31	4,5
23	0,14	1,8	48	0,31	3,1	73	0,23	2,7	98	0,33	4,4
24	0,14	2,3	49	0,14	3,25	74	0,23	3,1			
25	0,13	2,5	50	0,16	3,25	75	0,23	3,4			

Таблица 2.

Необходимые данные для принятия решений

№	$I_{plate}, \mu A$	n_1	n_2	P_{err}
1	0,05	0	60	0,612
2	0,1	0	48	0,489
3	0,15	4	30	0,346
4	0,20	11	16	0,275
5	0,25	18	5	0,234
6	0,3	23	2	0,255
7	0,35	31	80	0,316

Было проведено испытание партии случайным образом отобранных конденсаторов ($n=98$). Значение температуры было $t=700C$. Время наблюдения составило $T=2000$ ч. С учетом пульсирующего напряжения была получена выборка значения тока утечки I_0 и коэффициента a (таблица 1). На основе данных таблицы 2 проведем построение поля корреляции (рисунок 1). В ходе моделирования считалось, что I – область K_1 (исправных конденсаторов); II – область $(K_2|solutK_1)$; III – область K_2 (дефектных конденсаторов); IV – область $(K_1|solutK_2)$.

Рис. 1. Поле корреляции признака I_0 и прогнозируемого параметра a

Вероятность ошибки, что годные изделия будут признаваться дефектными, а дефектные – рассматриваться в виде годных, определяется на основе выражения (10).

Исходя из данных эксперимента, для $n_1=4$, $n_2=30$ и вероятность ошибки при заданном пороговом значении $I_0=0,15$ равна $P_{err}=0,346$.

Чтобы определить оптимальное значение P_{err} , проведем построение зависимости $P_{err} = f(I_{plate})$ (рисунок 2). Тогда при $a = var$ найдем значения P_{err} (таблицы 2). Из анализа зависимости вероятности ошибки от I_{plate} (рисунок 2) были определены значения $I_{plate}=0,25$; $P_{err} = 0,234$.

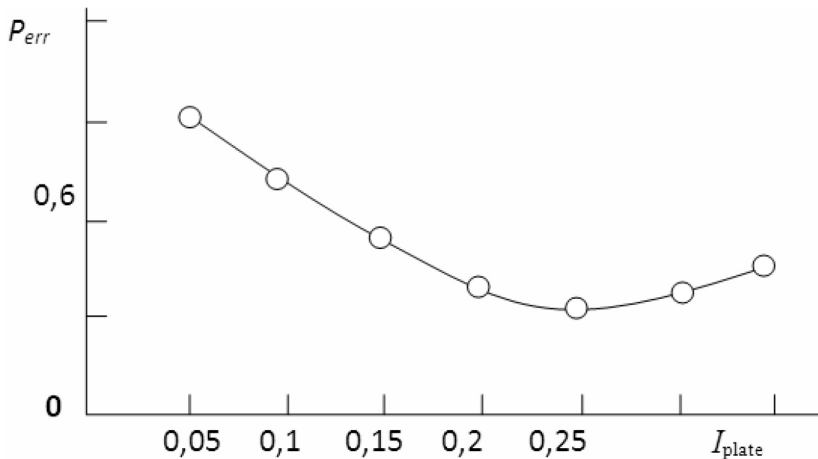


Рис. 2. Определение оптимальной величины P_{err}

Выводы

В статье рассмотрены особенности модельного обеспечения электротехнического комплекса на основе методов системного анализа. Основными результатами работы являются: методика прогнозирования для компонентов на основе одного атрибута в рамках обучающего эксперимента, результаты моделирования параметров конденсаторов. По результатам математического моделирования показано оптимальное значение вероятности ошибки.

Список литературы

1. Токарев Д.А., Разинкин К.А. Методика топологической оптимизации изделий авиационной промышленности: алгоритм построения ассоциативно связанной сборочной единицы // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1(40). С. 46-53.
2. Чупринская Ю.Л., Фролов В.Н. Анализ моделей движения в электронно-механических системах // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 130-133.
3. Суворов А.А., Зеленина А.Н. Разработка подсистемы информационной поддержки объемного планирования производства // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 3 (42). С. 125-131.
4. Ковнев В.В., Токарев Д.А., Постникова И.В., Фролов В.Н. Анализ особенностей радиоустройств с программируемыми параметрами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 3 (42). С. 13-16.
5. Зайцев Д.Л., Зеленина А.Н. Классификация интерактивных взаимодействий пользователя с программным обеспечением // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 3 (42). С. 43-48.
6. Мельникова Т.В., Питолин М.В., Преображенский Ю.П. Моделирование обработки больших массивов данных в распределенных информационно-телекоммуникационных системах // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022. Т. 10. № 1 (36).
7. Рихтер Т.В., Белоус А.В. Автоматизация процесса учета оборудования на предприятии // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 2. С. 69-85.
8. Калашников П.В. Задача выбора оптимального варианта конструкции сложной системы в условиях интервальной неопределенности // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3. С. 94-108.

9. Балаев Э.Ю.О., Клепиков Д.А., Елисеев В.Н., Шилов Г.В. Использование паяльного сплава CuPbSnCo для формирования адгезионного слоя, слоистого композитного покрытия (CuPbSnCo-tinizr) высокоскоростным газопламенным напылением с финишной ТВЧ обработкой покрытие (CuPbSnCo-tinizr)-подложка (ст.45) для повышения адгезии // International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3. С. 66-82.
10. Ерасов С.В. Оптимизационные процессы в электродинамических задачах // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 20-26.

References

1. Tokarev D.A., Razinkin K.A. Metodika topologicheskoy optimizatsii izdeliy aviatsionnoy promyshlennosti: algoritm postroeniya assotsiativno svyazannoy sborochnoy edinitsy // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2022. № 1(40). S. 46-53.
2. Chuprinskaya Yu.L., Frolov V.N. Analiz modeley dvizheniya v elektronno-mekhanicheskikh sistemakh // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2022. № 2 (41). S. 130-133.
3. Suvorov A.A., Zelenina A.N. Razrabotka podsistemy informatsionnoy podderzhki ob»emnogo planirovaniya proizvodstva // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2022. № 3 (42). S. 125-131.
4. Kovnev V.V., Tokarev D.A., Postnikova I.V., Frolov V.N. Analiz osobennostey radioustroystv s programmiruemyimi parametrami // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2022. № 3 (42). S. 13-16.
5. Zaytsev D.L., Zelenina A.N. Klassifikatsiya interaktivnykh vzaimod-eystviy pol'zovatelya s programmnyim obespecheniem // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2022. № 3 (42). S. 43-48.
6. Mel'nikova T.V., Pitolin M.V., Preobrazhenskiy Yu.P. Modelirovanie obrabotki bol'shikh massivov dannykh v raspredelennykh informat-sionno-telekommunikatsionnykh sistemakh // Modelirovanie, optimi-zatsiya i informatsionnye tekhnologii. 2022. Т. 10. № 1 (36).

7. Rikhter T.V., Belous A.V. Avtomatizatsiya protsessa ucheta oborudovaniya na predpriyatii // International Journal of Advanced Studies. 2022. T. 12. № 2. S. 69-85.
8. Kalashnikov P.V. Zadacha vybora optimal'nogo varianta konstruktssii slozhnoy sistemy v usloviyakh interval'noy neopredelennosti // International Journal of Advanced Studies. 2022. T. 12. № 3. S. 94-108.
9. Balaev E.Yu.O., Klepikov D.A., Eliseev V.N., Shilov G.V. Ispol'zovanie payal'nogo splava cumnco dlya formirovaniya adgezionnogo sloya, sloistogo kompozitnogo pokrytiya (cumnco-tinizr) vysokoskorostnym gazoplammennym napyleniem s finishnoy TVCh obrabotkoy pokrytie (cumnco-tinizr)-podlozhka (st.45) dlya povysheniya adgezii // International Journal of Advanced Studies. 2022. T. 12. № 3. S. 66-82.
10. Erasov S.V. Optimizatsionnye protsessy v elektrodinamicheskikh zadachakh // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2013. № 10. S. 20-26.

ДАНИЕ 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*

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
Komkovvivi@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
Komkovvvt@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Tatiana V. Avetisyan, project specialist VIVT
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
Komkovvvt@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
Komkovvvt@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6911-8053>

Поступила 13.02.2023

После рецензирования 15.03.2023

Принята 22.03.2023

Received 13.02.2023

Revised 15.03.2023

Accepted 22.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-33-46

УДК 004.62



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

АВТОИМПОРТ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА ИНФОРМАЦИИ В БАЗУ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

*Р.Р. Крапивин, Г.А. Гареева, Ю.М. Филатов,
А.Г. Файзуллина, И.Ю. Мышкина*

В статье рассматривается эффективный и автоматизированный способ импортирования больших объемов данных из таблиц Excel в базу данных. В различных проектах присутствуют задачи, в которых поток огромных данных, таких как лог-файлы программных операций или ручные операции, совершаемые на рабочих участках, жизненно необходим для эффективного анализа.

***Цель** – разработка модуля для автоматического импортирования большого объема данных из формата Excel в базу данных.*

***Метод или методология проведения работы:** в статье рассматривается способ, который реализует автоматическое импортирование данных из таблиц Excel в базу данных PostgreSQL.*

***Результат:** разработан собственный уникальный модуль, который способен обрабатывать огромные Excel таблицы и импортировать их в базу данных PostgreSQL без ручных операций.*

***Ключевые слова:** Python; pandas; библиотека; запрос; PostgreSQL; xlsx; Excel*

***Для цитирования.** Крапивин Р.Р., Гареева Г.А., Филатов Ю.М., Файзуллина А.Г., Мышкина И.Ю. Автоимпорт большого объема информации в базу данных с помощью языка программирования Python // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 2. С. 33-46. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-33-46*

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

AUTOIMPORT OF A LARGE VOLUME INFORMATION INTO A DATABASE USING THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

**R.R. Krapivin, G.A. Gareeva, Y.M. Filatov,
A.G. Faizullina, I.Yu. Myshkina**

The article discusses an efficient and automated way to import large amounts of data from Excel tables into a database. In various projects, there are tasks in which the flow of huge data, such as logs of program operations or manual operations performed at work sites, is vital for effective analysis.

Purpose – development of a module for automatic import of a large amount of data from Excel format into a database.

Method or methodology of work: *the article discusses a method that implements automatic import of data from Excel tables into a Postgresql database.*

Result: *developed its own unique module that is able to process huge Excel tables and import them into a Postgresql database without manual operations.*

Scope of the results: *the data obtained, which are stored in the database, should be used to identify high-yield accounts for subsequent investment.*

Keywords: *Python; pandas; library; query; Postgresql; xlsx; Excel*

For citation. *Krapivin R.R., Gareeva G.A., Filatov Y.M., Faizullina A.G., Myshkina I.Yu. Autoimport of a Large Volume Information into a Database Using the Python Programming Language. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 33-46. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-33-46*

Введение

В любых компаниях существует информационный поток данных, зачастую реализуемый в ручном режиме. Под потоком

данных подразумевается обмен или передача больших таблиц с данными. Так же такой большой объем данных используется для аналитики, используемой в профессии Data science для выявления закономерностей, позволяющие улучшить или оптимизировать работу компании.

В компаниях с большим потоком информации затрачиваются большие средства для выполнения импорта таблиц тех же Excel книг в базу данных.

Автоматизация импортирования такого потока, заметно снижает нагрузку на работников, которые оперируют данными.

Из-за постоянного и активного роста IT сектора, подобные задачи по автоматизации импорта Excel книг в базы данных довольно часто встречаются и ложатся на плечи обычных разработчиков.

В статье рассматривается способ реализации механизма импорта на популярном и распространённом высокоуровневом языке программирования Python, что может помочь сэкономить время и деньги на разработке.

Цель работы: разработать программное обеспечение для автоматизированного импорта таблиц Excel в базу данных PostgreSQL.

Для автоматизации импорта требуется рабочее пространство, например рабочая папка, в которой будут находиться исполняющий Excel файл и Excel таблицы, которые необходимо импортировать в базу данных. Для реализации подобного исполняющего файла необходимо выполнить три шага:

Первое, в исполняющем файле необходимы библиотеки для работы (рис. 1).

Второе, научить исполняющий файл находить Excel книги в ближайшем окружении.

Третье, импортировать каждую Excel книгу в базу данных.

Для первого шага достаточно прописать 4 строки, вызывая эти библиотеки в рабочее окружение исполняющего файла.

```
import pandas as pd
import sqlalchemy
from sqlalchemy import create_engine

import os
```

Рис. 1. Библиотеки для импортирования данных

Рассмотрим каждый из импортированных модулей. Pandas – высокоуровневая Python библиотека для анализа данных. Это высокоуровневый модуль, потому что она построена поверх более низкоуровневой библиотеки NumPy. В экосистеме Python Pandas является наиболее продвинутой и быстроразвивающейся библиотекой для обработки и анализа данных. Библиотека была создана в 2008 году компанией AQR Capital, в 2009 году она стала проектом с открытым исходным кодом. По большей части эта библиотека используется для аналитики, но в рамках данной статьи она используется для создания DataFrame массивов, которые с помощью sqlalchemy импортируются в базу данных. DataFrame – основной тип данных в Pandas, вокруг которого строится вся работа. Его можно представить в виде обычной таблицы с любым количеством столбцов и строк. Внутри ячеек такой «таблицы» могут быть данные самого разного типа: числовые, булевы, строковые и так далее.

SQLAlchemy – это фреймворк для работы с реляционными базами данных в Python. Он был создан Майком Байером в 2005 году. SQLAlchemy позволяет работать с базами данных MySQL, MS-SQL, PostgreSQL, Oracle, SQLite и другими. В рамках статьи она используется для формирования подключения к базе данных PostgreSQL.

Create_engine это модуль SQLAlchemy или же пул соединений.

Пул соединений – это стандартный способ кэширования соединений в памяти, что позволяет использовать их повторно. Соз-

давать соединение каждый раз при необходимости связаться с базой данных – затратно. А пул соединений обеспечивает неплохой простотой производительности.

При таком подходе приложение при необходимости обратится к базе данных и затем получить пул подключения. После выполнения запросов подключение освобождается и возвращается в пул. Новое создается только в том случае, если все остальные связаны. В исполняющем файле это основной механизм.

Библиотека `os` – это стандартный встроенный модуль языка программирования Python. Эта библиотека функций для работы с операционной системой. Методы, включенные в неё, позволяют определять тип операционной системы, получать доступ к переменным окружения, управлять директориями и файлами. Для исполняющего файла эта библиотека позволит находить Excel файлы.

Для выполнения первого шага достаточно прописать `import` библиотек в начале исполняющего файла (рис. 1).

Для второго шага требуется использовать библиотеку `os`. Необходимо просматривать все Excel файлы в папке, где находится исполняющий файл, и игнорировать другие форматы (рис. 2). У библиотеки есть вызываемый метод `listdir()`, с помощью которого исполняющий файл получает список файлов в папке, в котором сам находится. После получения списка файлов, каждый из них проверяется на наличие строки `.xlsx`, которая означает Excel формат.

```
def get_excel_list():
    excel_list = []
    for file in os.listdir():
        if '.xlsx' in file:
            excel_list.append(file)
    return excel_list
```

Рис. 2. Функция помещения Excel таблиц в массив `excel_list`

Для реализации третьего шага, самого главного, полученный ранее список Excel таблиц необходимо преобразовать в DataFrame и создать с помощью engine пул подключения для импортирования DataFrame в таблицы базы данных (рис. 3).

```
def import_excel_in_bd(excel_list):  
    engine = create_engine(f'postgresql://{user_info}:{password_info}@{host_info}:{port}/{dbname_info}')  
    for excel_file in excel_list:# Начало прохода по массиву excel list  
        df = pd.read_excel(excel_file)# Чтение excel  
        df.to_sql(excel_file, engine, if_exists = 'replace', index = False)# Создание таблицы, если она е
```

Рис. 3. Импортирование Excel файлов в базу данных

Метод `read_excel` показанный на рисунке 3, создает DataFrame из Excel таблицы, а следующий метод `to_sql` выполняет функцию импортирования, но для его работы требуется engine, пул подключения, который создается методом `create_engine` и на вход получает аргументы из данных для подключения, таких как:

- 1) `user_info` – переменная которая хранит имя пользователя базы данных;
- 2) `password_info` – переменная хранящая пароль для подключения;
- 3) `host_info` – переменная содержащая имя хоста, где располагается база данных;
- 4) `port` – переменная хранящая номер порта;
- 5) `dbname_info` – переменная, хранящая имя базы данных, к которой нужно подключение.

Такие переменные являются очень важными и объявляются в отдельной функции как глобальные переменные, чтобы можно было вызывать их в любом участке кода (рис. 4).

Каждый Excel файл будет импортирован в таблицу, имена таблиц берутся из названия самих Excel файлов.

Например, поместим два Excel файла в папку с исполняющим файлом и запустим его (рис. 5).

Каждый Excel содержит ежемесячные расходы одного человека (рис. 6).

```
def create_global_params():
    'Задаются глобальные параметры'
    global user_info
    global password_info
    global host_info
    global port
    global dbname_info

    user_info = 'postgres'
    password_info = 'pass123'
    host_info = 'localhost'
    port = 5432
    dbname_info = 'postgres'
```

Рис. 4. Создание и объявление глобальных переменных для подключения к базе данных

Имя




 auto_import
 Август
 Сентябрь

Рис. 5. Excel таблицы в папке с исполняющим файлом

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Дата	Аренда	Коммуналка	Кафе, прогулки	Продукты/Еда	Техника/Оборудов	Внечеков	Прочее	Итого	
2	01.08.2022			296,99 P		246,89 P			40 167,98 P	
3	02.08.2022				717,90 P					
4	03.08.2022			1 143,25 P				33,5		
5	04.08.2022									
6	05.08.2022	12 000,00 P	2 459,00 P							
7	06.08.2022			1 848,85 P						
8	07.08.2022			1 287,67 P						
9	08.08.2022									
10	09.08.2022				861,94 P			121,00 P		
11	10.08.2022			240,00 P						
12	11.08.2022									
13	12.08.2022			644,86 P					420,00 P	
14	13.08.2022								177,50 P	
15	14.08.2022			1 735,50 P						
16	15.08.2022									
17	16.08.2022									
18	17.08.2022									
19	18.08.2022				300,00 P					
20	19.08.2022					3 662,00 P	100,00 P			
21	20.08.2022			780,86 P						
22	21.08.2022									
23	22.08.2022				1 722,13 P		700,00 P			
24	23.08.2022			1 952,99 P						

Рис. 6. Содержимое Excel таблицы Август.xlsx

После выполнения работы исполняющего файла, появятся две таблицы в базе данных (рис. 7, 8).

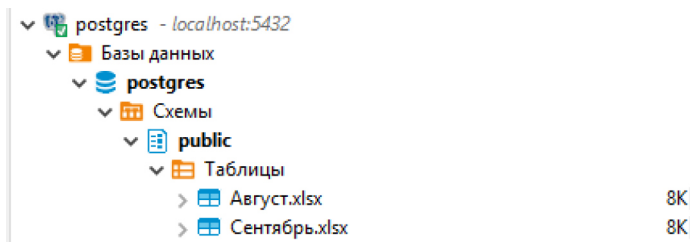


Рис. 7. Созданные таблицы в Postgresql

The screenshot shows the PostgreSQL database interface displaying the contents of the 'Август.xlsx' table. The table has 27 rows and 7 columns. The columns are: 'Дата', '123 Аренда', '123 Коммуналка', '123 Кафе, прогулки', '123 Продукты/Еда', and '123 Техника/Оборудование'. The 'Дата' column contains dates from 2022-08-01 to 2022-08-27. The other columns contain numerical values or NULL.

Дата	123 Аренда	123 Коммуналка	123 Кафе, прогулки	123 Продукты/Еда	123 Техника/Оборудование
2022-08-01 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	296,99	[NULL]	246,99
2022-08-02 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	717,9	[NULL]
2022-08-03 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	1 143,25	[NULL]	[NULL]
2022-08-04 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-05 00:00:00.000	12 000	2 459	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-06 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	1 848,85	[NULL]	[NULL]
2022-08-07 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	1 287,67	[NULL]	[NULL]
2022-08-08 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-09 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	861,94
2022-08-10 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	240	[NULL]	[NULL]
2022-08-11 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-12 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	644,86	[NULL]	[NULL]
2022-08-13 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-14 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	1 735,5	[NULL]	[NULL]
2022-08-15 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-16 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-17 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-18 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	300	[NULL]
2022-08-19 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	3 662
2022-08-20 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	780,86	[NULL]	[NULL]
2022-08-21 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-22 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	1 722,13	[NULL]
2022-08-23 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	1 952,99	[NULL]	[NULL]
2022-08-24 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	1 204,69	[NULL]	[NULL]
2022-08-25 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	893,98	[NULL]	[NULL]
2022-08-26 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]	[NULL]
2022-08-27 00:00:00.000	[NULL]	[NULL]	[NULL]	1 278,88	[NULL]

Рис. 8. Содержимое таблицы Август

Результаты работы

В ходе проведенного исследования разработано программное средство для автоматического импортирования Excel таблиц в базу данных Postgresql на основе языка программирования Python и библиотек pandas, sqlalchemy, os и модуля create_engine. Подобная разработка может стать основой или важной частью для будущих проектов в разных компаниях. Полученные результат

является примером, доработка которого под конкретные задачи компаний позволит обрабатывать огромный объем информации в компаниях или различных веб сервисов.

Список литературы

1. Логинова Е.В. Необходимость изучения информационных потоков предприятия / Е.В.Логинова, Т.А. Сарыева // Проблемы современной науки и образования, 2017. – № 2. С. 45-48.
2. 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.
3. Бенгфорт, Б. Прикладной анализ текстовых данных на Python. Машинное обучение и создание приложений обработки естественного языка / Б. Бенгфорт. – СПб.: Питер, 2019. – 368 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. Прокофьева Е.Н. Оценка качества управления информационными потоками в организациях / Е.Н. Прокофьева, А.В. Вострикова // Вестник РМАТ, 2017. – 330 с.
6. Прохоренок Н.А. Python 3 и PyQt. Разработка приложений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 704 с.
7. Самойлова И. А. Технологии обработки больших данных / Молодой ученый. - 2017. - № 49 (183). - С. 26-28.
8. Модели и методы исследования информационных систем: монография / А.Д. Хомоненко, А.Г. Басыров, В.П. Бубнов [и др.]. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 204 с.
9. Канаев К.А., Фалеева Е.В., Пономарчук Ю.В. Сравнительный анализ форматов обмена данными, используемых в приложениях с клиент-серверной архитектурой // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-25. – С. 5569-5572.

10. Златопольский Д.М. Основы программирования на языке Python. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 284 с.
11. 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.
12. Белкова А. Л. Осваиваем работу с реляционными базами в MS Excel 2013 / А.Л. Белкова, С.Н. Леора // Теория и практика образования в современном мире: материалы VI Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург: Заневская площадь, 2014. – С. 349-356.
13. Уорсли, Дж. PostgreSQL. Для профессионалов / Дж. Уорсли, Дж. Дрейк. - М.: СПб: Питер, 2002. - 496 с.
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. Loginova E.V. Necessity of studying information flows of an enterprise / E.V. Loginova, T.A. Sarieva // Problems of Modern Science and Education, 2017. - № 2. - pp. 45-48.
2. Methods and models of research of complex systems and big data processing: Monograph / I.Y. 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.
3. Bengforth, B. Applied textual data analysis in Python. Machine learning and creating natural language processing applications / B. Bengforth. - St. Petersburg: Peter, 2019. - 368 p.
4. Ponomareva L.A., Chiskidov S.V., Ronzhina I.A., Golosov P.E. Designing computer learning systems: Monograph. Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Russian Academy of National Econ-

- omy and Public Administration, Moscow State Pedagogical University. Tambov: Consulting company Yukom, 2018. 120 p.
5. Prokofieva E.N. Assessment of the quality of information flow management in organizations / E.N. Prokof'eva, A.V. Vostrikova // Vestnik RMAT, 2017. - 330 p.
 6. Prohorenok N.A. Python 3 and PyQt. Development of applications. - St. Petersburg: BHV-Peterburg, 2012. - 704 p.
 7. Samoylova I. A. Technologies of big data processing / Young scientist. - 2017. - № 49 (183). - pp. 26-28.
 8. Models and methods of research of information systems: monograph / A.D. Khomonenko, A.G. Basyrov, V.P. Bubnov [et al]. - Saint Petersburg: Lan', 2019. - 204 p.
 9. Kanaev K.A., Faleeva E.V., Ponomarchuk Y.V. Comparative analysis of data exchange formats used in applications with client-server architecture // Fundamental Research. - 2015. - № 2-25. - pp. 5569-5572.
 10. Zlatopolsky D.M. Fundamentals of programming in the Python language. - Moscow: DMK Press, 2017. - 284 p.
 11. Vinogradova E. Yu. Intelligent information technology - theory and methodology of building information systems: monograph / Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Ural State. Economics University. - Ekaterinburg: Publishing house of the Ural State University of Economics, 2011. - 263 p.
 12. Belkova A.L. Mastering the work with relational databases in MS Excel 2013 / A.L. Belkova, S.N. Leora // Theory and practice of education in the modern world: proceedings of the VI International. scientific. conf. - St. Petersburg: Zanevskaya Square, 2014. - pp. 349-356.
 13. Worsley, J. PostgreSQL. For professionals / J. Worsley, J. Drake. - M.: SPb: Peter, 2002. - 496 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

Крапивин Р.Р.: разработка программного обеспечения, тестирование существующих компонентов кода, обработка результатов исследований.

Гареева Г.А.: формулирование основных направлений исследования, разработка теоретических предпосылок, формирование общих выводов.

Филатов Ю.М.: проведение сбора данных, подготовка начального варианта статьи.

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

Мышкина И.Ю.: научное редактирование текста статьи и окончательное утверждение версии для публикации.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Krapivin R.R.: software development, testing existing code components, processing research results.

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

Filatov Y.M.: Carrying out data collection, preparing the initial version of the article.

Fayzullina A.G.: analysis and interpretation of the data obtained, literary analysis.

Myshkina I.Yu.: scientific editing of the text of the article and final approval of the version for publication.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Крапивин Роман Русланович, студент

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

ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,

Российская Федерация

Jerichotyran1@yandex.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

Филатов Юрий Михайлович, студент
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,
Российская Федерация
Uraura111222@gmail.com

Файзуллина Айгуль Гинатулловна, преподаватель инженерно-экономического колледжа
Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт
проспект Мира, 68/19, г. Набережные Челны, 423812, Российская Федерация
dlya_pisem_t@mail.ru

Мышкина Ирина Юрьевна, доцент кафедры системного анализа и информатики, кандидат тех. наук, доцент
Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт
проспект Мира, 68/19, г. Набережные Челны, 423812, Российская Федерация
mirinau@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Roman R. Krapivin, student
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI

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

Jerichotyran1@yandex.ru

Yuri M. Filatov, student

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

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

Uraura111222@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

Scopus Author ID: 36801593200

ResearcherID: M-1728-2015

SPIN-code: 3279-8465

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

Irina Yu. Myshkina, Associate Professor, Department of System Analysis and Informatics
Kazan Federal University Naberezhnochelninsk Institute
68/19, Prospekt Mira, Naberezhnye Chelny 423812, Russian Federation

mirinau@mail.ru

Поступила 10.02.2023

После рецензирования 25.02.2023

Принята 09.03.2023

Received 10.02.2023

Revised 25.02.2023

Accepted 09.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-47-59

УДК 656.13



Научная статья | Логистические транспортные системы

ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК НЕГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ

*Т.В. Коновалова, И.С. Сенин,
С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова*

В данной статье авторы рассматривают основные технико-эксплуатационные показатели перевозок грузов на примере ООО «КЛААС». Проанализированы особенности унимодальных, интермодальных и мультимодальных технологий доставки, выявлены их преимущества и недостатки для конкретных условий перевозки грузов.

Цель – проанализировать особенности различных схем доставки грузов, обосновать выбор схемы для конкретных условий перевозки.

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

Результаты: определены факторы, влияющие на выбор схемы перевозки грузов, проанализированы особенности различных схем и возможность их комбинирования в процессе перевозки с учетом конкретных условий.

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

Ключевые слова: перевозка; транспорт; унимодальность; интермодальность; мультимодальность; груз; эффективность; маршрут

Для цитирования. Коновалова Т.В., Сенин И.С., Надирян С.Л., Котенкова И.Н. Применение логистических методов при организации перевозок негабаритных грузов // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 47-59. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-47-59

Original article | Logistic Transport Systems

APPLICATION OF LOGISTICS METHODS IN THE ORGANIZATION OF TRANSPORTATION OF OVERSIZED CARGO

*T.V. Konovalova, I.S. Senin,
S.L. Nadiryanyan, I.N. Kotenkova*

In this article, the authors consider the main technical and operational indicators of cargo transportation on the example of KLAAS LLC. The features of unimodal, intermodal and multimodal delivery technologies are analyzed, their advantages and disadvantages for specific conditions of cargo transportation are revealed.

Purpose: *is to analyze the features of various cargo delivery schemes, to justify the choice of a scheme for specific conditions of transportation.*

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

Results: *the factors influencing the choice of cargo transportation scheme are determined, the features of various schemes and the possibility of combining them in the process of transportation are analyzed, taking into account specific conditions.*

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: *transportation; transport; unimodality; intermodality; multimodality; cargo; efficiency; route*

For citation. *Konovalova T.V., Senin I.S., Nadiryana S.L., Kotenkova I.N. Application Of Logistics Methods in the Organization of Transportation of Oversized Cargo. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 47-59. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-47-59*

Чтобы спроектировать этапы улучшения улично-дорожной сети в населенных пунктах необходимо учесть множество аспектов, а также понимать, что данный процесс занимает большое количество времени. Крупные проекты являются отражением выполненных задач в рамках государства, а также представителей частного бизнеса. Построенные дороги и улицы являются реализованными проектами, которые отражают соблюдение баланса интересов. Если разработанный проект успешно реализован, то он помогает решать ряд насущных проблем, таких как реконструкция различных территорий, транспортные проблемы, а также способствуют глобальному развитию городов, увеличивая пропускную способность на дороге и расширяя транспортную развязку.

Много лет назад стали известны эффективные решения по развитию сети уличных дорог. В России существует современная нормативная база – Градостроительный кодекс РФ от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ, которая регламентирует систему градостроительного планирования и регулирования. Таким образом в соответствии с кодексом, к 2010 году предусматривается, что на начальном этапе подготовки к строительству или реконструкции зданий, необходимо иметь полный комплект документов, в который входят планировочный проект, правила и нормы пользования землей, а также регламент застройки. В основном подготовкой данных документов занимается муниципалитет и регионы РФ.

При описании модели перевозки в таблице 1 приведены основные характеристики перевозимого груза, его особенности и методы организации.

Таблица 1.

Характеристики различных моделей перевозок

Название модели	Идентификационные признаки	Особенности организации перевозок
1	2	3
Униомодальная	Распространенные и функционирующие транспортные карты, единый для всего процесса перевозки транспортный маршрут, единые для всех этапов фрахт и единые для всей транспортировки перевозочные документы, диспетчерский пункт, контролирующий все этапы перевозки	Перевозки строго от отправителя до получателя по принципу «от двери до двери»
Интермодальная	В процессе перевозки на различных ее этапах ответственность за транспортировку груза делится в равной мере между всеми участниками перевозки. При оформлении документов они оформляются на отдельные этапы транспортировки, а так же применяются различные тарифы на перевозку	Перевозки осуществляются по принципу «MRP» – система планирования потребностей
Мультимодальная	Перевозчик отвечает за один вид транспорта, осуществляющий транспортировку. Все остальные участники перевозок участвуют в оплате услуг, с применением единой ставки фрахта, при этом перевозка осуществляется по единому транспортному документу	Перевозки осуществляются по принципу «Точно в срок» – система обеспечения поставки заказов с учетом фактора времени
Трансмодальная	В данном случае для осуществления перевозки оформляются единые транспортно-проездные документы, даже если перевозка грузов осуществляется различным подвижным составом	Перевозки осуществляются по принципу «Движущегося шоссе» – система, обеспечивающая непрерывный процесс перевозки
Амодальная	При организации перевозки функционирует один диспетчерский пункт, объединяющий работу на различных маршрутах транспортных средств, при этом действует единая сквозная ставка фрахта, и перевозчик несет единую ответственность за груз	Перевозки осуществляются по комплексному принципу «MRP» и «точно в срок» – система быстрого реагирования

Процесс погрузки и транспортировки груза возможно производить различными способами, с применением одного или нескольких видов транспорта. В таблице, что мы рассмотрели выше, содержится подробная информация об особенностях транспортировки грузов. Рассмотрим подробнее модели транспортировок далее.

Унимодальная модель используется в случае четкого заданного начала и места доставки. Отсутствуют промежуточные этапы по складированию, временному хранению товаров. Данная модель перевозки широко используется для крупных многотонных отправок грузов. При этом задействуется только один вид транспорта для перевозки.

Другие же модели перевозки за исключением унимодальной относятся к комбинированной перевозки транспортом в количестве более 2 или смешанной, при отправке 2 видами ТС.

Интермодальная модель характеризуется такими особенностями, как перевозка груза в несколько этапов по заранее определенному маршруту различными видами транспорта. В такой модели, если происходит смена подвижного состава, то она осуществляется без перегрузки груза. Интермодальные перевозки могут осуществляться с помощью трейлеров: наглядным примером является транспортировка подвижного состава железнодорожного транспорта на автомобильном транспорте сверхбольшой грузоподъемности. Кроме того, возможно использовать системы роудрейлеров, которая представляет собой размещение полуприцепа в железнодорожной тележке.

Можно сказать, что мультимодальная перевозка грузов, является модифицированным вариантом интермодальной перевозки, и соответственно существенно от нее отличается. Главное отличие заключается в том, что в процессе перевозки ведущее значение имеет один вид транспорта, выступающий в роли перевозчика и являющийся наиболее подходящим в данной ситуации. А другие виды транспорта, взаимодействующие с основным, выступают в роли клиента, оплачивающего услуги перевозчика.

Общими принципами работы представленной модели будут являться обеспечение экономического и финансового взаимодействия между участниками перевозочного процесса на различных его этапах. А так же использование единого метода управления перевозками, с учетом организационно-технологических особенностей. А так же особенностью данного вида перевозок является согласованное действие всех участников перевозочного процесса, в том числе логистов, решающих вопросы, возникающие в процессе транспортировки.

На сегодняшний день существует две оптимальные модели транспортировки грузов – трансмодальная модель и амодальная. Их ключевая особенность состоит в том, что они повышают уровень конкурентоспособности транспортных услуг. Амодальная модель включает в себя разработку для каждого вида транспорта отдельного маршрута для обеспечения конкретных этапов транспортировки. В данном случае, все маршруты подчиняются единому диспетчерскому центру и контролируются единоначально. Трансмодальная модель подразумевает оформление единых проездных документов и транспортной документации, по которой будет осуществляться перевозочный процесс с использованием различных видов транспорта.

Для эффективной реализации перевозочного процесса важно разрабатывать системы перемещения товаров с одного вида транспорта на другой. Это возможно с использованием специальных тарных и упаковочных систем, позволяющих обеспечить стабильное движение транспорта в процессе перевозки. Например, груз для осуществления перевозки размещают в стандартные контейнеры, технические характеристики которых позволяют перевозить их различными видами транспорта с использованием различного подвижного состава. Таким образом, при необходимости перегрузки, не приходится перегружать каждую единицу груза, а осуществляется перегрузка всего контейнера. Для рационального и эффективного использования контейнерных перевозок в разных странах и регионах функционируют различные терминалы, складские и логистические комплексы.

Таким образом мы понимаем, что существует несколько различных моделей транспортировки грузов.

Унимодальная модель используется в случае четкого заданного начала и места доставки. Отсутствуют промежуточные этапы по складированию, временному хранению товаров. Данная модель перевозки широко используется для крупных многотонных отправок грузов. При этом задействуется только один вид транспорта для перевозки.

Интермодальная модель характеризуется такими особенностями, как перевозка груза в несколько этапов по заранее определенному маршруту различными видами транспорта. В такой модели, если происходит смена подвижного состава, то она осуществляется без перегрузки груза. Интермодальные перевозки могут осуществляться с помощью трейлеров: наглядным примером является транспортировка подвижного состава железнодорожного транспорта на автомобильном транспорте сверхбольшой грузоподъемности. Кроме того, возможно использовать системы роудрейлеров, которая представляет собой размещение полуприцепа в железнодорожной тележке.

Можно сказать, что мультимодальная перевозка грузов, является модифицированным вариантом интермодальной перевозки, и соответственно существенно от нее отличается. Главное отличие заключается в том, что в процессе перевозки ведущее значение имеет один вид транспорта, выступающий в роли перевозчика и являющийся наиболее подходящим в данной ситуации. А другие виды транспорта, взаимодействующие с основным, выступают в роли клиента, оплачивающего услуги перевозчика.

С учетом темы исследования объектом является компания КЛААС и ее маршруты перевозок.

Пример перевозки Краснодар – Харзевинкель имеет возможности для улучшения показателей, где можно вносить корректировки, как и в добавлении нового вида транспорта, так и изменения маршрута движения.

Поскольку Европейский транспортно-логистический рынок является вторым по объему после США, у Европы есть огромный выбор в осуществлении или модернизации той или иной перевозки.

Развитие европейской транспортно-логистической системы характеризуется следующими признаками:

- увеличение значимости крупных транспортно-логистических центров;
- укрупнение и объединение участников транспортно-логистического рынка, в том числе в связи с выходом на международный уровень и слияние с международными компаниями;
- увеличение популярности схемы value-added услуги для увеличения привлекательности участников рынка;
- внедрение интеллектуальных транспортных систем и более широкое использование IT-технологий для реализации логистических решений.

Компания ООО «КЛААС» в г. Краснодаре производит уникальный тип комбайна среди концерна «КЛААС». Данный тип очень востребован по всему миру, по этому отправки продукции компании ООО «КЛААС» осуществляются в абсолютно разные точки нашей планеты. Что подразумевает большое количество перевозок и еще большее количество логистических решений для них.

В ООО «КЛААС» есть ответственная группа за транспортную логистику, которая и планирует маршрут следования.

Внутри компании есть собственная классификация по виду перевозки.

Первая группа перевозок, где маршрут следования уже отлажен, по нему был ранее закончен проект, обговорены все детали перевозки, и на текущий момент доведено до автоматизма.

Вторая группа перевозок, где маршрут прокладывается «вручную», если речь идет о крупных поставках, то в данных направлениях перевозки не были доведены до автоматизма, то есть проект еще не реализован, еще на стадии разработки, или для единичных поставок.

Единичные поставки – один из трудоемких процессов, так как перевозка осуществляется мелкими партиями, по 1-2 единицы техники в населенные пункты, в которые раньше не осуществлялась поставка либо это была такая же небольшая партия. Для заведения отдельного проекта с составлением точного маршрута – слишком мало аргументов, так как, возможно, это действительно разовая поставка и не требуется стольких затрат. Поэтому специалисты по логистике в ООО «КЛААС» для таких маршрутов каждый раз прокладывают путь «вручную». Даже если это повторная отправка в населенный пункт, в который ранее осуществлялась поставка. Данные о деталях таких перевозок не сохраняются, так как по умолчанию перевозка считается «разовой».

Решением этой проблемы послужит создание базы данных по маршрутам «разовых» перевозок.

Список литературы

1. Городская мобильность как фактор устойчивого развития территорий / А.Н. Домбровский, Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, М.П. Миронова, С.Л. Надирян, И.С. Сенин. - Краснодар: ООО «Издательский Дом - Юг», 2022. - 208с.
2. Влияние городской мобильности на устойчивое развитие территорий / Домбровский А.Н., Сенин И.С., Котенкова И.Н., Миронова М.П. // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2022. № 4. С. 197-200.
3. Оптимизация пешеходного движения / Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Коломийцева Д.В., Лазарев А.А. // Вестник Сибирской государственной автомобильной академии. 2013. № 5 (33). С. 18-22.
4. Безопасность движения как подсистема транспортно-логистической системы региона / Коновалова Т.В., Котенкова И.Н. // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. Т. 2. № 2 (71). С. 275-279.
5. Проблемы транспортного планирования территорий / Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Коломийцева Д.В. // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. 2013. № 1. С. 025-028.

6. Методы повышения экологической безопасности муниципальных образований на примере г. Краснодара / Котенкова И.Н., Коцурба С.В. // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса. Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. Донецкая академия транспорта. 2022. С. 143-146.
7. Инновационный вариант развития транспортной системы / Кузьмина М.А., Котенкова И.Н., Надирян С.Л., Барова С.А., Зайкова Л.Г. // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). ООО «Издательский Дом - Юг». Краснодар, 2016 №1. Стр. 48-51.
8. Социально-экологические аспекты создания комфортной среды на примере краснодарской агломерации / Сергиенко Н.Л., Лакербай З.К., Короткова Т.Г., Котенкова И.Н., Антипцева Ю.О., Заколюкина А.М., Петровская О.А. Краснодар, изд-во КубГТУ, 2022. 175 с.
9. Микромобильность как элемент системы городского транспорта / Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Сенин И.С. // International journal of advanced studies. 2022. Том 12, Номер 4. С. 27-40.
10. MAAS – мобильность как услуга. Перспективы развития / Надирян С.Л., Котенкова И.Н. // International journal of advanced studies. 2022. Том 12, Номер 4. С. 41-51.
11. Использование цифровых технологий в транспортной логистике / Котенкова И.Н., Сенин И.С. // Логистика: Форсайт-исследования, профессия, практика. Материалы II Национальной научно-образовательной конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 140-145.
12. Анализ характеристик транспортных потоков на кольцевых пересечениях для проектирования организации дорожного движения / Грищенко А.В., Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Надирян С.Л., Сенин И.С. // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2022. № 6. С. 16-27.

References

1. Gorodskaya mobil'nost' kak faktor ustoychivogo razvitiya territoriy / A.N. Dombrovskiy, T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, M.P. Mirono-

- va, S.L. Nadiryanyan, I.S. Senin. - Krasnodar: OOO «Izdatel'skiy Dom - Yug», 2022. - 208s.
2. Vliyanie gorodskoy mobil'nosti na ustoychivoe razvitie territoriy / Dombrovskiy A.N., Senin I.S., Kotenkova I.N., Mironova M.P. // Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennyye nauki. 2022. № 4. S. 197-200.
 3. Optimizatsiya peshekhodnogo dvizheniya / Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Kolomiytseva D.V., Lazarev A.A. // Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy avtodorozhnoy akademii. 2013. № 5 (33). S. 18-22.
 4. Bezopasnost' dvizheniya kak podsistema transportno-logisticheskoy sistemy regiona / Konovalova T.V., Kotenkova I.N. // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2013. T. 2. № 2 (71). S. 275-279.
 5. Problemy transportnogo planirovaniya territoriy / Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Kolomiytseva D.V. // Avtomobil'nyy transport Dal'nego Vostoka. 2013. № 1. S. 025-028.
 6. Metody povysheniya ekologicheskoy bezopasnosti munitsipal'nykh obrazovaniy na primere g. Krasnodara / Kotenkova I.N., Kotsurba S.V. // Nauchno-tekhnicheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa. Sbornik nauchnykh trudov po materialam VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Donetska-ya akademiya transporta. 2022. S. 143-146.
 7. Innovatsionnyy variant razvitiya transportnoy sistemy / Kuz'mina M.A., Kotenkova I.N., Nadiryanyan S.L., Barova S.A., Zaykova L.G. // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (Politekhnicheskyy vestnik). OOO «Izdatel'skiy Dom - Yug». Krasnodar, 2016 №1. Str. 48-51.
 8. Sotsial'no-ekologicheskyye aspekty sozdaniya komfortnoy sredy na primere krasnodarskoy aglomeratsii / Sergienko N.L., Lakerbay Z.K., Korotkova T.G., Kotenkova I.N., Antiptseva Yu.O., Zakolyukina A.M., Petrovskaya O.A. Krasnodar, izd-vo KubGTU, 2022. 175 s.
 9. Mikromobil'nost' kak element sistemy gorodskogo transporta / Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Senin I.S. // International journal of advanced studies. 2022. Tom 12, Nomer 4. S. 27-40.

10. MAAS – mobil'nost' kak ushuga. Perspektivy razvitiya / Nadiryana S.L., Kotenkova I.N. // International journal of advanced studies. 2022. Tom 12, Nomer 4. S. 41-51.
11. Ispol'zovanie tsifrovyykh tekhnologiy v transportnoy logistike / Kotenkova I.N., Senin I.S. // Logistika: Forsayt-issledovaniya, professiya, praktika. Materialy II Natsional'noy nauchno-obrazovatel'noy konferentsii. Sankt-Peterburg, 2021. S. 140-145.
12. Analiz kharakteristik transportnykh potokov na kol'tsevykh peresecheniyakh dlya proektirovaniya organizatsii dorozhnogo dvizheniya / Grishchenko A.V., Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Nadiryana S.L., Senin I.S. // Elektronnyy setevoy politematicheskiy zhurnal «Nauchnye trudy KubGTU». 2022. № 6. S. 16-27.

ДАНИЕ ОБ АВТОРЕ

Коновалова Татьяна Вячеславовна, заведующий кафедрой «Транспортных процессов и технологических комплексов», к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»
ул. Красная, 135, г. Краснодар, Краснодарский край, 350020, Российская Федерация

Сенин Иван Сергеевич, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»
ул. Красная, 135, г. Краснодар, Краснодарский край, 350020, Российская Федерация

Надирян София Леоновна, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

*ул. Красная, 135, г. Краснодар, Краснодарский край, 350020,
Российская Федерация
sofi008008@yandex.ru*

Котенкова Ирина Николаевна, старший преподаватель кафедры
«Транспортных процессов и технологических комплексов»
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический
университет»
*ул. Красная, 135, г. Краснодар, Краснодарский край, 350020,
Российская Федерация*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Tatiana V. Konovalova, Head of the Department of “Transport Processes and Technological Complexes, PhD, Associate Professor
Kuban State Technological University, 135 Krasnaya Str., Krasnodar, Krasnodar Krai, 350020, Russian Federation

Ivan S. Senin, Senior Lecturer of the Department of Transport Processes and Technological Complexes
Kuban State Technological University, 135 Krasnaya Str., Krasnodar, Krasnodar Krai, 350020, Russian Federation

Sofia L. Nadiryan, Senior Lecturer of the Department of Transport Processes and Technological Complexes
*Kuban State Technological University, 135 Krasnaya Str., Krasnodar, Krasnodar Krai, 350020, Russian Federation
sofi008008@yandex.ru*

Irina N. Kotenkova, Senior lecturer of the Department of “Transport Processes and Technological Complexes
Kuban State Technological University, 135 Krasnaya Str., Krasnodar, Krasnodar Krai, 350020, Russian Federation

Поступила 16.02.2023
После рецензирования 10.03.2023
Принята 12.03.2023

Received 16.02.2023
Revised 10.03.2023
Accepted 12.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-60-74

УДК 629.331



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

ВЛИЯНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ПОДВЕСКИ НА БОКОВУЮ РЕАКЦИЮ ШИНЫ

Д.А. Тихов-Тинников

В статье рассматривается влияние демпфирующих свойств подвески автомобиля на процесс формирования боковой реакции в пятне контакта шины и опорной поверхности. В исследовании использовались: математическая модель четверти автомобиля, модель шины типа «натянутая струна» и генератор микропрофиля дорожного покрытия. Получены зависимости нормальных и боковых реакций от пройденного пути для трех классов дорог при изменении параметра, характеризующего демпфирующие свойства подвески автомобиля. Для анализа зависимостей использовались методы математической статистики. Установлено, что среднее значение нормальной нагрузки мало изменяется при снижении демпфирующих свойств подвески, а стандартное отклонение увеличивается. Среднее значение боковой силы снижается на 22 %, при этом стандартное отклонение увеличивается в 1,6 раза. Использование критерия Колмогорова-Смирнова для анализа реализации боковых усилий позволяет определить допустимый диапазон номинальных значений параметров технического состояния амортизаторов подвески транспортных средств.

Цель – получение и анализ закономерностей, описывающих изменения боковой реакции автомобильной шины при ее движении под действием боковой силы и возмущенном состоянии подвески, а также при изменении демпфирующих свойств амортизатора.

Метод или методология проведения работы. В статье использовались методы математического моделирования и статистические методы анализа.

Результаты. Получены зависимости, характеризующие влияние демпфирующих свойств подвески на величину боковой реакции, при движении колеса по дороге с неровностями и под действием боковой силы.

Область применения результатов. Полученные результаты целесообразно применять организациями и учреждениями, занимающимися разработкой методов и средств диагностирования автомобилей.

Ключевые слова: автотранспортные средства; амортизатор; подвеска; микропрофиль, математическая модель

Для цитирования. Тихов-Тинников Д.А. Влияния демпфирующих свойств подвески на боковую реакцию шины // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 60-74. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-60-74

Original article | Operation of Road Transport

INFLUENCE OF SHOCK ABSORBER PROPERTIES ON TIRE LATERAL FORCE

D.A. Tikhov-Tinnikov

The article examines how the damping properties of the suspension system of a vehicle affect the process of forming a lateral reaction in the contact patch of a tire and the supporting surface. A mathematical model of a car quarter, a tire stretched string model, and a road surface microprofile generator were used in the study. The dependences of normal and lateral reactions along the distance traveled for three classes of roads were obtained with a change in the parameter characterizing the damping properties of the vehicle suspension. Mathematical statis-

tics methods were used to analyze the dependences. It was found that the average value of the normal load changes little with a decrease in the damping properties of the suspension, while the standard deviation increases. The average value of the lateral force is reduced by 22%, with the standard deviation increasing by 1.6 times. The use of the Kolmogorov-Smirnov criterion for the analysis of implementations of lateral forces makes it possible to determine the permissible range of nominal values of the parameters of the technical condition of vehicle suspension shock absorbers.

Purpose. *Obtaining and analyzing patterns that describe the change in the lateral reaction of a car tire when it moves under the action of a lateral force and suspension vibrations, as well as when changing the damping properties of a shock absorber.*

Methodology. *In the article were used the methods of mathematical modeling and also statistical methods of the analysis.*

Results. *Dependences have been obtained that characterize the influence of the damping properties of the suspension on the magnitude of the lateral reaction when the wheel moves along a road with bumps and under the action of a lateral force.*

Practical implications. *It is expedient to apply the received results by the organizations and institutions involved in the development of methods and means of diagnosing vehicles.*

Keywords: *vehicles; shock absorber; suspension; microprofile, mathematical model*

For citation. *Tikhov-Tinnikov D.A. Influence of Shock Absorber Properties on Tire Lateral Force. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 60-74. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-60-74*

Введение

В условиях эксплуатации автотранспортные средства осуществляют движение по дорогам с неровной поверхностью. Неровности вызывают колебания подрессоренной и неподрес-

соренных частей автомобиля, что приводит к изменениям нормальных реакций в пятнах контакта эластичной шины с опорной поверхностью. При этом характер изменения будет зависеть как от характера микропрофиля опорной поверхности, так и от технического состояния подвески, в частности от состояния амортизаторов. В свою очередь боковые реакции, формируемые шиной, в значительной степени зависят от величины и скорости изменения нормальной нагрузки.

Процессы протекания нормальных реакций при движении автотранспортного средства по дороге с неровностями хорошо изучены как отечественными [7, 9, 6], так и зарубежными [11, 12, 13] учеными. В результате имеется большое количество математических моделей различной сложности, позволяющих решать задачи плавности хода автомобилей.

Для описания боковых реакций, возникающих в пятне контакта шины с дорогой, также имеется достаточное количество математических моделей [1, 5, 10]. Все они прямо или косвенно представляют функционалы боковой реакции, одним из аргументов которых является величина нормальной нагрузки на колесо. При этом большинство моделей имеют ограничение скорости изменения нормальной нагрузки и не представляют интереса для данного исследования. Существующие подходы [2, 4, 8, 14, 15, 16], описывающие формирование боковых реакций при динамическом изменении нагрузки, используются для описания свойств устойчивости движения и управляемости автомобилей, при этом вопросы влияния демпфирующих свойств системы поддрессоривания на данные свойства остаются мало изученными.

Цель работы

Получение и анализ закономерностей, описывающих изменения боковой реакции автомобильной шины при ее движении под действием боковой силы и возмущенном состоянии подвески, а также при изменении демпфирующих свойств амортизатора, яв-

ляется целью настоящего исследования, для достижения которой необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать математическую модель процесса функционирования системы «Микропрофиль дороги – Шина – Неподрессоренная масса – Подвеска – Поддрессоренная масса» на основе признанных математических описаний составляющих элементов рассматриваемой системы.

2. Получить при помощи разработанной математической модели зависимости боковых реакций при изменении демпфирующих свойств подвески, углов увода, а также параметров микропрофиля в диапазонах, характерных для условий эксплуатации автотранспортных средств.

3. Выполнить с использованием методов математической статистики обработку полученных зависимостей для установления закономерностей изменения боковых реакций от демпфирующих свойств подвески при характерных для условий эксплуатации параметров микропрофиля дороги и углов увода шины.

Методы и материалы

Математическая модель исследуемой системы состоит из трех составляющих: первая описывает взаимодействие поддрессоренной и неподрессоренной частей через упругие и демпфирующие связи; вторая включает в себя математическое описание микропрофиля дороги; третья характеризует работу эластичной шины в боковом направлении при изменении воздействующей на нее нормальной нагрузки. Входными параметрами модели являются: скорость качения центра колеса V ; уровень неровностей микропрофиля S_0 ; коэффициент, характеризующий изменение демпфирующих свойств подвески k_d ; угол увода δ . Результатами расчета являются зависимости изменения нормальной и боковой реакции в пятне контакта в зависимости от пути или времени.

Для описания взаимодействия поддрессоренной и неподрессоренной частей рассматриваемой системы, используется классическая двухмассовая модель четверти автомобиля:

$$\begin{cases} m_b(\ddot{z}_{mb} + g) = c_s(z_{mt} - z_{mb}) + k_s(\dot{z}_{mt} - \dot{z}_{mb}) \\ m_t(\ddot{z}_{mt} + g) = c_t(q(t) - z_{mt}) + k_t(\dot{q}(t) - \dot{z}_{mt}) - \\ - c_s(z_{mt} - z_{mb}) - k_s(\dot{z}_{mt} - \dot{z}_{mb}) \end{cases} \quad (1)$$

где: m_b и m_t – массы подрессоренной и неподрессоренной частей; g – ускорение свободного падения; c_s и c_t – жесткость подвески и шины; k_s и k_t – коэффициенты демпфирования подвески и шины; z_{mb} , \dot{z}_{mb} и \ddot{z}_{mb} – вертикальная координата, скорость и ускорение подрессоренной части; z_{mt} , \dot{z}_{mt} и \ddot{z}_{mt} – вертикальная координата, скорость и ускорение неподрессоренной части; $q(t)$ и $\dot{q}(t)$ – вертикальная координата опорной поверхности и скорость ее изменения по времени.

Параметры двухмассовой системы определяются соотношениями согласно рекомендациям [3]. Основным аргументом, в данном случае, является масса подрессоренной части автомобиля, которой задаемся. Остальные параметры модели, такие как масса неподрессоренной части, жесткости подвески и шины, а также коэффициенты демпфирования определяются через их отношение к подрессоренной массе. Значения указанных отношений: $m_t/m_b = 0,15$; $c_t/m_b = 653 \text{ с}^{-2}$; $c_s/m_b = 63,3 \text{ с}^{-2}$; $k_s/m_b = 6 \text{ с}^{-1}$; $k_t = 0$.

Значение коэффициента демпфирования k_s подвески изменялось от 10 до 120 процентов от номинала, что учитывалось введенным коэффициентом изменения демпфирующих свойств подвески k_d с соответствующим диапазоном от 0,1 до 1,2.

Микропрофиль опорной поверхности определяет характер протекания возмущающих воздействий. Для расчета ординат микропрофиля используется генератор неровностей (2) – (4), основанный на разложении функции по алгоритму Райса-Пирсона.

$$z(s_k) = \sum_{i=0}^N (2S(n_i)2\pi\Delta n)^{0,5} \cos(2\pi n_i s_k + \varphi_i) \quad (2)$$

в зависимости (2): $s_k = k\Delta s$; $n_i = n_{min} + i\Delta n$; Δs – шаг неровностей, м; N – число гармоник; $S(n_i)$ – спектральная плотность неровностей пути, м³/цикл; Δn – шаг по частоте, цикл/м; n_{min} – минимальная

частота; φ_i – случайная фаза, распределенная равномерно в интервале.

Аргументом функции является спектральная плотность (3) микропрофиля, определяемая по методике стандарта ISO 8608 в зависимости от класса дороги:

$$S(n) = \begin{cases} S_0(n/n_0)^{w_1} \rightarrow n \geq n_0 \\ S_0(n/n_0)^{w_2} \rightarrow n < n_0 \end{cases} \quad (3)$$

где: n – частота спектра случайной функции микропрофиля, Гц; S_0 – уровень неровностей в зависимости от класса дороги, м³/цикл; $n_0=1/2\pi$, $w_1=-2$, $w_2=-1,5$ – параметры, определяющие зависимость спектральной плотности неровностей от частоты n .

Методика позволяет моделировать дороги в широком эксплуатационном диапазоне. Класс дороги определяется значением уровня неровностей S_0 : класс А (очень хорошая дорога) ≤ 8 м³/цикл; класс В (хорошая) – $8 \div 32$ м³/цикл; класс С (средняя) – $32 \div 128$ м³/цикл; класс D (плохая) – $128 \div 256$ м³/цикл; класс Е (очень плохая) ≥ 256 м³/цикл.

Расчет боковой реакции шины при переменной нормальной нагрузке выполняем с использованием классической струнной модели шины предложенной Темпле и Фон Шлиппе (Temple and von Schlippe), и впоследствии доработанной Х. Б. Пасейка (Hans В. Pасейка).

Основу модели составляет дифференциальное уравнение (4), связывающее отклонения струны v на передней кромке пятна контакта с ее производной по пути s , углом увода δ и длиной пересечения L_{oy}^* , которая учитывает работу протектора в боковом направлении:

$$\frac{dv}{ds} = \delta - \frac{v}{L_{oy}^*} \quad (4)$$

Численно интегрируя дифференциальное уравнение (4) находим боковое отклонения струны v на передней кромке пятна контакта. Далее определяем эквивалентный угол увода:

$$\delta' = \frac{v}{L_{oy}^*} \quad (5)$$

Определение величины боковой реакции R_y шины при переменной нормальной нагрузке F_z выполняется с использованием функций боковых реакции $R_{y,ss}$ (6), полученных экспериментально при дискретном изменении угла увода δ_{ss} и нормальной нагрузки $F_{z,ss}$:

$$R_{y,ss} = f(\delta_{ss}, F_{z,ss}) \quad (6)$$

Заменяя в зависимости (6) угол увода δ_{ss} на эквивалентный угол увода δ' и постоянную нагрузку $F_{z,ss}$ на динамическую F_z определяем величину боковой реакции R_y шины при динамическом изменении нормальной нагрузки F_z .

Длину пересечения L_{oy}^* определяем по формуле:

$$L_{oy}^* = \frac{L_{oy}(F_z)}{C_{f\delta}(F_z)} \frac{R_y}{\delta'} \quad (7)$$

где: $L_{oy}(F_z)$ – функция изменения длины релаксации; $C_{f\delta}(F_z)$ – жесткость боковой силы по углу увода. Обе функции имеют аргумент в виде нормальной нагрузки F_z на колесо и определяются экспериментально.

Результаты

Используя разработанную математическую модель получены зависимости нормальных R_z и боковых R_y реакций по пройденному пути для дорог классов А, В и С при изменении коэффициента k_d с шагом 0,1. В качестве примера на рис 1 показаны реализации реакций при функционировании модели на дороге класса С, скорости движения 30 км/ч, угле увода 6 градусов, при номинальном значении демпфирующих свойств подвески ($k_d=1$).

Для полученных реализаций были рассчитаны точечные оценки, характеризующие вариацию рассматриваемого процесса, а именно средние значения реакций и стандартные отклонения (Рис. 2) нормальной реакции .

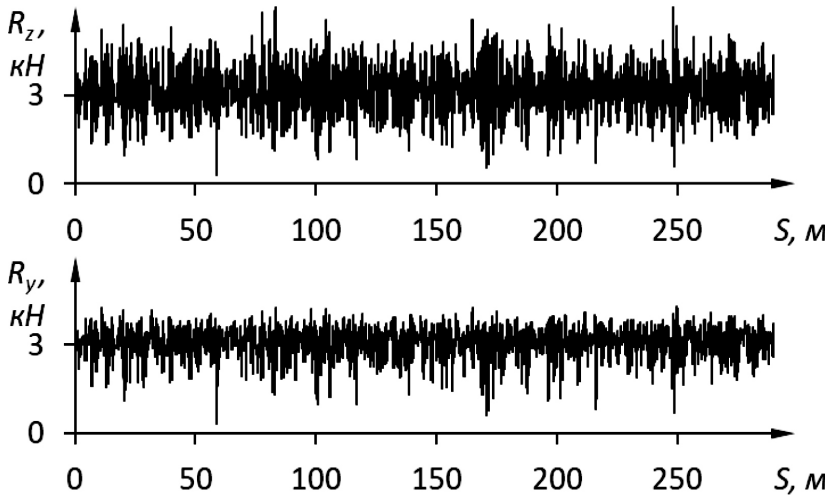


Рис. 1. Реализации нормальной R_z и боковой R_y реакций

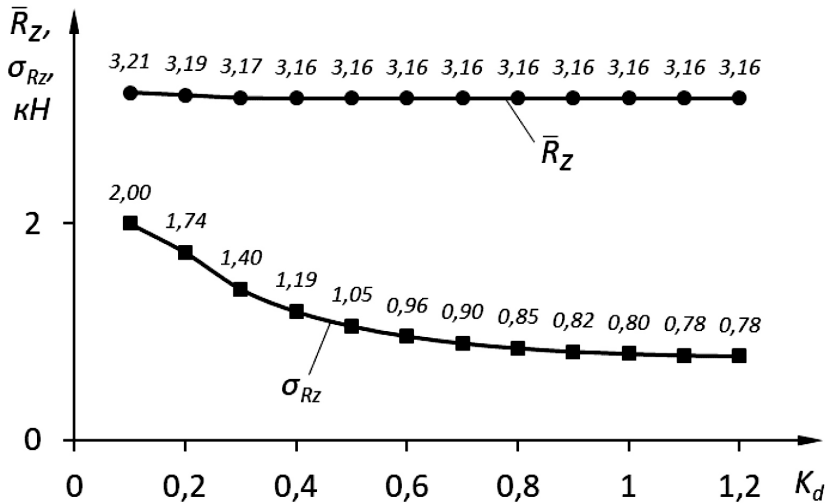


Рис. 2. Среднее значение и стандартное отклонение реакции R_z от демпфирующих свойств k_d

Аналогичные зависимости были получены и для реализации боковой реакции R_y (рис. 4).

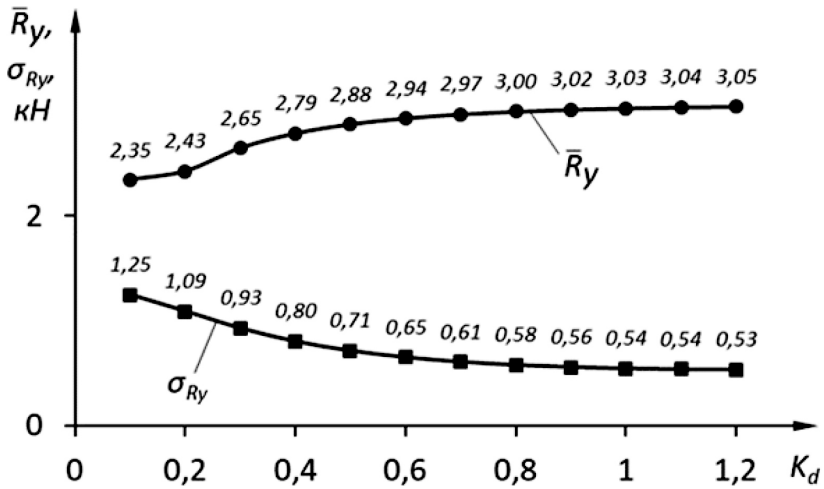


Рис. 3. Среднее значение и стандартное отклонение реакции R_y от демпфирующих свойств k_d

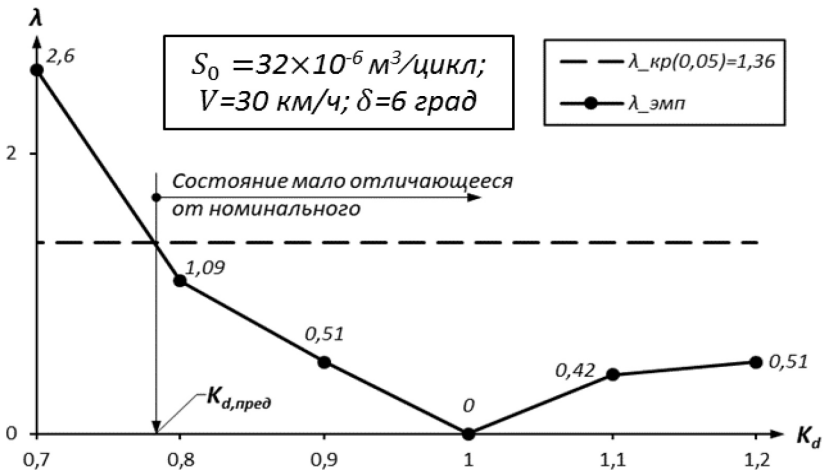


Рис. 4. Критерий Колмогорова-Смирнова λ от изменения демпфирующих свойств k_d

Также реализации боковых реакций R_y были подвергнуты статистической обработке, получены частоты попадания значений

в заданные интервалы. Каждый частотный ряд сравнивался по критерию λ Колмогорова-Смирнова с рядом, полученным при коэффициенте $k_d=1,0$. Результатом этапа являются зависимости критерия λ от коэффициента k_d , характеризующие степень отличия реализаций боковых реакций от реализации, полученной при номинальном значении демпфирующих свойств подвески (рис. 4).

Обсуждение и заключение

Анализ зависимостей, представленных на рис. 2, показывает, что среднее значение \bar{R}_z нормальной реакции мало меняется при изменении демпфирующих свойств подвески. Стандартное отклонение σ_z увеличивается при снижении демпфирующих свойств подвески увеличивается в 2,5 раза.

Среднее значение боковой реакции \bar{R}_y (рис. 3) снижается в с 3,03 кН до 2,35 кН (22%), что естественно сказывается на способности подрессоренного колеса двигаться под заданной траектории при действии на него боковой силы. Стандартное отклонение σ_y увеличивается в 1,6 раза.

Анализ изменения критерия λ Колмогорова-Смирнова от демпфирующих свойств подвески k_d (рис. 4) показывает, что боковые реакции мало отличаются от номинальных в диапазоне коэффициента демпфирования k_d от 0,8 до 1,2.

Исходя из изложенного сформулированы выводы по проделанной работе. Разработана математическая модель системы «Микропрофиль дороги – Шина – Неподдресоренная масса – Подвеска – Поддресоренная масса», которая позволяет выполнять аналитические исследования процесса формирования шиной боковых реакций колеса, движущегося с уводом, при возмущенном состоянии подвески. Модель учитывает влияние на исследуемый процесс, сцепных свойств шины, технического состояния амортизаторов, колебаний подрессоренных и неподдресоренных масс, а также микропрофиля опорной поверхности.

В результате теоретических исследований, выполненных с использованием разработанной модели при уровне неровностей $S_0=32 \times 10^{-6}$ м³/цикл, скорости $V=30$ км/ч, угле увода $\delta=6$ град, установлено наличие качественных и количественных различий в протекании нормальной и боковой реакций при изменении демпфирующих свойств подвески по среднему значению и по стандартному отклонению. Выявленные говорят о том, что существующие методы диагностирования амортизаторов по параметрам, связанным с нормальной нагрузкой, такие как EUSAMA и BOGE/МАНА, не позволяют в полной мере оценить влияние амортизаторов на свойства устойчивости движения автомобиля. Малые отличия боковой реакции по критерия λ Колмогорова-Смирнова при изменении демпфирующих свойств системы поддрессоривания ($0,8 \leq k_{\mu} \leq 1,2$) позволяют определять диапазон номинальных значений параметров технического состояния амортизаторов подвески автотранспортных средств.

Таким образом, разработанная модель позволяет оценить влияние сцепных свойств шины, технического состояния амортизаторов и микропрофиля опорной поверхности на формирование шиной боковых реакций при возмущенном состоянии подвески. Оценка параметров технического состояния амортизаторов и диагностика свойств устойчивости движения автомобиля может быть качественно улучшена с использованием предложенной модели.

Информация о спонсорстве. Исследование финансировалось Восточно-Сибирским государственным университетом технологий и управления и выполнено в рамках гранта «Молодые ученые ВСГУТУ – 2022»

Список литературы

1. Вонг Д. Я. Теория наземных транспортных средств М.: Машиностроение, 1982. 284 с
2. Гергенов С. М. Нестационарные характеристики бокового увода легковых фрикционных шин на зимней дороге, покрытой пес-

- чано-соляной смесью // International Journal of Advanced Studies, 11(4), 31-42. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-4-31-42>
3. ГОСТ 31507-2012. Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2013. – 51 с.
 4. Дик А. Б. Расчет стационарных и нестационарных характеристик тормозящего колеса при движении с уводом: дис. ... канд. тех. наук. Омск, 1988. 228 с.
 5. Литвинов А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля М.: Машиностроение, 1971.
 6. Литвинов А. С., Фаробин Я. Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». М.: Машиностроение, 1989. 240 с.
 7. Певзнер Я. М., Гридасов Г. Г., Конев А. Д. и др. Колебания автомобиля. Испытания и исследования. М.: Машиностроение, 1979. 208 с.
 8. Федотов А. И. Повышение эффективности работы антиблокировочных систем при колебаниях нормальной нагрузки на колесах автомобиля: дис. ... канд. тех. наук. Москва, 1986. 187 с.
 9. Хачатуров А. А., Афанасьев В. Л., Васильев В. С. и др. Динамика системы дорога – шина – автомобиль – водитель. М: Машиностроение, 1976. 535 с.
 10. Эллис Д. Р. Управляемость автомобиля М.: Машиностроение, 1975. - 216 с.
 11. Dixon J C. Tires, Suspension and Handling. 2nd ed., Society of Automotive Engineers ; Arnold, 1996.
 12. Gillespie T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. Society of Automotive Engineers, 1992.
 13. Milliken W. F. Douglas L. M. Race Car Vehicle Dynamics. Great Britain: Society of Automotive Engineers Inc., 1996.
 14. Pacejka, H. B. Tyre and Vehicle Dynamics. Butterworth-Heinemann, 2002.
 15. Takahashi T. The Influence of Tire Transient Property on Vehicle Behavior // Advanced Vehicle Control AVeC'16, 2016, pp. 553–558, <https://doi.org/10.1201/9781315265285-88>

16. Theodorus V P J. Optimal Control of Vehicle Suspensions. 1994. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:131a9d5b-9250-43bd-867e-4c15b137e787>

References

1. Vong D. Ya. Teoriya nazemnykh transportnykh sredstv M.: Mashinostroenie, 1982. 284 s
2. Gergenov S. M. Nestatsionarnye kharakteristiki bokovogo uvoda legkovykh friktsionnykh shin na zimney doroge, pokrytoy peschano-solyanoy smes'yu. International Journal of Advanced Studies, 11(4), 31-42. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-4-31-42>
3. GOST 31507-2012. Avtotransportnye sredstva. Upravlyaemost' i ustoychivost'. Tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. – M.: Standartinform, 2013. – 51 s.
4. Dik A. B. Raschet statsionarnykh i nestatsionarnykh kharakteristik tormozyashchego koleasa pri dvizhenii s uvodom: dis. ... kand. tekhn. nauk. Omsk, 1988. 228 s.
5. Litvinov A. S. Upravlyaemost' i ustoychivost' avtomobilya M.: Mashinostroenie, 1971.
6. Litvinov A. S., Farobin Ya. E. Avtomobil': Teoriya ekspluatatsionnykh svoystv: Uchebnik dlya vuzov po spetsial'nosti «Avtomobili i avtomobil'noe khozyaystvo». M.: Mashinostroenie, 1989. 240 s.
7. Pevzner Ya. M., Gridasov G. G., Konev A. D. i dr. Kolebaniya avtomobilya. Ispytaniya i issledovaniya. M.: Mashinostroenie, 1979. 208 s.
8. Fedotov A. I. Povyshenie effektivnosti raboty antiblokirovochnykh sistem pri kolebaniyakh normal'noy nagruzki na kolesakh avtomobilya: dis. ... kand. tekhn. nauk. Moskva, 1986. 187 s.
9. Khachaturov A. A., Afanas'ev V. L., Vasil'ev V. S. i dr. Dinamika sistemy doroga – shina – avtomobil' – voditel'. M: Mashinostroenie, 1976. 535 s.
10. Ellis D. R. Upravlyaemost' avtomobilya M.: Mashinostroenie, 1975. - 216 s.
11. Dixon J C. Tires, Suspension and Handling. 2nd ed., Society of Automotive Engineers; Arnold, 1996.

12. Gillespie T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. Society of Automotive Engineers, 1992.
13. Milliken W. F. Douglas L. M. Race Car Vehicle Dynamics. Great Britain: Society of Automotive Engineers Inc., 1996.
14. Pacejka, H. B. Tyre and Vehicle Dynamics. Butterworth-Heinemann, 2002.
15. Takahashi T. The Influence of Tire Transient Property on Vehicle Behavior. Advanced Vehicle Control AVEC'16, 2016, pp. 553–558. <https://doi.org/10.1201/9781315265285-88>
16. Theodorus V P J. Optimal Control of Vehicle Suspensions. 1994. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:131a9d5b-9250-43bd-867e-4c15b137e787>

ДАнные ОБ АВТОРЕ

Тихов-Тинников Дмитрий Анатольевич, заведующий кафедрой «Автомобили», кандидат технических наук, доцент
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления
ул. Ключевская, 40В, строение 1, г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, 670013, Российская Федерация
dm_tt@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Dmitry A. Tikhov-Tinnikov, Head of the Department «Automobiles», Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
East Siberian State University of Technology and Management
40B/1, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, Republic of Buryatia, 670013, Russian Federation
dm_tt@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0912-4109>
Scopus Author ID: 57196258857

Поступила 13.03.2023

После рецензирования 20.03.2023

Принята 30.03.2023

Received 13.03.2023

Revised 20.03.2023

Accepted 30.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-75-85

УДК 629.11.012.8



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК АМОРТИЗАТОРОВ

Н. Батжаргал, Д.А. Тихов-Тинников, А.И. Федотов

В статье рассмотрена методика определения рабочих характеристик амортизаторов автомобиля Toyota Prius 20. Исследование выполнено с применением стенда для диагностики амортизаторов, разработанного кафедрой автомобильного транспорта ИрНИТУ. Анализировались экспериментальные зависимости изменения силы сопротивления амортизатора от скорости перемещения его штока. Уровень работоспособности исследуемого амортизатора определялся сравнением полученных параметров с параметрами нового амортизатора.

Результаты экспериментальных исследований представлены в виде рабочих характеристик испытуемых амортизаторов и показателей, определяющих уровень работоспособности амортизаторов. Разработанные методики и реализующее их оборудование позволяет определить функциональные зависимости и уровень работоспособности амортизаторов, находившихся в условиях эксплуатации колесных транспортных средств (КТС).

Ключевые слова: работоспособность амортизаторов; устойчивость; сила сопротивления амортизатора

Для цитирования. Батжаргал Н., Тихов-Тинников Д.А., Федотов А.И. Экспериментальное исследование рабочих характеристик амортизаторов // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 2. С. 75-85. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-75-85

Original article | Operation of Road Transport

EXPERIMENTAL STUDY OF THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF SHOCK ABSORBERS

N. Batjargal, D.A. Tikhov-Tinnikov, A.I. Fedotov

The article discusses the methodology for determining the performance characteristics of Toyota Prius 20 shock absorbers. The study was conducted using a stand for the diagnosis of shock absorbers developed by the Department of Road Transport of INRTU (Irkutsk National Research Technical University). Tests were carried out for five front suspension shock absorbers, one – a new serviceable shock absorber, the rest – shock absorbers that were previously in operation. The experimental dependences of the change in the resistance force of the shock absorber on the speed of movement of its rod are analyzed. The level of operational characteristics of the shock absorber under study was determined by comparing the obtained parameters with the parameters of the new shock absorber.

The results of experimental studies are presented in the form of operational characteristics of tested shock absorbers and indicators that determine the level of operational characteristics of shock absorbers. The developed methods and the equipment implementing them make it possible to determine the functional dependencies and the level of performance of shock absorbers that were in the operating conditions of the vehicle.

Keywords: *characteristics of shock absorbers; stability; shock absorber resistance force*

For citation. *Batjargal N., Tikhov-Tinnikov D.A., Fedotov A.I. Experimental Study of the Performance Characteristics of Shock Absorbers. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 75-85. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-75-85*

Введение

Амортизатор – важный элемент подвески, влияющий на характер взаимодействия пневматической шины с опорной поверхностью дороги при движении автомобиля [1].

В процессе эксплуатации работоспособность амортизаторов снижается. В результате ухудшается устойчивость движения автомобиля, увеличится тормозной путь, появится риск потери управления. Поэтому диагностика технического состояния амортизаторов является важной составляющей процесса обеспечения безопасности движения транспортных средств в условиях эксплуатации.

На сегодняшний день для диагностики технического состояния амортизаторов КТС на станциях технического обслуживания (СТО) используют вибростенды [5,10]. Однако полученные результаты лишь косвенно характеризуют стабильность пятна контакта и не дают количественной оценки качества сцепления шин с опорной поверхностью.

Проверка технического состояния амортизаторов вне КТС на испытательных стендах [9]. При этом техническое состояние амортизатора определяется с помощью коэффициента демпфирования. Но современные амортизаторы имеют переменные коэффициенты демпфирования. Поэтому данные методы не может быть оптимальным для оценки технического состояния амортизатора.

Основная часть

Основной функцией амортизатора является гашение колебаний, возникающих при движении автомобиля, а его работоспособность определяется соотношением между скоростью перемещения штока и силой сопротивления поршня [2].

Проведено экспериментальное исследование с использованием стенда для определения экспериментальных характеристик амортизаторов. Стенд разработан сотрудниками кафедры автомобиль-

ного транспорта Иркутского национального исследовательского технического университета. Данное экспериментальное оборудование позволяет получать зависимости перемещения и силы сопротивления штока амортизатора от времени.

Испытаниям были подвергнуты 5 амортизаторов передней подвески автомобиля Toyota Prius 20, один из них новый исправный №1 и 4 амортизатора ранее использовавшийся на автомобиле №2, №3, №4, №5. Путем сравнения полученных параметров с параметрами нового амортизатора определялся уровень их работоспособности. Таким образом были определены амортизаторы для выполнения дальнейших экспериментов по изучению влияния технического состояния амортизаторов на устойчивость и управляемость автомобиля.

В процессе исследований амортизатора на стенде получена зависимость сигналы датчики от времени. На графике был выделен информативные участки (рисунок 1). В этот момент времени T амортизатор выполняет один рабочий цикл на ходе сжатия и отбоя.

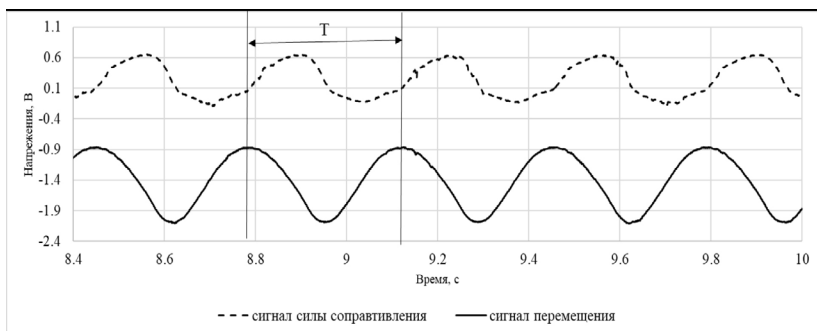


Рис. 1. Оциллограммы рабочего процесса исправного амортизатора при ходе сжатия и отбоя

Продифференцировав значения перемещения поршня амортизатора по времени, получаем скорость перемещения поршня амортизатора (Рисунок 2).

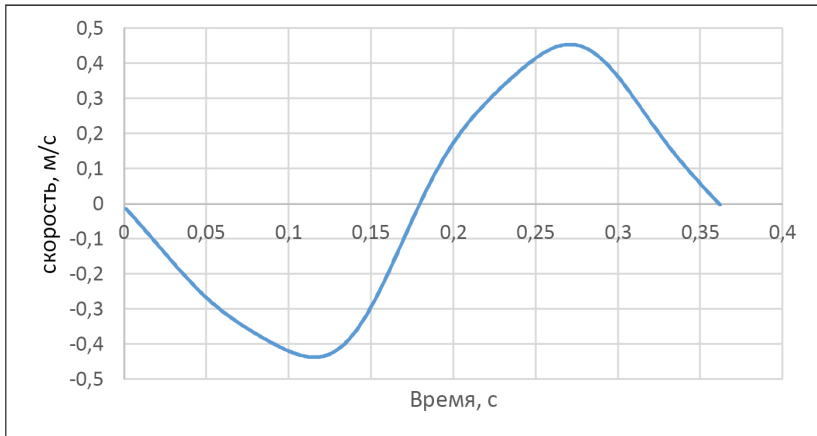


Рис. 2. График скорости штока амортизатора на один цикл

Используем значения силы сопротивления и скорости штока амортизатора для построения скоростных характеристик амортизаторов №1 и №2 (Рисунок 3).

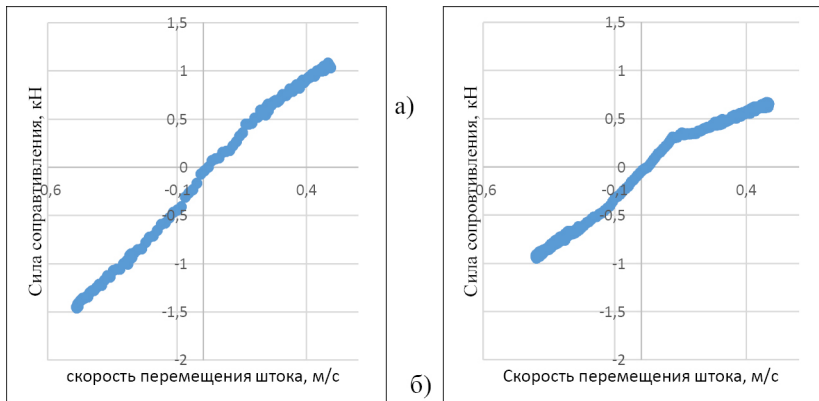


Рис. 3. Скоростные характеристики амортизаторов: а – исправный, новый амортизатор; б – амортизатор, бывший в эксплуатации

По полученным графикам с использованием известных методов аппроксимации (рисунок 4) для каждого из амортизаторов,

были определены функциональные зависимости силы сопротивления амортизатора от скорости штока в виде кусочно-линейных функций и сведены в таблицу 1.

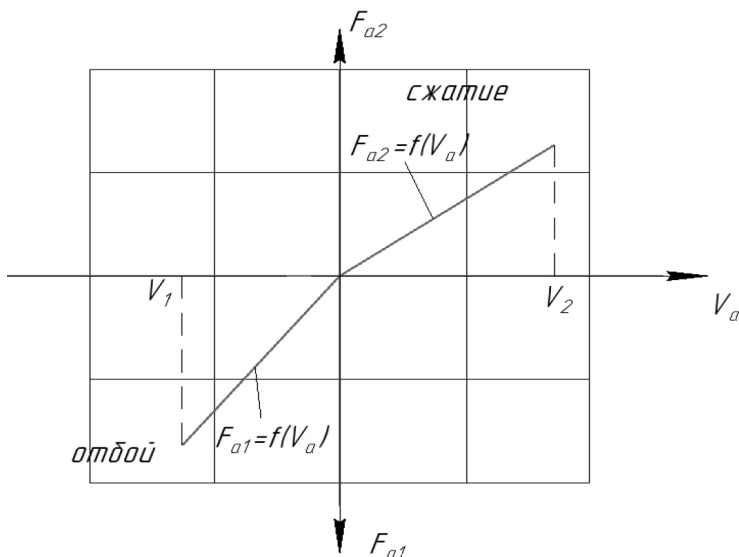


Рис. 4. Функциональная зависимость силы сопротивления амортизатора от скорости его штока

Оценку уровня работоспособности амортизатора произведем по методике [3], предусматривающей определение мощности сопротивления, которое создается амортизатором в заданном диапазоне скорости при его сжатии и отбое на один цикл работы.

Мощность силы сопротивления амортизатора на ходе сжатия $N_{сж}$ определяется по формуле:

$$N_{сж} = \int_0^{V_2} F_{a2}(V_a) \cdot dV_a \quad (1)$$

где: V_2 – максимальная скорость штока амортизатора при сжатии.

Мощность сопротивления амортизатора на ходе отбоя, определим по формуле

$$N_{отб} = \int_{V_1}^0 F_{a1}(V_a) \cdot dV_a \tag{2}$$

где: V_1 – максимальная скорость штока амортизатора при отбое.

В качестве показателя, устанавливающего уровни технического состояния амортизаторов, от 0% до 100% примем относительную разность χ мощностей, создаваемых силами сопротивления амортизатора. Относительную разность суммарных мощностей сопротивления исследуемого амортизатора, определим по формуле [3]:

$$\chi = 100\% - \frac{\left[\frac{|N_{сжк} - N_{сжи}|}{N_{сжк}} + \frac{|N_{отб} - N_{отби}|}{N_{отб}} \right]}{2} \cdot 100\% \tag{3}$$

где: $N_{сжи}$ – мощность, потребляемая при сжатии испытуемого амортизатора; $N_{сжк}$ – мощность, потребляемая при сжатии нового амортизатора; $N_{отби}$ – мощность, потребляемая при отбое предъявленного амортизатора; $N_{от}$ – мощность, потребляемая нового амортизатора, на ходе отбоя.

Для каждого из амортизаторов была определена функциональная зависимость в кусочно-линейной функции и вычислены по формулам (1-3) показатели характеризующие уровень испытуемого амортизатора, снижение его эксплуатационных свойств и демпфирующих функции (таблица 1).

Таблица 1.

Функциональные зависимости силы сопротивления амортизаторов от скорости перемещения их поршней

№ амортизатора	Функциональные зависимости рабочих амортизаторов		Уровень технического состояния амортизатора – χ
	Отбой,	Сжатие,	
№1	3.0689V	2.2856V	100%
№2	2.269V	1.4315V	68,28%
№3	2.2065V	1.469V	64.84%
№4	2.704V	1.5565V	78.46%
№5	2.795V	1.6679V	81.91%

Заключение

Полученную функциональную зависимость $F_a = f(V_a)$ может быть использована для математического описания динамики работы подрессоренной и неподдресоренной масс в процессе движения автомобиля.

Методика получения характеристик амортизаторов с использованием динамического стенда позволяет количественно оценивать изменения функциональных характеристик амортизаторов в процессе эксплуатации.

По показателю χ можно оценивать изменения технического состояния испытуемого амортизатора, снижение его эксплуатационных свойств и демпфирующих функции.

Полученные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях [4], направленных на изучение влияния технических состояний амортизаторов на устойчивость и управляемость автотранспортных средств.

Список литературы

1. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Амортизаторы, шины и колеса / пер.с нем. В. П. Агапова. М.: Машиностроение, 1986. 320 с.
2. Федотов А.И. Основы научных исследований. Учебное пособие. Иркутск: ИРНИТУ, 2017. 140 с.
3. Кузнецов Н. Ю. Контроль технического состояния автомобильных амортизаторов на основе характеристик сцепления шин с опорной поверхностью: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Н.Ю. Кузнецов. Иркутск: ИрНИТУ. 2019. 220 с.
4. Fedotov A.I., Kuznetsov N.Y., Lysenko A.V., Vlasov V.G. Car Suspension System Monitoring under Road Conditions // AIP Conference Proceedings. Vol. 1915. Issue 1. <https://doi.org/10.1063/1.5017362>
5. Федотов А.И. Диагностика автомобиля: учебник для студентов вузов. Иркутск ИрГТУ, 2012. 476 с.
6. Златовратский О.Д., Конасов Ю.В. Критерии исправности двух и однотурбных амортизаторов // Автомобильная промышленность, 1987, №8. С. 16-17.

7. Дербаремдикер А.Д. Амортизаторы транспортных машин. М.: Машиностроение, 1985. 200 с.
8. Дербаремдикер А.Д. Гидравлические амортизаторы автомобилей. М., Машиностроение, 1969. 237 с.
9. Дербаремдикер А.Д. Калачев С.М. Устройства для оценки состояния амортизаторов // Автомобильная промышленность. Москва, 1999. №9. С. 21-23.
10. Доморозов А.Н., Нгуен Ван Ньань. Анализ методов диагностирования технического состояния систем подвесок АТС на современных вибростендах // Вестник ИрГТУ, №5, 2010. С. 131-133.
11. Лысенко А.В. Дорожный метод контроля технического состояния амортизаторов автотранспортных средств в условиях эксплуатации: дисс. ...канд. тех. наук: 05.22.10 / А.В. Лысенко. Иркутск: ИрННТУ. 2019. 286 с.

References

1. Raympel' Y. Shassi avtomobilya: Amortizatory, shiny i kola /per.s nem. V. P. Agarova. M.: Mashinostroenie, 1986. 320 s.
2. Fedotov A.I. Osnovy nauchnykh issledovaniy. Uchebnoe posobie. Irkutsk: IRNITU, 2017. 140 s.
3. Kuznetsov N. Yu. Kontrol' tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobil'nykh amortizatorov na osnove kharakteristik stsepleniya shin s opornoй poverkhnost'yu: diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.10 / N.Yu. Kuznetsov. Irkutsk: IrNITU. 2019. 220 s.
4. Fedotov A.I., Kuznetsov N.Y., Lysenko A.V., Vlasov V.G. Car Suspension System Monitoring under Road Conditions // AIP Conference Proceedings. Vol. 1915. Issue 1. <https://doi.org/10.1063/1.5017362>
5. Fedotov A.I. Diagnostika avtomobilya: uchebnyk dlya studentov vuzov. Irkutsk IrGTU, 2012. 476 s.
6. Zlatovratskiy O.D., Konasov Yu.V. Kriterii ispravnosti dvukh i odnoturbnykh amortizatorov // Avtomobil'naya promyshlennost', 1987, №8. S. 16-17.
7. Dербаремдикер А.Д. Амортизаторы транспортныkh mashin. М.: Mashinostroenie, 1985. 200 s.

8. Derbaremdiker A.D. Gidravlicheskie amortizatory avtomobiley. M., Mashinostroenie, 1969. 237 s.
9. Derbaremdiker A.D. Kalachev S.M. Ustroystva dlya otsenki sostoyaniya amortizatorov // Avtomobil'naya promyshlennost'. Moskva, 1999. №9. S. 21-23.
10. Domorozov A.N., Nguen Van N'an'. Analiz metodov diagnostirovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya sistem podvesok ATS na sovremennykh vibrostendakh // Vestnik IrGTU, №5, 2010. S. 131-133.
11. Lysenko A.V. Dorozhnyy metod kontrolya tekhnicheskogo sostoyaniya amortizatorov avtotransportnykh sredstv v usloviyakh ekspluatatsii: diss. ...kand. tekhn. nauk: 05.22.10 / A.V. Lysenko. Irkutsk: IrNITU. 2019. 286 s.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Батжаргал Нямбат, аспирант

Иркутский национальный исследовательский технический университет

ул. Лермонтова, 83, г. Иркутск, 664074, Российская Федерация

B.Nyambat@mail.ru

Тихов-Тинников Дмитрий Анатольевич, канд. техн. наук, доцент

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

ул. Ключевская, 40В, г. Улан-Удэ, 670013, Российская Федерация

dm_tt@mail.ru

Федотов Александр Иванович, док. техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

ул. Лермонтова, 83, г. Иркутск, 664074, Российская Федерация

fai@istu.edu

DATA ABOUT THE AUTHORS

N. Batjargal, Graduate Student

*Irkutsk National Research Technical University
83, Lermontov Styr., Irkutsk, 664074, Russian Federation
B.Nyambat@mail.ru*

Dmitry A. Tikhov-Tinnikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

*East Siberian State University of Technology and Management
40B, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russian Federation
dm_tt@mail.ru*

Alexander I. Fedotov, Doctor of Technical Sciences, Professor

*Irkutsk National Research Technical University
83, Lermontov Styr., Irkutsk, 664074, Russian Federation
fai@istu.edu*

Поступила 13.03.2023

После рецензирования 20.03.2023

Принята 29.03.2023

Received 13.03.2023

Revised 20.03.2023

Accepted 29.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-86-101

УДК 657



Научная статья | Технологии и средства механизации сельского хозяйства

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОЙ РАМЫ С МЕХАНИЗМОМ РАЗВОРОТА КАБИНЫ

*Н.В. Фрольцов, М.А. Быков,
А.И. Пономарев, М.В. Сидоров*

Тракторы – технологичные энергетические средства, используемые для общей механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства, а также для перевозки готового сырья. Трактора 8 тягового класса должны обладать высокой производительностью и экономичностью, в целях достижения наилучших результатов, в кратчайшие агротехнические сроки.

Необходимость развития конструкций тракторов 8 тягового класса объясняется текущими тенденциями в развитии сельского хозяйства. Увеличение площади сельскохозяйственных угодий ставит перед производителями задачи по увеличении скорости обработки почвы, что влечет за собой увеличение мощности и эргономичности тракторов.

Необходимые тягово-цепные и компоновочные характеристики энергонасыщенных тракторов 8 тягового класса позволяют реализовать шарнирно-сочлененные рамы. Основной задачей проектирования является разработка шарнирно-сочлененной рамы с механизмом поворота кабины, которая сможет выполнить предъявляемые требования к современным тракторам 8 тягового класса.

Цель. Исследование сил сопротивления повороту шарнирно-сочлененной рамы и возникновения благоприятного момента для разворота кабины с помощью модели в среде MATLAB Simulink.

Метод или методология проведения работы. В статье использовались методы математического моделирования и анализа.

Результаты. Получены параметры, показывающие необходимые силы для поворота шарнирно-сочлененной рамы и возникновения благоприятного момента для разворота кабины.

Область применения результатов. Полученные результаты могут быть применены при проектировании трактора на шарнирно-сочлененной раме с механизмом поворота кабины.

Ключевые слова: сельскохозяйственный трактор; механизм поворота кабины; 8 тяговый класс; шарнирно-сочлененная рама; моделирование; MATLAB Simulink; математическая модель

Для цитирования. Фрольцов Н.В., Быков М.А., Пономарев А.И., Сидоров М.В. Математическая модель шарнирно-сочлененной рамы с механизмом разворота кабины // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 86-101. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-86-101

Original article | Agricultural Mechanization

MATHEMATICAL MODEL OF A ARTICULATED FRAME WITH A CAB TURN MECHANISM

*N.V. Froltsov, M.A. Bykov,
A.I. Ponomarev, V.N. Sidorov*

Tractors are technological energy means used for general mechanization and automation of agricultural production, as well as for the transportation of finished raw materials. Tractors of traction class 8 must have high productivity and efficiency, in order to achieve the best results, in the shortest agrotechnical time.

The need for the development of tractor designs of the 8th traction class is explained by current trends in the development of agriculture.

The increase in the area of agricultural land sets manufacturers the task of increasing the speed of tillage, which entails an increase in the power and ergonomics of tractors.

The necessary traction and layout characteristics of energy-saturated tractors of traction class 8 allow the implementation of articulated frames. The main task of the design is the development of a articulated frame with a cab rotation mechanism that will be able to fulfill the requirements for modern tractors of the 8th traction class.

Purpose. *Investigation of the forces of resistance to rotation of the articulated frame and the occurrence of a favorable moment for turning the cab using a model in the MATLAB Simulink environment.*

Methodology. *Methods of mathematical modeling and analysis were used in the article.*

Results. *The parameters showing the necessary forces for the rotation of the articulated frame and the occurrence of a favorable moment for turning the cab are obtained.*

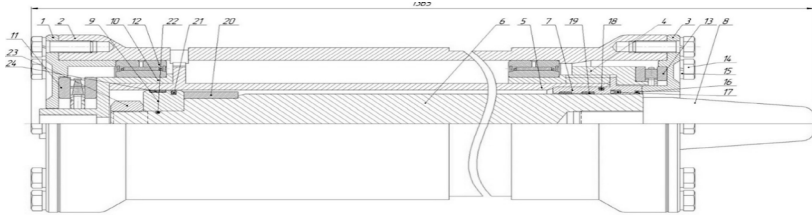
Practical implications. *The results obtained can be applied in the design of a tractor on a articulated frame with a cab rotation mechanism.*

Keywords: *agricultural tractor; cab turning mechanism; traction class 8; articulated frame; simulation; MATLAB Simulink; mathematical model*

For citation. *Froltsov N.V., Bykov M.A., Ponomarev A.I., Sidorov V.N. Mathematical Model of a Articulated Frame with a Cab Turn Mechanism. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 86-101. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-86-101*

Основными элементами механизма поворота кабины являются корпус, крышки, подшипники, зубчатое колесо. В основе разрабатываемой конструкции механизма поворота кабины лежит гидроцилиндр.

Компоновочная схема разрабатываемого механизма поворота кабины представлена на рисунке 1.



1 – верхняя крышка; 2 – корпус; 3 – нижняя крышка; 4 – нижняя втулка; 5 – корпус гидроцилиндра; 6 – шток гидроцилиндра; 7 – грандбукса; 8 – опора; 9 – поршень; 10 – крышка гидроцилиндра; 11,12,13 – подшипники; 14 – болт; 15 – шайба; 16 – пыльник; 17 – грязесъемник; 18 – уплотнение; 19 – втулка; 20 – ограничительная втулка; 21 – уплотнение поршня; 22 – нижнее уплотнение поршня; 23 – гайка; 24 – втулка поршня

Механизм поворота кабины в основе имеет гидроцилиндр, состоящий из корпуса 5, внутри которого расположен шток 6 с установленной на него опорой 8. В движение шток приводится поршнем 10 с втулкой 24 с уплотнениями 21 и 22, затянутой гайкой 23. Скольжение штока в цилиндре с нижней стороны обеспечивается грандбуксой 7 с установленными на ней втулками 19, грязесъемником 17, пыльником 16 и уплотнением 18. Вращение цилиндра в корпусе осуществляется на подшипниках 11,12,13, зажатых крышками 1 и 3 через нижнюю втулку 4.

Уравнения движения передней и задней полурам шарнирно-сочлененной колесной машины:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= x - L_1 \cos(\theta_1) & x_2 &= x + L_2 \cos(\theta_2) \\
 y_1 &= y - L_1 \sin(\theta_1) & y_2 &= y + L_2 \sin(\theta_2) \\
 \dot{x}_1 &= \dot{x} - L_1 \sin(\theta_1) \dot{\theta}_1 & \dot{x}_2 &= \dot{x} - L_2 \sin(\theta_2) \dot{\theta}_2 \\
 \dot{y}_1 &= \dot{y} - L_1 \cos(\theta_1) \dot{\theta}_1 & \dot{y}_2 &= \dot{y} + L_2 \cos(\theta_2) \dot{\theta}_2 \\
 V_{lat,1} &= -\dot{x}_1 \sin(\theta_1) \dot{\theta}_1 & V_{lat,2} &= -\dot{x}_2 \sin(\theta_2) \dot{\theta}_2 + \dot{y}_2 \cos(\theta_2) \\
 V_{long,1} &= \dot{x}_1 \cos(\theta_1) + \dot{y}_1 \sin(\theta_1) & V_{long,2} &= \dot{x}_2 \cos(\theta_2) + \dot{y}_2 \sin(\theta_2)
 \end{aligned} \tag{1}$$

где V_{long} , V_{lat} – скорости кручения полурам в горизонтальной и вертикальной плоскости; x_1 – координата по оси x ; y_1 – координата по оси y ; \dot{x}_1 – скорость по оси x ; \dot{y}_1 – скорость по оси y .

Уравнения позволяют выразить обобщенные силы для каждой степени свободы:

$$\begin{aligned}
 F_{gen1,x} &= F_{x,1} \frac{\partial r_{1,x}}{\partial x} + F_{y,1} \frac{\partial r_{1,y}}{\partial x} \\
 F_{gen1,x} &= F_{x,1} \times 1 + F_{y,1} \times 0 \\
 F_{gen1,x} &= F_{x,1} \\
 F_{gen1,y} &= F_{x,1} \frac{\partial r_{1,x}}{\partial y} + F_{y,1} \frac{\partial r_{1,y}}{\partial y} \\
 F_{gen1,y} &= F_{x,1} \times 0 + F_{y,1} \times 1 \\
 F_{gen1,y} &= F_{y,1} \\
 F_{gen1,\theta} &= F_{x,1} \frac{\partial r_{1,x}}{\partial \theta} + F_{y,1} \frac{\partial r_{1,y}}{\partial \theta} \\
 F_{gen1,\theta} &= F_{x,1} \left(-L_2 \sin(\theta_2) - \frac{w}{2} \cos(\theta_2) \right) + F_{y,1} \left(L_2 \cos(\theta_2) - \frac{w}{2} \sin(\theta_2) \right) \\
 F_{gen1,\phi} &= F_{x,1} \frac{\partial r_{1,x}}{\partial \phi} + F_{y,1} \frac{\partial r_{1,y}}{\partial \phi} \\
 F_{gen1,\phi} &= 0
 \end{aligned} \tag{2}$$

Силы сопротивления в раме преобразуются согласно уравнениям:

$ \begin{aligned} \text{Heading}_{rear\ body} &= \theta - \phi \\ F_x &= F_{long} \times \cos(\theta - \phi) - F_{lat} \times \sin(\theta - \phi) \\ F_y &= F_{long} \times \sin(\theta - \phi) + F_{lat} \times \cos(\theta - \phi) \end{aligned} $	$ \begin{aligned} \text{Heading}_{front\ body} &= \theta \\ F_x &= F_{long} \times \cos(\theta) - F_{lat} \times \sin(\theta) \\ F_y &= F_{long} \times \sin(\theta) + F_{lat} \times \cos(\theta) \end{aligned} $
--	--

где F_x, F_y – силы сопротивления по осям x и y.

Результаты

Имитационное моделирование в среде MATLAB Simulink позволяет на основе математической модели проводить всесторонние исследования разрабатываемой системы.

Общая блок схема движения малотоннажного грузового автомобиля с узлом рекуперации, созданная в среде MATLAB Simulink представлена на рис. 1.

Для решения системы (3) воспользуемся блоком MATLAB Function.

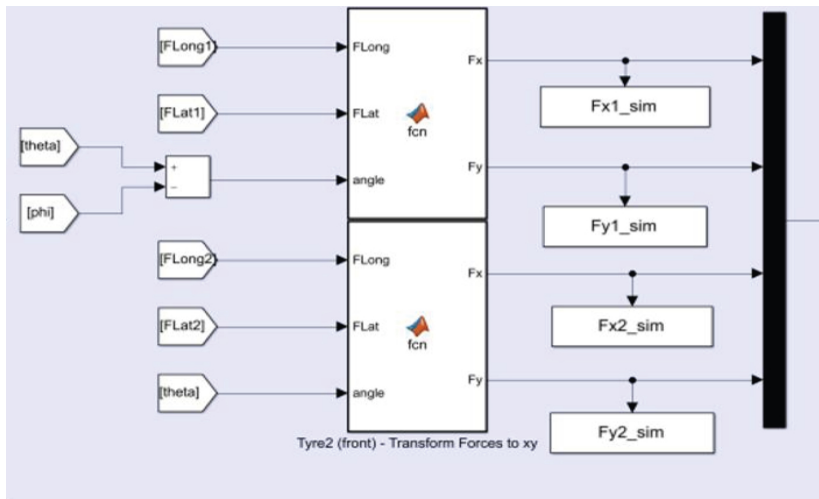


Рис. 1. Общий вид блока MATLAB Function

Входные переменные:

V_{long} , V_{lat} – скорости кручения полурам в горизонтальной и вертикальной плоскости;

ϕ – угол между полурамами;

θ – угол между передней полурамой и осью x;

Выходные переменные:

F_x , F_y – силы сопротивления по осям x и y.

Момент сопротивления на колесе складывается из момента сопротивления качению и силы сопротивления воздушной среды.

Блок схема шарнира полурам представлена на рис. 2.4.

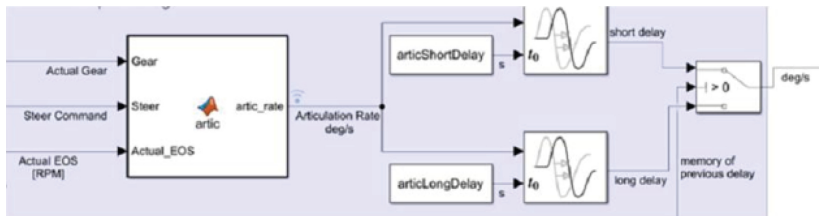


Рис. 2. Блок схема шарнира полурам в среде MATLAB/Simulink

Блок схема скольжения колес сельскохозяйственной машины в MATLAB/Simulink (рисунок 2.5)

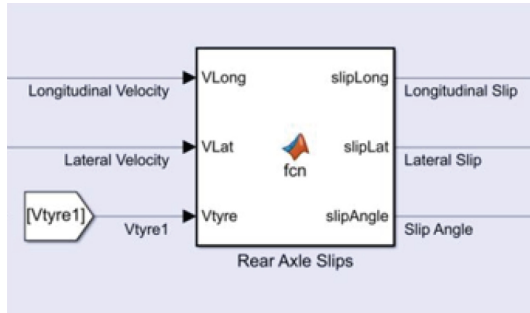


Рис. 3. Скольжение колес сельскохозяйственной машины

Блок схема изменения угла сочленения сельскохозяйственной машины в MATLAB/Simulink представлена на рисунке 2.6

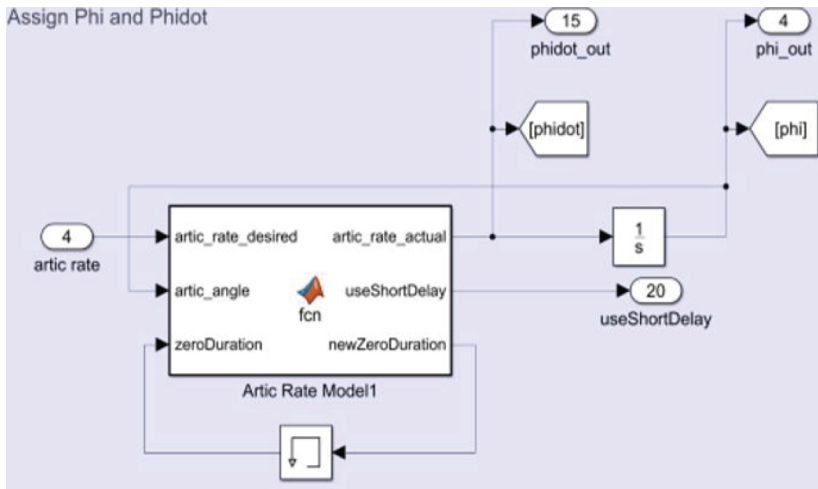


Рис. 4. Скольжение колес сельскохозяйственной машины

Модель гидропривода рулевого механизма шарнирно-сочлененной рамы представлена на рисунке 2.7.

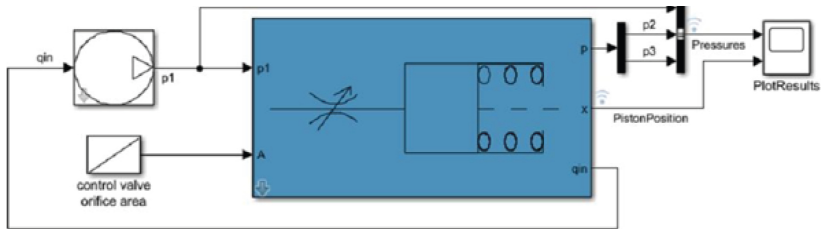


Рис. 5. Модель гидропривода рулевого механизма

Моделирование работы гидроцилиндра подразделяется на 4 этапа, соответствующих четырем блокам уравнений:

Движение жидкости от гидромотора до регулирующего клапана:

$$\begin{aligned}
 Q &= q_{12} + q_{1ex} \\
 q_{1ex} &= C_2 \cdot p_1 \\
 p_1 &= \frac{(Q - q_{12})}{C_2}
 \end{aligned} \tag{4}$$

Движение жидкости в регулирующем клапане:

$$q_{12} = C_d \cdot A \cdot \operatorname{sgn}(p_1 - p_2) \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} |p_1 - p_2|} \tag{5}$$

Движение жидкости от регулирующего клапана до гидроцилиндра:

$$\frac{dp_3}{dt} = \frac{\beta}{V_3} \left(q_{12} - A_c \frac{dx}{dt} \right) \tag{6}$$

$$V_3 = V_{30} + A_c \cdot x$$

Движение жидкости в гидроцилиндре:

$$\begin{aligned}
 x &= p_3 \frac{A_c}{K} \\
 \frac{dx}{dt} &= \frac{dp_3}{dt} \frac{A_c}{K}
 \end{aligned} \tag{7}$$

$$q_{23} = q_{12} = C_1 (p_2 - p_3)$$

$$p_2 = p_3 + \frac{q_{12}}{C_1}$$

Модель работы гидроцилиндра представлена на рисунке 6.

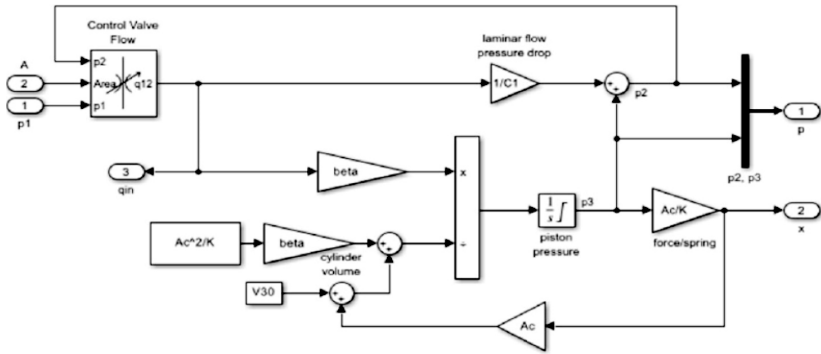


Рис. 6. Модель работы гидроцилиндра

Подсистема работы насоса гидропривода отображена на рисунке 2.9.

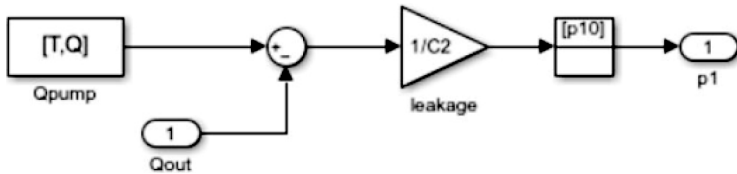


Рис. 7. Подсистема работы насоса гидропривода

Изменение относительного угла между полурамами можно увидеть на рисунке 8.

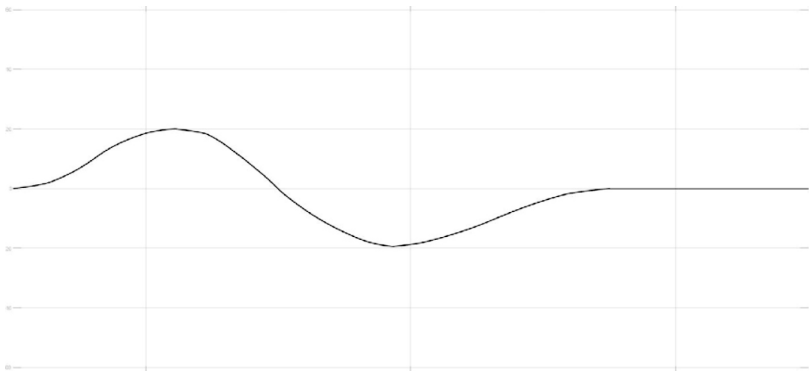


Рис. 8. Изменение относительного угла между полурамами в ходе движения

Моделирование поворота шарнирно-сочлененной рамы проводится в пределах изменения угла от 20 до -20 градусов.

Изменение силы сопротивления повороту шарнирно-сочлененной рамы относительно угла между полурамами показано на рисунке 9.

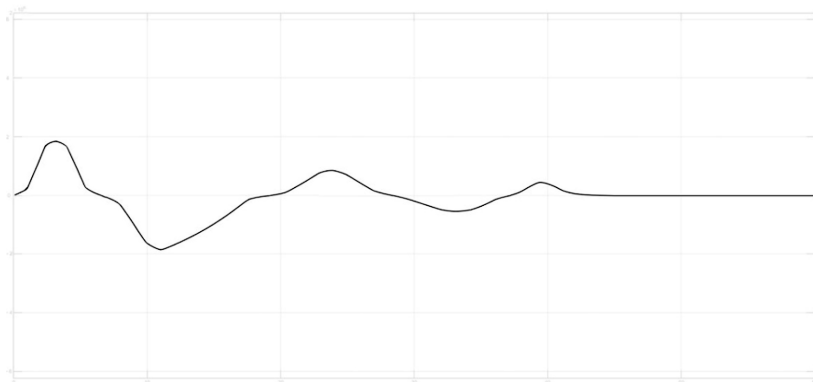


Рис. 9. Изменение силы сопротивления повороту шарнирно-сочлененной рамы относительно угла между полурамами

Максимальная сила сопротивления повороту рамы достигает своего значения на втором повороте в пике 1,89 кН.

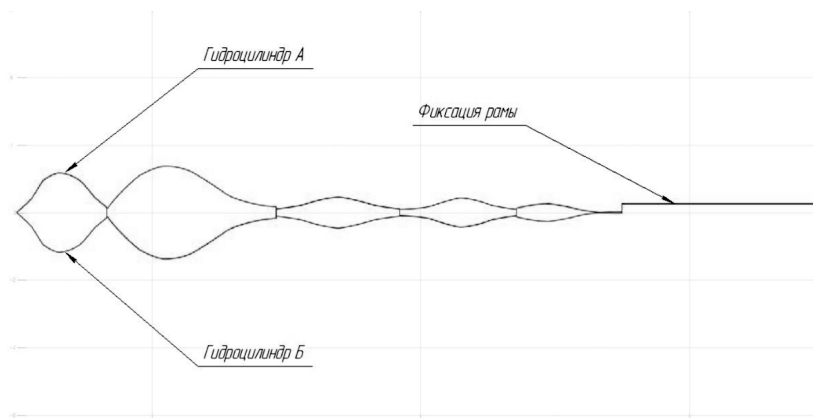


Рис. 10. Изменение давления в гидроцилиндрах рулевого управления

Изменение давления в гидроцилиндрах рулевого управления шарнирно-сочлененной рамы и момент фиксации рамы для разворота кабины показано на рисунке 10.

Максимальное значение давления в гидроцилиндрах достигается на втором повороте и составляет 1,64 кПа.

Иллюстрация возникновения благоприятного момента для разворота кабины представлена на рисунке 11.

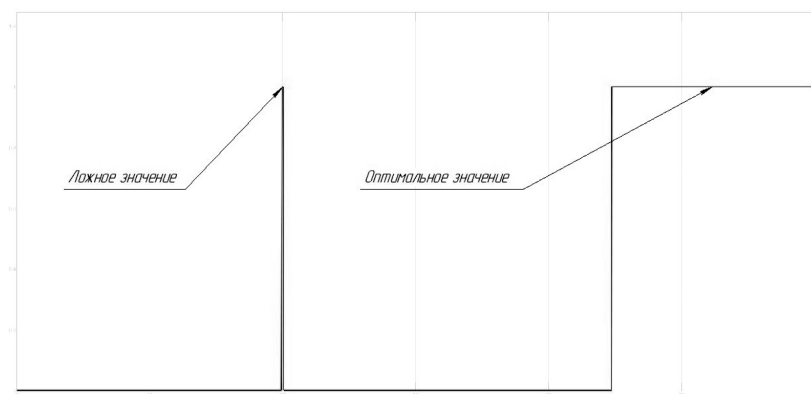


Рис. 11. Возникновение благоприятного момента для разворота кабины



Рис. 12. Изменение давления в цилиндре механизма разворота кабины

Благоприятный момент для разворота кабины возникает в момент выравнивания рамы, т.е. при угле между полурамами равному 0 градусам. В соответствии с графиком выделяется два момента, один из которых ложный, так как колесная машина находится в движении, механизм в этот момент заблокирован. Второй момент возникает при остановке колесной машины, в этот момент механизм разблокирован.

Изменение давления в цилиндре механизма разворота кабины представлено на рисунке 12.

Давление в момент подъема кабины достигает 0,92 МПа.

Выводы

Из полученных графиков видно, что в пределах изменения угла между полурамами от 20 до -20 градусов, максимальная сила сопротивления повороту рамы достигает своего значения на втором повороте в пике 1,89 кН. Максимальное значение давления в гидроцилиндрах достигается на втором повороте и составляет 1,64 кПа. Давление в момент подъема кабины достигает 0,92 МПа.

Список литературы

1. Патент 2199026 Рос. Федерация, МПК В60К 6/08. Рекуператор энергии для автомобилей: № 2000117109/28, 2000.06.27: заявл. 2000.06.27: опубл. 2003.02.20 /В.В.Петросов, П.М.Прусов, В.С. Малкин, А.Г.Петросов, И.В.Малкин. – 4с. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2199026C2_20030220
2. 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>.
3. 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. – ISBN 978-5-7038-4761-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/103321>.

4. 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”. Часть II. Трансмиссия автомобилей и тракторов/ Казанский государственный аграрный университет, 2019. – ISBN 978-5-7043-4751-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/202586>.
5. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, А. В. Ворохобин, О. С. Ведринский. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – ISBN 978-5-8114-1442-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211322>.
6. Волков, Е. В. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: учебник для вузов / Е. В. Волков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – ISBN 978-5-8114-8745-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/197455>.
7. Фадеева М.Э., Чудаков Д.А., Маташнёв А.А., Сидоров В.Н., Пономарев А.И. Моделирование механической трансмиссии колесной машины 4х2 с задней ведущей осью // Инженерный вестник Дона, 2022, № 12 URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2022/8090>.

References

1. Patent 2199026 Grew. Federation, IPC B60K 6/08. Energy recuperator for cars: No. 2000117109/28, 2000.06.27: application 2000.06.27: publ. 2003.02.20 / V.V.Petrosov, P.M.Prusov, V.S. Malkin, A.G. Petrosov, I.V.Malkin. – 4с. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2199026C2_20030220
2. Zarutsky S.A., Vlasenko E.A. Automation of data analysis of experimental studies // Engineering Bulletin of the Don, 2019, No. 8 URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4753>.
3. Zhileikin, M. M. Mathematical models of vehicle systems: guidelines / M. M. Zhileikin, G. O. Kotiev, E. B. Sarach. - Moscow: MSTU im. N.E.

- Bauman, 2018. - ISBN 978-5-7038-4761-9. – Text: electronic // Doe: electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/book/103321>.
4. Sinitsky S. A., Khafizov K. A., Nurmiev A. A., Khafizov R. N., Medvedev V. M., Lushnov M. A. Textbook on the discipline “Design of cars and tractors”. Part II. Transmission of cars and tractors / Kazan State Agrarian University, 2019. - ISBN 978-5-7043-4751-9. – Text: electronic // Doe: electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/book/202586>.
 5. Construction of tractors and cars: textbook / O. I. Polivaev, O. M. Kostikov, A. V. Vorokhobin, O. S. Vedrinsky. - St. Petersburg: Lan, 2022. - ISBN 978-5-8114-1442-0. – Text: electronic // Doe: electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211322>.
 6. Volkov, E. V. Theory of operational properties of a car: a textbook for universities / E. V. Volkov. - St. Petersburg: Lan, 2022. - ISBN 978-5-8114-8745-5. – Text: electronic // Doe: electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/book/197455>.
 7. Fadeeva M.E., Chudakov D.A., Matashnev A.A., Sidorov V.N., Ponomarev A.I. And Modeling the mechanical transmission of a 4x2 wheeled vehicle with a rear drive axle // Engineering Bulletin of the Don, 2022, No. 12 URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2022/8090>.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Фрольцов Никита Васильевич, студент кафедры «Колесные машины и прикладная механика»
Калужский филиал «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»
ул. Баженова, 2, г. Калуга, Калужская область, 248000,
Российская Федерация
nikita@froltsov.ru

Быков Михаил Андреевич, студент кафедры «Колесные машины и прикладная механика»
Калужский филиал «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»

*ул. Баженова, 2, г. Калуга, Калужская область, 248000,
Российская Федерация
palavan2013@yandex.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. Баженова, 2, г. Калуга, Калужская область, 248000,
Российская Федерация
aron2005@yandex.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. Баженова, 2, г. Калуга, Калужская область, 248000,
Российская Федерация
sidorov-kaluga@yandex.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Nikita V. Froltsov, student of the department “Wheeled vehicles and Applied Mechanics”
*Bauman Moscow State Technical University, Kaluga Branch
2, Bazhenova Str., Kaluga, Kaluga Region, 248000, Russian
Federation
nikita@froltsov.ru*

Mikhail A. Bykov, student of the department “Wheeled vehicles and Applied Mechanics”
*Bauman Moscow State Technical University, Kaluga Branch
2, Bazhenova Str., Kaluga, Kaluga Region, 248000, Russian
Federation
palavan2013@yandex.ru*

Alexey I. Ponomarev, associate professor of the department “Wheeled vehicles and Applied Mechanics”, Candidate of Technical Sciences

*Bauman Moscow State Technical University, Kaluga Branch
2, Bazhenova Str., Kaluga, Kaluga Region, 248000, Russian
Federation*

apon2005@yandex.ru

Maksim V. Sidorov, associate professor of the department “Wheeled vehicles and Applied Mechanics”, Candidate of Technical Sciences

*Bauman Moscow State Technical University, Kaluga Branch
2, Bazhenova Str., Kaluga, Kaluga Region, 248000, Russian
Federation*

sidorov-kaluga@yandex.ru

Поступила 13.03.2023

После рецензирования 20.03.2023

Принята 05.04.2023

Received 13.03.2023

Revised 20.03.2023

Accepted 05.04.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-102-114
УДК 65.011.56



Научная статья | Информатика, вычислительная техника и управление

РАЗРАБОТКА ЕДИНОГО ПОДХОДА К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОВЕРКИ ШАБЛОНОВ ДОКУМЕНТОВ СОЗДАНЫХ В FASTREPORT

М.Я. Рабовская, П.Э. Загребин

В статье рассматривается автоматизация бизнес-процессов создания, изменения и проверки шаблонов для печати платёжных документов в программе «FastReport» на примере организаций, занимающихся полиграфической деятельностью. Целью статьи является разработка программного обеспечения, позволяющего автоматически проверять файл шаблона печати по всем ключевым параметрам с использованием информации из собственной базы данных. Статья рекомендуется специалистам, чья работа связана с созданием документов в «FastReport».

Ключевые слова: создание шаблонов печати; автоматизация проверки шаблона; шаблоны платёжных документов; FastReport

Для цитирования. Рабовская М.Я., Загребин П.Э. Разработка единого подхода к автоматизации процесса проверки шаблонов документов созданных в FastReport // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 2. С. 102-114. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-102-114

Original article | Informatics, Computer Science and Management

DEVELOPMENT UNIFIED APPROACH TO AUTOMATION DOCUMENT TEMPLATE VERIFICATION PROCESS CREATED IN FASTREPORT

М. Ya. Rabovskaya, P.E. Zagrebin

The article discusses the business processes automation for creating, modifying and checking templates for printing payment documents

in the «FastReport» program using the example of organizations engaged in printing activities. The purpose of the article is to develop software that allows you to automatically check the print template file for all key parameters using information from its own database. The article is recommended to specialists whose work is related to the creation of documents in «FastReport».

Keywords: *creation of print templates; template validation automation; templates of payment documents; FastReport*

For citation. *Rabovskaya M.Ya., Zagrebin P.E. Development Unified Approach to Automation Document Template Verification Process Created in FastReport. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 102-114. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-102-114*

Введение

В настоящее время в информационных технологиях достаточно эффективно используются различные системы электронного документооборота, которые предназначены для создания, редактирования, хранения и согласования различных документов, а также частных решения, например, в сфере образования [1]. При реализации новых стратегий в политике юридического лица, предоставляющего услуги частным лицам, одним из решающих факторов является быстрое внесение любых изменений в платёжный документ с полной проверкой документа на соответствие всем нормам. Одной из задач развития информационных технологий в полиграфических организациях является создание возможности полностью автоматизировано проверять любой шаблон печати, исключая человеческий фактор, что позволит снизить количество ошибок в готовых платёжных документах, а также сэкономит время на согласование документов с клиентом [2].

За исключением «FastReport» на российском рынке недостаточный выбор готовых решений для открытия и редактирования файлов шаблонов формата fr3. Единственным полноценным аналогом данной программы является «DesignFR», но данная

программа не позволяет проверять существующий шаблон по ключевым параметрам, при этом в ней реализован избыточный функционал верстки [3]. Нами был рассмотрен вариант использования данных из собственной СУБД, но в результате исследования было показано, что шаблоны серьёзно усложнятся и будут требовать интеграции с «DesignFR», это значительно расширит платформенное решение и приведёт к отсутствию поддержки версионности документов [4][5].

Целью исследования является разработка модели, позволяющей проверять существующий шаблон формата fr3 по любым ключевым параметрам и вывода подробного результата проверки по каждому из параметров [6]. Результат внедрения такой модели – реализация рабочего сервиса.

Задачами исследования являются разработать и реализовать:

- модель хранения ключевых параметров и тестовых данных шаблонов печати с возможностью их изменения и дополнения (Рис. 1);
- метод заполнения и проверки шаблона печати по всем ключевым параметрам с использованием различных источников данных;
- механизм вывода данных проверки шаблона печати с подробной информацией о ходе выполнения по каждому из ключевых параметров.



Рис. 1. Решение

Материалы и методы исследования

Программа для проверки шаблонов печати разработана на основе системы «FastReport .Net» для взаимодействия с файлами формата fr3, которое содержит набор модулей для работы с ша-

блонами печати и базой данных. Основное взаимодействие разрабатываемого ПО производится с системными модулями “Шаблон отчёта”, “Данные”, “Ядро” и “Готовый отчёт” (Рис. 2) [7].

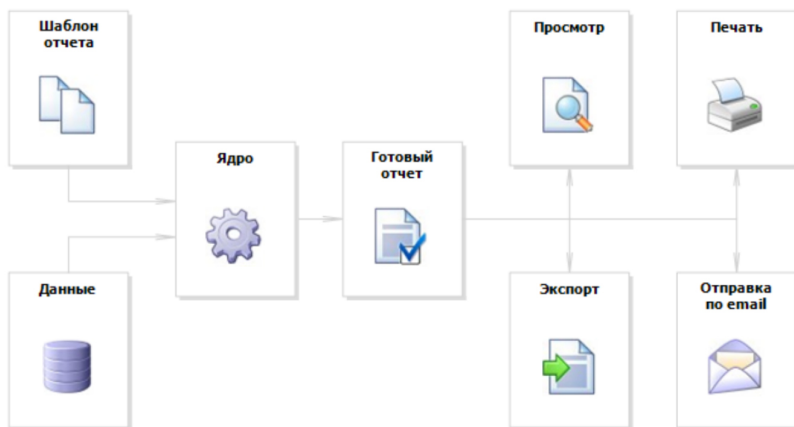


Рис. 2. Схема реализации компонентов FastReport

Так же используется существующее программное обеспечение для взаимодействия с базой данных и шаблонами печати «FreshManager», которое даёт возможность взаимодействовать как с отдельными элементами шаблонов печати, так и с кодом внутренних функций шаблона [8][9].

Результаты исследования

Для достижения поставленной цели была создана программа, в основе которой используется разработанная модель работы с документами, а именно были описаны необходимые сущности (схема, модель, шаблон) и взаимодействие между ними (Рис. 1).

В качестве шаблона используется документ формата fr3 с разметкой вида [тэг:“команда”]. Тэгом может быть любой объект, поддерживаемый «FastReport», текст, картинка, штрихкод или QR-код, источник данных, верхний и нижний колонтитул и так далее [10].

Команда может быть условием, перечислением, вставкой изображения, изменением контекста или вызовом любой функции, написанной на языке программирования Delphi (Рис. 3).

Модель представляет собой объект, описывающий тестовые данные, необходимые для вставки в шаблон. В этом качестве берутся специально подготовленные наборы данных, предоставляемые клиентами. Они позволяют обработать все варианты заполнения шаблона и тем самым найти все возможные ошибки [11][12].

Child: Footer							
Расчетный период [frDB_Master_"RS_MON]		Дата формирования квитанции [frDB_Master_"DAY_FORM]					
Реквизиты				Вид услуги	Сумма к оплате	Оплачено	
[frDB_Master_"ORG_NAME"] ИНН/КПП [frDB_Master_"ORG_INN"] [frDB_Master_"ORG_KPP"] Юр. адрес: [frDB_Master_"ORG_ADR"] [frDB_Master_"BHK_RECV"]				Природный газ	[frDB_Master_"SUM_PAYM"]	[frDB_Master_"SUM_PAYM"]	
				Пени	[frDB_Master_"SUM_PEN"]	[frDB_Master_"SUM_PEN"]	
				Итого	[frDB_Master_"SUM_PAYM"]	[frDB_Master_"SUM_PAYM"]	
Абонент:	[frDB_Master_"FIO"]			[frDB_Master_"SIGN"]	Подпись:		
Адрес:	[frDB_Master_"ADDRESS"]						
Дата пок.	ПУ1	ПУ2	ПУ3	Кол-во жильцов, чел.	[frDB_Master_"MTR_RECIV"]		
				Отапливаемая площадь, м2:	[frDB_Master_"AREA_SIZE"]		

Рис. 3. Пример графической части шаблона печати

Схема программы представляет собой алгоритм, состоящий из следующих действий:

- заполнения шаблона тестовыми данными;
- создания образца платёжного документа;
- перевод данного документа в код;
- сравнение полученного кода с кодом требований к данному шаблону;
- получения результата полной проверки нового шаблона.

Согласно данной схеме, программа должна быть внедрена в процесс внесения в шаблон печати сразу после изменения параметров шаблона разработчиком (Рис. 4).

Система интегрирована с большим количеством модулей и внешних сервисов [13]. Через функции импорта и экспорта синхронизируются различные потоки данных. Они дают нам информацию о клиентах, их шаблонах, методах заполнения базы данных, исходных данных и видах заданий. Так же список сотрудников и шаблонов, с которыми они работали [14].

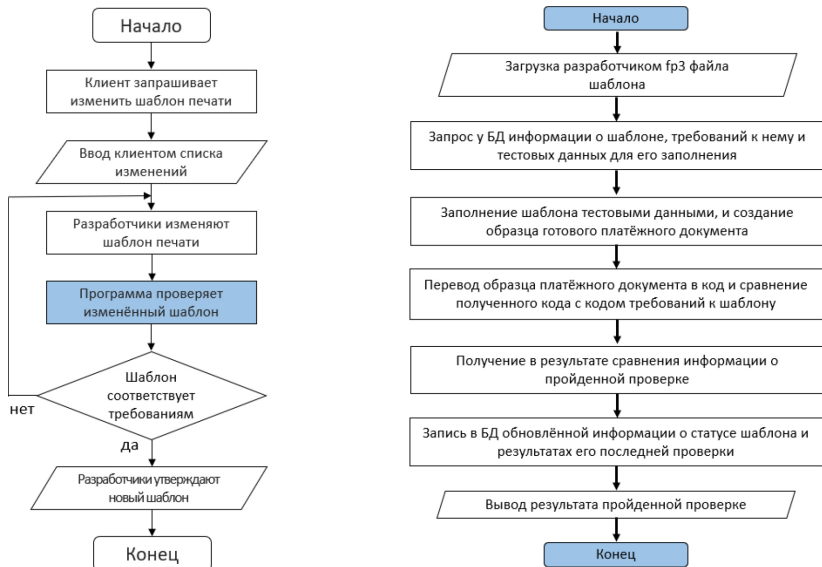


Рис. 4. Блок-схемы алгоритма процесса проверки шаблона и алгоритма работы программы

На Рисунке 5 представлен алгоритм действий, реализованный в выбранном решении.



Рис. 5. Алгоритм действий программы

Приведем краткое описание выбранного алгоритма:

- после получения запроса на верификацию от разработчика, система запрашивает у собственной базы данных информацию о данном шаблоне (принадлежность клиенту, способ заполнения базы данных, тестовый набор данных, исполнитель, статус проверки, ключевые параметры и их значения);
- заполняется шаблон соответствующими тестовыми данными, таким образом формируя все варианты платёжных документов в формате fr3;
- далее программа переводит электронный документ в код, представляющий из себя набор заполненных тэгов и проводит тестирование по заранее созданному набору;
- после сравнения каждого ключевого параметра, определяются результаты тестирования и генерируется сообщение, описывающее результат верификации, который в случае успешной проверки подписывает шаблон ЭЦП.

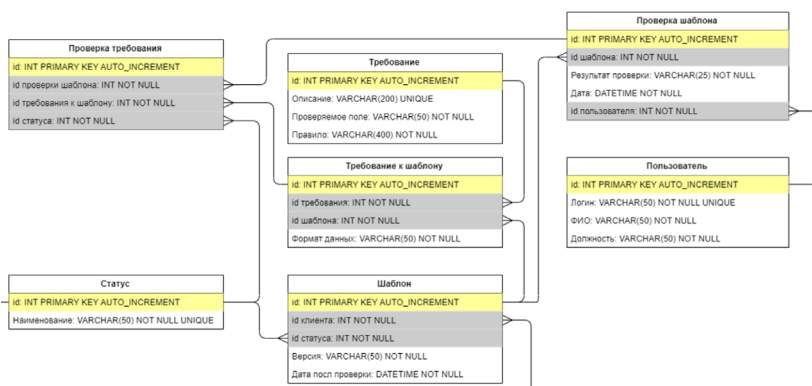


Рис. 6. ERR-диаграмма основных таблиц

Хранилище информации о шаблонах печати, тестовых данных, клиентах и сотрудниках спроектировано на основе базы данных MySQL со следующей структурой (Рис. 6). Ключевой выходной таблицей является «Проверка шаблона», в ней и будут отобра-

жаться результаты проверки. Её вспомогательной таблицей будет являться «Проверка требования» [15].

Преимуществом системы является возможность автоматизировать процесс проверки шаблонов документов, уменьшая количество времени, затраченное на координирование клиентов компании с разработчиками шаблонов за счёт сокращения функций в сотни раз. На схеме приведены основные функции пользователей после автоматизации процесса проверки (Рис. 7).

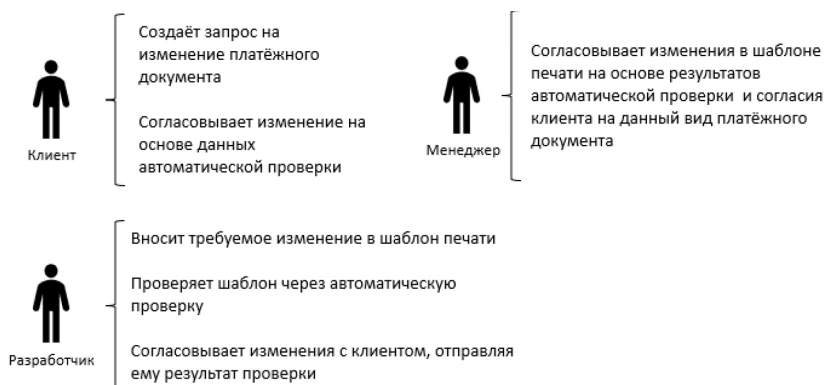


Рис. 7. Схема взаимодействия пользователей (to be)

Роли в системе распределены следующим образом:

- клиент создаёт запрос на изменение своего платёжного документа, формируя список новых требований;
- разработчик вносит требуемые изменения в существующий шаблон и согласовывает изменения с клиентом, путём автоматической проверки и отправки клиенту информации о том, что изменённый шаблон полностью соответствует всем требованиям;
- менеджер по сопровождению клиентов, согласовывает изменения в шаблоне на основе результатов автоматической проверки и согласия клиента на данный вид платёжного документа.

Обсуждение

Программное обеспечение соответствует требуемой функциональности для полиграфических компаний и поддерживает существующий процесс формирования и изменения платёжных документов. Программа введена в тестовую эксплуатацию на основе данных нескольких клиентов.

Заключение (выводы)

Разработанная программа позволяет проверять созданные шаблоны печати формата fr3 в зависимости от требований к ключевым параметрам, делает более понятным и быстрым процесс согласования, уменьшает число возможных ошибок, а также предоставляет полный отчёт по всем проблемам с детализацией несоответствий с требованиями, упрощая внесение изменений в существующие документы. Таким образом, мы получили готовое автоматизированное решение, позволяющее клиентам проверять свои документы на соответствие нормативной базе.

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

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Благодарности. Автор выражает признательность коллегам за помощь.

Список литературы

1. Рабовская М.Я., Суворина А.А. Разработка единого подхода к шаблонизации документов на примере автоматизации процесса формирования рабочих программ модулей // International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering, 2018, №2. С. 50-58.
2. Епишин И.Г., Катышева М.А., Репин А.Ю., Муковнин А.С. К вопросу автоматизации разработки текстовых конструкторских документов [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/>

n/k-voprosu-avtomatizatsii-razrabotki-tekstovyh-konstruktorskih-dokumentov

3. Маров Вячеслав Николаевич. Электронные системы делопроизводства [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-sistemy-deloproizvodstva>
4. Левчук Е.А. Технологии организации, хранения и обработки данных. М.: Вышэйшая школа, 2011. 240 с.
5. Голицына О.Л., Партыка Т.Л., Попов И.И. Основы проектирования баз данных. М.: Форум, 2012. 416 с.
6. Валентинов В.В., Князева М.Д. Персональная база данных для менеджера. М.: Форум, 2011. 224 с.
7. Дунаев В. Базы данных. Язык SQL для студента. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 320 с.
8. Левчук Е.А. Технологии организации, хранения и обработки данных. М.: Вышэйшая школа, 2011. 240 с.
9. Петров Андрей Леонидович. Управление доступом в СУБД MySQL и Oracle [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-dostupom-v-subd-mysql-i-oracle>
10. Трофимов М.В. Интерактивное интеллектуальное приложение для помощи в оформлении печатных работ в соответствии с государственными стандартами [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/interaktivnoe-intellektualnoe-prilozhenie-dlya-pomoschi-v-oformlenii-pechatnyh-rabot-v-sootvetstvi-vii-s-gosudarstvennymi-standartami>
11. Mark Sunderland, Tristan Davis. Techniques to create structured document templates using enhanced content controls [Электронный ресурс]. https://www.researchgate.net/publication/302784959_Techniques_to_create_structured_document_templates_using_enhanced_content_controls
12. Mary St. John. The Teradata document template: A planning tool [Электронный ресурс]. https://www.researchgate.net/publication/260693311_The_Teradata_document_template_A_planning_tool
13. Sejin Nam, Sungin Lee, James G Boram Kim, Hong-Gee Kim. Ontology-based Reusable Clinical Document Template Production

System [Электронный ресурс]. https://www.researchgate.net/publication/230637479_Ontology-based_Reusable_Clinical_Document_Template_Production_System

14. Stephen James O'Brien. Dynamic positioning of components using document templates [Электронный ресурс]. https://www.researchgate.net/publication/302734831_Dynamic_positioning_of_components_using_document_templates
15. Thomas Gottron. Bridging the gap: From multi document template detection to single document content extraction [Электронный ресурс]. https://www.researchgate.net/publication/228963799_Bridging_the_gap_From_multi_document_template_detection_to_single_document_content_extraction

References

1. Rabovskaya M.Ya., Suvorina A.A. Razrabotka edinogo podkhoda k shablonizatsii dokumentov na primere avtomatizatsii protsessa formirovaniya rabochikh programm moduley // International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering, 2018, №2. S. 50-58.
2. Epishin I.G., Katyshcheva M.A., Repin A.Yu., Mukovnin A.S. K voprosu avtomatizatsii razrabotki tekstovykh konstruktorskih dokumentov [Elektronnyy resurs]. <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-avtomatizatsii-razrabotki-tekstovyh-konstruktorskih-dokumentov>
3. Marov Vyacheslav Nikolaevich. Elektronnyye sistemy deloproizvodstva [Elektronnyy resurs]. <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnyye-sistemy-deloproizvodstva>
4. Levchuk E.A. Tekhnologii organizatsii, khraneniya i obrabotki dannykh. M.: Vysheyshaya shkola, 2011. 240 s.
5. Golitsyna O.L., Partyka T.L., Popov I.I. Osnovy proektirovaniya baz dannykh. M.: Forum, 2012. 416 s.
6. Valentinov V.V., Knyazeva M.D. Personal'naya baza dannykh dlya menedzhera. M.: Forum, 2011. 224 s.
7. Dunaev V. Bazy dannykh. Yazyk SQL dlya studenta. SPb.: BKhV-Peterburg, 2012. 320 s.

8. Levchuk E.A. Tekhnologii organizatsii, khraneniya i obrabotki dannykh. M.: Vysheyschaya shkola, 2011. 240 s.
9. Petrov Andrey Leonidovich. Upravlenie dostupom v SUBD MySQL i Oracle [Elektronnyy resurs]. <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-dostupom-v-subd-mysql-i-oracle>
10. Trofimov M. V. Interaktivnoe intellektual'noe prilozhenie dlya pomoshchi v oformlenii pechatnykh rabot v sootvetstvii s gosudarstvennymi standartami [Elektronnyy resurs]. <https://cyberleninka.ru/article/n/interaktivnoe-intellektualnoe-prilozhenie-dlya-pomoschi-v-oformlenii-pechatnyh-rabot-v-sootvetstvii-s-gosudarstvennymi-standartami>
11. Mark Sunderland, Tristan Davis. Techniques to create structured document templates using enhanced content controls [Elektronnyy resurs]. https://www.researchgate.net/publication/302784959_Techniques_to_create_structured_document_templates_using_enhanced_content_controls
12. Mary St. John. The Teradata document template: A planning tool [Elektronnyy resurs]. https://www.researchgate.net/publication/260693311_The_Teradata_document_template_A_planning_tool
13. Sejin Nam, Sungin Lee, James G Boram Kim, Hong-Gee Kim. Ontology-based Reusable Clinical Document Template Production System [Elektronnyy resurs]. https://www.researchgate.net/publication/230637479_Ontology-based_Reusable_Clinical_Document_Template_Production_System
14. Stephen James O'Brien. Dynamic positioning of components using document templates [Elektronnyy resurs]. https://www.researchgate.net/publication/302734831_Dynamic_positioning_of_components_using_document_templates
15. Thomas Gottron. Bridging the gap: From multi document template detection to single document content extraction [Elektronnyy resurs]. https://www.researchgate.net/publication/228963799_Bridging_the_gap_From_multi_document_template_detection_to_single_document_content_extraction

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Рабовская Мария Яковлевна, к.ф.-м.н.

*ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
просп. Ленина, 51, г. Екатеринбург, Российская Федерация
m.ya.rabovskaya@urfu.ru*

Загребин Павел Эдуардович, магистр

*ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
просп. Ленина, 51, г. Екатеринбург, Российская Федерация
p.z199@yandex.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Maria Ya. Rabovskaya, Ph.D.

*Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
51, Lenin Ave., Ekaterinburg, Russian Federation
m.ya.rabovskaya@urfu.ru*

Pavel E. Zagrebin, master's degree

*Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
51, Lenin Ave., Ekaterinburg, Russian Federation
p.z199@yandex.ru*

Поступила 05.03.2023

После рецензирования 20.03.2023

Принята 30.03.2023

Received 05.03.2023

Revised 20.03.2023

Accepted 30.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-115-129

УДК 004.42



Научная статья | Информатика, вычислительная техника и управление

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ «КОМАНДИРОВКИ» НА БАЗЕ ЕСМ-СИСТЕМЫ ПЛАТФОРМЕННЫХ РЕШЕНИЙ DIRECTUM

М.Я. Рабовская, О.Н. Смирнова

В статье рассматривается автоматизация бизнес-процесса оформления командировки на базе ЕСМ-системы платформенных решений Directum на примере российской организации, занимающейся энергосбытовой деятельностью. Целью статьи является проектирование модуля, который позволит оформлять командировку сотруднику без посещения офиса с учетом всех особенностей законодательно-нормативной базы и возможностей корпоративной системы.

Статья рекомендуется специалистам, чья работа связана с проектированием кадрового документооборота в компании.

Ключевые слова: *Кадровый документооборот; проектирование модуля; командировка; СЭД; Directum*

Для цитирования. *Рабовская М.Я., Смирнова О.Н. Проектирование функционального модуля «Командировки» на базе ЕСМ-системы платформенных решений Directum // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 2. С. 115-129. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-115-129*

Original article | Informatics, Computer Science and Management

DESIGN OF THE FUNCTIONAL MODULE «BUSINESS TRIP» ON THE BASIS OF THE ECM-SYSTEM OF PLATFORM DIRECTUM

M.Ya. Rabovskaya, O.N. Smirnova

The article discusses the automation of the business process of issuing a business trip based on the ECM system of platform solutions

Directum using the example of an Russian organization engaged in energy sales activities. The purpose of the article is to design a module that will allow an employee to arrange a business trip without visiting the office, taking into account all the features of the legislative and regulatory framework and the capabilities of the corporate system.

The article is recommended to specialists whose work is related to the design of personnel workflow in the company.

Keywords: *Personnel document flow; module design; business trip; DMS; Directum*

For citation. *Rabovskaya M.Y., Smirnova O.N. Design of the Functional Module «Business Trip» on the Basis of the ECM-System of Platform Directum. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 115-129. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-115-129*

Введение

В настоящее время электронный документооборот затрагивает все сферы человеческой жизни. Невозможно представить компанию, которая бы не использовала в своей работе электронную почту, электронные документы декларации, тем более что для налогообложения НДС обязательность деклараций установлена законом в Российской Федерации [1]. Электронная трансформация традиционной системы кадрового делопроизводства и появление в Трудовом кодексе Российской Федерации главы о дистанционной занятости стало толчком к внедрению и развитию на предприятии электронного кадрового документооборота [2].

По произведенному анализу одним из самых трудозатратных кадровых процессов в компании выявлен процесс оформления командировки, который на данный момент не является автоматизированным. В данной статье мы будем рассматривать автоматизацию кадровых процессов в корпоративной системе электронного документооборота Directum (далее – СЭД (система электронного документооборота) Directum), а именно проектирование модуля для оформления командировок сотрудни-

ков. Встроенный модуль командировки может не подходить по функциональным требованиям ряду компаний из-за несоответствия внутренним процессам.

Целью исследования является анализ законодательных требований Российской Федерации по оформлению командировок, а также внутренних нормативных актов компании, особенностей системных характеристик корпоративной СЭД Directum и проблем сотрудников компании, возникающих во время оформления командировки. Результат такого анализа – спроектированный, унифицированный для всех филиалов компании рабочий модуль.

Задачами исследования являются:

- определение логики бизнес-процесса оформления командировки в компании;
- проектирование единого автоматического процесса с учетом особенностей каждого филиала;
- разработка критериев оценивания предложенного решения (KPI);
- программная реализация модуля «Командировки» в СЭД Directum.

Материалы и методы исследования

В исследовании мы рассматриваем Компании, использующие в качестве основной системы документооборота СЭД Directum, которая относится к классу ECM-систем (Enterprise Content Management) [3] и поддерживает полный жизненный цикл управления документами. Система имеет клиент-серверную архитектуру. Все данные хранятся на сервере и передаются между ним и клиентским приложением на рабочих местах пользователей (Рис. 1) [4]. Система имеет модульную структуру, а для создания карточек документов используется специальный инструмент ISBuilder. Организация и контроль процессов реализованы на основе технологии Workflow [5].

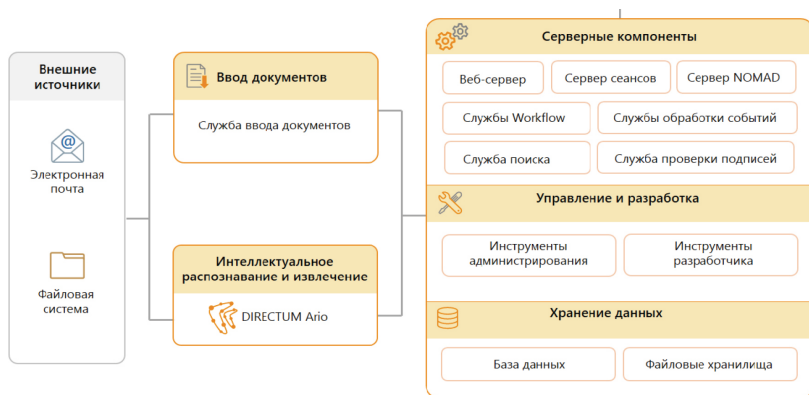


Рис. 1. Часть функциональной схемы системы Directum

Для достижения поставленной цели был произведен анализ нормативно-правовой базы Российской Федерации и локальных документов компании.

В основе оценки эффективности проектируемого решения будет использована технология «Управление по целям» [6]. Инструментом оценки будет служить Ключевой показатель эффективности (KPI) [7][8].

Результаты исследования

В результате исследования нормативной документации были выявлены следующие требования:

- чтобы реализовать электронное подписание документов в СЭД усиленной неквалифицированной электронной подписью (УНЭП), между работником и работодателем должно быть заключено соглашение [9] в рамках перехода на электронный кадровый документооборот (далее – ЭКДО), который вводится работодателем на основании локального нормативного акта. Данный документ принимается им с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации в порядке, установленном статьей 372 ТК РФ [10];

- при внедрении ЭКДО необходимо учитывать риск, что каждый из работников может отказаться от перехода на электронный кадровый документооборот. При отказе работника – необходимо будет подписывать документы с сотрудником в обычном порядке;
- в Положении об особенностях направления работников в служебные командировки, утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 октября 2008 г. N 749 [11], работники направляются в командировки на основании письменного решения работодателя на определенный срок для выполнения служебного поручения вне места постоянной работы. В процессе проектирования модуля «Командировки», будет принят данный факт во внимание, и на документе «Приказ на командировку» будет проставляться ручная подпись для соблюдения требований законодательства [12][13];
- согласно пункту 26 Положения об особенностях направления работников в служебные командировки (утв. Постановлением Правительства РФ от 13.10.2008 № 749) после возвращения из командировки, работник заполняет авансовый отчет, где указывает все расходы и прикладывает к нему подтверждающие документы (чеки, билеты, контрольные купоны и т.д.) [11]. Все сведения сотрудник должен предоставить по форме № АО-1 «Авансовый отчет», утвержденной Постановлением Госкомстата от 01.08.2001 № 55 [14];
- для цели налогообложения прибыли, расходы должны быть экономически обоснованы и документально подтверждены (п. 1 ст. 252 НК РФ) [15];
- согласно законодательству, организация самостоятельно устанавливает срок, когда в бухгалтерию должны быть предоставлены авансовый отчет и подтверждающие документы. Для командировок есть исключение, касающееся всех

При оформлении модуля «Командировки» были разработаны и определены обязательные документы (Таблица 1):

Таблица 1.

Обязательные документы в процессе оформления командировки

Наименование	Особенности формирования в СЭД Directum
Служебное задание	Разработана и утверждена форма документа «Служебное задание», сформирован автоподстраиваемый шаблон в формате Word. Командируемый заполняет данные для шаблона.
Приказ на командировку	Разработана и утверждена форма документа «Приказ на командировку», сформирован автоподстраиваемый шаблон в формате Word.
Авансовый отчет	Разработана и утверждена форма документа «Авансовый отчет», сформирован автоподстраиваемый шаблон в формате Word. Командируемый заполняет данные для шаблона.
Документы, подтверждающие расходы работника в командировке (оригиналы проездных документов, счет за гостиницу, кассовый чек на эту сумму, электронный билет, посадочный талон и т.д.); Проспекты выставки, бланки приглашений и прочее, подтверждающие цель командировки	Командируемый прикладывает документы в соответствии с предложенным списком видов документов. Необходимо заполнение сумм расходов для дальнейшего автоматического учета данных. В данном случае сотрудник уже видит, какие обязательные документы ему нужно приложить.
Заграничный паспорт с отметкой о пересечении границы, Справка из обменного пункта об обмене валюты (в случае командировки за пределы РФ)	Документы загружаются в свободной форме.

В данном процессе определены роли: (Рис. 3):

- *Командируемый* – сотрудник организации, направляемый в командировку. Заполняет данные по своей командировке и собирает пакет документов для Авансового отчета;
- *Руководитель командируемого* – руководитель подразделения, к которому относится командированный сотрудник. Согласовывает служебную записку командируемого;

- *Руководитель филиала/организации* – Подписывающий руководитель среднего или высшего звена. Подписывает Службную записку и Приказ на командировку;
- *Ответственный кадрового администрирования/Ответственный ОДО* – сотрудник (секретарь, делопроизводитель или специалист отдела кадров), который занимается оформлением командировок. Проверяет корректность и полноту документов и готовит приказ о командировании, организует его согласование и подписание. Согласует документ и в случае несогласия вносит замечания и отправляет инициатору на доработку. Присваивает дату и номер приказа на командировку;

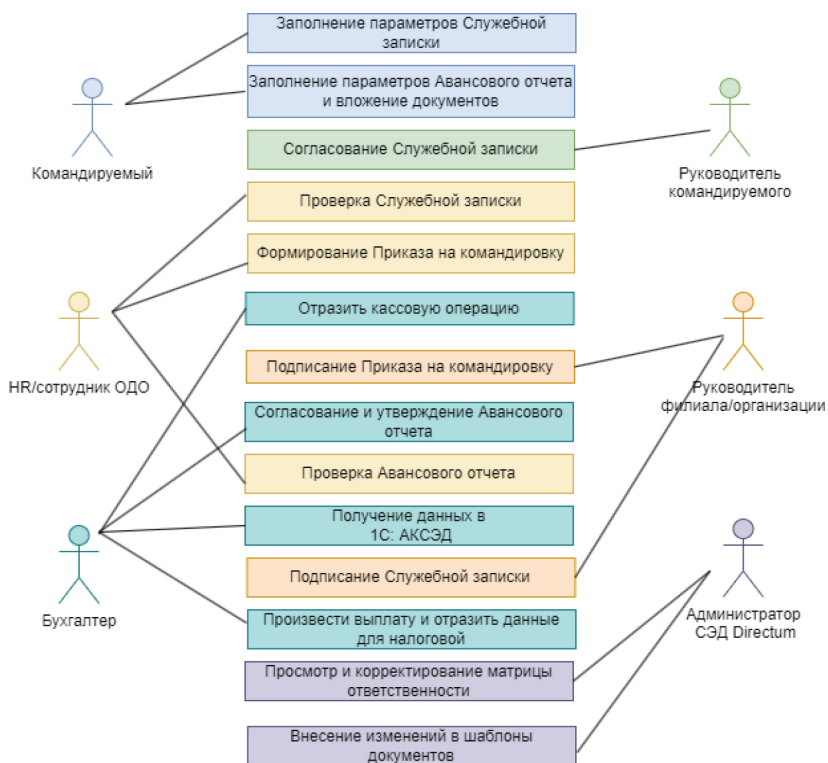


Рис. 3. Use case diagram

- *Бухгалтер/Ответственный за утверждение авансового отчета* – ответственный бухгалтер. Согласует авансовый отчет. Отражает данные по кассовой операции и организует перечисление денежных средств на командировочные расходы;
- *Администратор СЭД Directum* может изменять и корректировать матрицу ответственных согласующих и утверждающих документы, а также вносить изменения в шаблоны этих документов.

С использованием технологии «Управление по целям» был проведен расчет текущих основных этапов по временным показателям и расчет после внедрения автоматического процесса. Для расчета предположили, что за год в компании было оформлено 3000 командировок. Результат количественного показателя КРІ [16] приведен в таблицу (Таблица 2).

Таблица 2.

Пример расчета количественного показателя

Действия	Текущий процесс		После автоматизации	
	на операцию, мин	на процесс, ч	на операцию, мин	на процесс, ч
Трудозатраты				
Заполнение и подписание служебного задания	20	1 000	5	250
Формирование и подписание приказа	20	1 000	5	250
Проверка лимитов, согласование оплаты сверх лимитов	5	250	5	250
Формирование реестра на зачисление аванса	15	750	3	150
Формирование авансового отчета	20	1 000	5	250
Итого:		4 000		1 150

При учете всех КРІ было получено уменьшение общего количества времени, потраченного за год на оформление командировок, более чем в 3 раза.

Обсуждение

Разработанный модуль соответствует требуемой функциональности и может быть настроен под существующий в компа-

нии процесс оформления командировок. Модуль готов для передачи в программную реализацию.

Заключение

Разработанный процесс позволяет уменьшить время на оформление/согласование и подписание документов всеми участниками процесса, что позволит перераспределить загрузку сотрудников по функциональным обязанностям для повышения эффективности выполнения основной работы. Прозрачность оформления позволит контролировать сроки оформления и сдачи командироваемым обязательных документов и своевременное отражение бухгалтерией кассовых операций и выплат.

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

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Благодарности. Автор выражает признательность коллегам за помощь.

Список литературы

1. Клепалова Ю.И., Брюхова О.Ю. Переход на электронные кадровые документы: реалии и перспективы [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/perehod-na-elektronnyye-kadrovyye-dokumenty-realii-i-perspektivy> – Дата обращения 20.02.2023.
2. Закалюжная Н.В. Нетипичные трудовые отношения в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/netipichnye-trudovye-otnosheniya-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki> – Дата обращения 20.02.2023.
3. Proscovia Svärd. Enterprise content management (ECM), Enterprise Content Management, Records Management and Information Culture Amidst e-Government, [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008100874400003X> - Дата обращения 21.02.2023.

4. Интеллектуальные цифровые процессы и документы [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.directum.ru> - Дата обращения 21.02.2023
5. Белянина Н. В., Кадышев А. А. Реализация workflow в отечественных и зарубежных системах электронного документооборота [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-workflow-v-otechestvennyh-i-zarubezhnyh-sistemah-elektronno-go-dokumentooborota-1> - Дата обращения: 21.02.2023.
6. Thomas M. Thomson. MANAGEMENT BY OBJECTIVES [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://home.snu.edu/~jsmith/library/body/v20.pdf> - Дата обращения 27.02.2023
7. David Parmenter. Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPI's. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, inc. 2007. pp. 233.
8. José Miguel Pérez-Álvarez, Alejandro Maté, María Teresa Gómez-López, Juan Trujillo, Computers in Industry. 2018. pp. 23-39.
9. Хитрова С. Г. Электронный документооборот в организации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnyu-dokumentooborot-v-organizatsii> - Дата обращения: 22.02.2023.
10. Статья 372. Порядок учета мнения выборного органа первичной профсоюзной организации при принятии локальных нормативных актов [Электронный ресурс]. КонсультантПлюс. справ. правовая система 2018. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/dbc2a634dfe4e186078b674c285dad8ba051ab68/ - Дата обращения 22.02.2023.
11. Правительство России. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.10.2008 г. № 749 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/65672/> - Дата обращения 22.02.2023.
12. Правительство России. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.07.2022 № 1192 «Об утверждении Правил взаимодействия информационной системы работодателя, позволяющей

- обеспечить подписание электронного документа в соответствии с требованиями Трудового кодекса Российской Федерации, хранение электронного документа, а также фиксацию факта его получения сторонами трудовых отношений, и федеральной государственной информационной системы «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/OwQYjsTP8Eua2GdWm4AYWEhVE6PQrtV3.pdf> - Дата обращения 25.02.2023.
13. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ от 20 сентября 2022 г. N 578н «Об утверждении единых требований к составу и форматам документов, связанных с работой, оформляемых в электронном виде без дублирования на бумажном носителе». [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=434802> – Дата обращения 25.02.2023.
 14. Постановление Госкомстата РФ от 01.08.2001 N 55 «Об утверждении унифицированной формы первичной учетной документации N АО-1 «Авансовый отчет». [Электронный ресурс]. КонсультантПлюс: справ. правовая система. 2018. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> – Дата обращения 25.02.2023.
 15. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая)» от 05.08.2000 N 117-ФЗ (ред. от 17.02.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023) «. [Электронный ресурс]. Консультант-Плюс: справ. правовая система. 2018. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> – Дата обращения 25.02.2023.
 16. Issa Atoum, Measurement of key performance indicators of user experience based on software requirements, Science of Computer Programming. Volume 226. 2023.

References

1. Klepalova Yu.I., Bryukhova O.Yu. Transition to electronic personnel documents: realities and prospects [Electronic resource] Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/perehod-na-elektronnye-kadrovye-dokumenty-realii-i-perspektivy> - Retrieved 20/02/2023.

2. Zakalyuzhnaya N.V. Atypical labor relations in the digital economy [Electronic resource] Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/netipichnye-trudovye-otnosheniya-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki> - Retrieved 20/02/2023.
3. Proscovia Svard. Enterprise content management (ECM), Enterprise Content Management, Records Management and Information Culture Amidst e-Government, [Electronic resource] Access mode: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008100874400003X> - Retrieved 21/02/2023.
4. Intelligent digital processes and documents [Electronic resource] Access mode: <https://www.directum.ru> - Retrieved 21/02/2023.
5. Belyanina N. V., Kadyshev A. A. Workflow implementation in domestic and foreign electronic document management systems [Electronic resource] Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-workflow-v-otchestvennyh-i-zarubezhnyh-sistemah-elektronno-go-dokumentooborota-1> - Retrieved: 21/02/2023.
6. Thomas M. Thomson. MANAGEMENT BY OBJECTIVES [Electronic resource] Access mode: <http://home.snu.edu/~jsmith/library/body/v20.pdf> - Retrieved 02/27/2023
7. David Parmenter. Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPI's. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, inc. 2007. pp. 233.
8. José Miguel Pérez-Álvarez, Alejandro Maté, María Teresa Gómez-López, Juan Trujillo, Computers in Industry. 2018. pp. 23-39.
9. Khitrova S. G. Electronic document management in the organization [Electronic resource] Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnyy-dokumentooborot-v-organizatsii> - Retrieved: 22/02/2023.
10. Article 372. The procedure for taking into account the opinion of the elected body of the primary trade union organization when adopting local regulations [Electronic resource]. Consultant Plus. ref. legal system 2018. Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/dbc2a634dfe4e186078b674c285dad8ba051ab68/ - Retrieved 22/02/2023.

11. Government of Russia. Decree of the Government of the Russian Federation of October 13, 2008 No. 749 [Electronic resource] Access mode: <http://government.ru/docs/all/65672/> - Retrieved 22/02/2023.
12. Government of Russia. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1192 dated July 1, 2022 “On Approval of the Rules for the Interaction of the Employer’s Information System, which makes it possible to ensure the signing of an electronic document in accordance with the requirements of the Labor Code of the Russian Federation, the storage of an electronic document, as well as fixing the fact of its receipt by the parties to labor relations, and the federal state information system “Unified portal of state and municipal services (functions)” [Electronic resource] Access mode: <http://static.government.ru/media/files/OwQYjsTP8Eua2GdWm4AYWEhVE6PQrtV3.pdf> - Retrieved 25/02/2023.
13. Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation. Order of September 20, 2022 N 578n “On approval of uniform requirements for the composition and formats of documents related to work, drawn up in electronic form without duplication on paper.” [Electronic resource] Access mode: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=434802> – Retrieved 25/02/2023.
14. Decree of the State Statistics Committee of the Russian Federation of 08.01.2001 N 55 “On approval of the unified form of primary accounting documentation N AO-1” Advance report “. [Electronic resource]. ConsultantPlus: reference legal system. 2018. Access mode: <http://www.consultant.ru> - Retrieved 25/02/2023.
15. Tax Code of the Russian Federation (Part Two) “dated August 5, 2000 N 117-FZ (as amended on February 17, 2023) (as amended and supplemented, effective from March 1, 2023)”. [Electronic resource]. ConsultantPlus: ref. legal system. 2018. Access mode: <http://www.consultant.ru> - Retrieved 25/02/2023.
16. Issa Atoum, Measurement of key performance indicators of user experience based on software requirements, Science of Computer Programming. - Volume 226. 2023.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Рабовская Мария Яковлевна, доцент, заведующий отделом,
кандидат физико-математических наук
УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
ул. Мира 19, г. Екатеринбург, Свердловская область, 620002,
Российская Федерация
m.ya.rabovskaya@urfu.ru

Смирнова Ольга Николаевна, магистр

УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
ул. Мира 19, г. Екатеринбург, Свердловская область, 620002,
Российская Федерация
dudinalisa@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Maria Ya. Rabovskaya, Associate Professor, Head of Department,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
19, Mira Str., Yekaterinburg, Sverdlovsk region, 620002, Russian Federation
m.ya.rabovskaya@urfu.ru

Olga N. Smirnova

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
19, Mira Str., Yekaterinburg, Sverdlovsk region, 620002, Russian Federation
dudinalisa@mail.ru

Поступила 10.03.2023
После рецензирования 24.03.2023
Принята 30.03.2023

Received 10.03.2023
Revised 24.03.2023
Accepted 30.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-130-149
УДК 629.113



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ-ГЕНЕРАТОРА АВТОМОБИЛЯ С ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ

П.А. Киселёв, А.И. Федотов, О.С. Яньков

Авторами статьи приводится описание и анализ процессов функционирования синхронного электродвигателя-генератора (ЭДГ). Представлен обзор математических описаний синхронного ЭДГ. Предложено упрощенное математическое описание, позволяющее моделировать процесс функционирования ЭДГ гибридной силовой установки (ГСУ) в типовых режимах движения колесных транспортных средств (КТС). Представлены функциональные зависимости силы тока, мощности и крутящего момента от частоты вращения ротора синхронного ЭДГ автомобиля Toyota Prius.

Цель – разработать упрощённое математическое описание синхронного электродвигателя-генератора автомобиля с гибридной силовой установкой.

Метод или методология проведения работы – численный метод, основанный на конечно-разностной схеме метода Парка, с использованием специального численно-итерационного метода составления уравнений движения.

Результаты – разработано упрощённое математическое описание, которое позволяет определять функциональные зависимости, необходимые для анализа функционирования КТС с ГСУ.

Область применения результатов. Полученные результаты целесообразно применять при моделировании процессов функцио-

нирования синхронного электродвигателя-генератора гибридной силовой установки колесных транспортных средств.

Ключевые слова: автомобиль, гибридная силовая установка, синхронный электродвигатель, сила тока, вырабатываемое напряжение, рекуперация, мощностные характеристики, крутящий момент, ротор, статор, магнитное поле, математическое описание

Для цитирования. Киселёв П.А., Федотов А.И., Яньков О.С. Математическое описание процессов функционирования электродвигателя-генератора автомобиля с гибридной силовой установкой // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 130-149. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-130-149

Original article | Operation of Road Transport

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE PROCESSES OF FUNCTIONING OF THE ELECTRIC MOTOR-GENERATOR OF A CAR WITH A HYBRID POWER PLANT

P.A. Kiselev, A.I. Fedotov, O.S. Yankov

The authors of the article describe and analyze the processes of functioning of a synchronous electric motor-generator (EDG). A review of mathematical descriptions of synchronous EDG is presented. A simplified mathematical description is proposed that makes it possible to simulate the process of functioning of the hybrid propulsion system (GSU) in typical modes of movement of wheeled vehicles (CTS). The functional dependences of the current, power and torque on the rotor speed of the synchronous EDG of the Toyota Prius car are presented.

*The **goal** is to develop a simplified mathematical description of a synchronous electric motor-generator of a car with a hybrid power plant.*

*The **method or methodology** of the work is a numerical method based on the finite – difference scheme of the Park method, using a special numerical-iterative method of composing equations of motion.*

***Results** – a simplified mathematical description has been developed, which allows to determine the functional dependencies necessary for the analysis of the functioning of the CCC with GSU.*

*The **scope of the results**. It is advisable to apply the results obtained when modeling the processes of functioning of a synchronous electric motor-generator of a hybrid power plant of wheeled vehicles.*

***Keywords:** car, hybrid power plant, synchronous electric motor, current strength, generated voltage, recovery, power characteristics, torque, rotor, stator, magnetic field, mathematical description*

***For citation.** Kiselev P.A., Fedotov A.I., Yankov O.S. *Mathematical Description of the Processes of Functioning of the Electric Motor-Generator of a Car with a Hybrid Power Plant. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 130-149. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-130-149**

Введение

На сегодняшний день во всем Мире активно используются синхронные ЭД, обеспечивающие преобразование электрической энергии в механическую. Наиболее часто они применяются в прокатных станах, поршневых насосах, компрессорах, а также в автомобилях с гибридными и электрическими силовыми установками.

В КТС гибридным силовым приводом под термином ЭДГ понимается синхронный электродвигатель-генератор (см. рис. 1), который помимо тягового режима может работать как генератор (если необходимо зарядить тяговую батарею (ТБ)), а также как стартер, при необходимости запуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС) [14]. Такой последовательно-параллельной ГСУ у автопроизводителя Toyota оснащаются автомобили Prius.

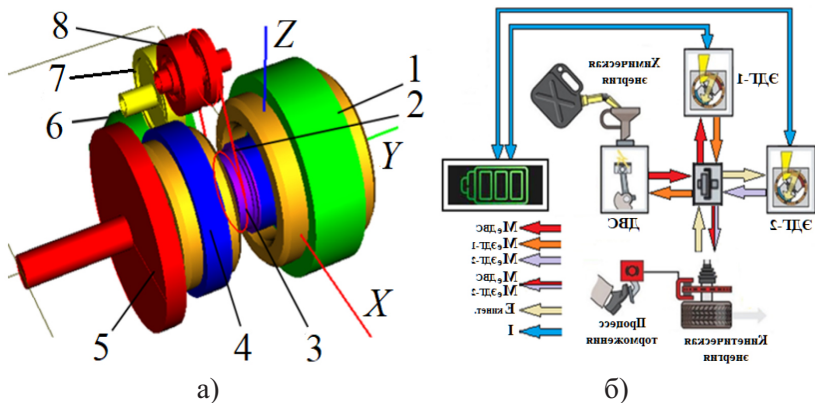


Рис. 1. Гибридная силовая установка КТС:

а) – трехмерная модель последовательно-параллельной ГСУ силовой установки автомобиля Toyota Prius в программной среде «Универсальный механизм»;
 б) – принципиальная схема функционирования последовательно-параллельной ГСУ Toyota Prius: 1 – тяговый электродвигатель (ЭДГ-2); 2 – цепная передача; 3 – планетарный редуктор; 4 – электродвигатель-генератор (ЭДГ-1); 5 – маховик ДВС; 6 – главная пара; 7, 8 – промежуточные шестерни.

В данной компоновке ГСУ (см. рис 1) распределение потоков мощности и крутящего момента между ДВС, ЭДГ-1 и ЭДГ-2 выполняет планетарный редуктор 3. ЭДГ-1 работает в режиме стартера, когда необходимо запустить ДВС. После запуска он переходит в режим генератора для зарядки тяговой батареи. ЭДГ-2 выполняет функцию тягового электродвигателя, то есть передает крутящий момент на ведущие колеса КТС. В режиме рекуперации ЭДГ-2 так же заряжает тяговую батарею.

Конструкция ЭДГ состоит из статора 6 и ротора 7 (рис. 2). Одним из компонентов статора являются трехфазовая катушка 5, которая соединена при помощи кабеля с системой управления. Ротор 7 жестко связан с выходным валом, который установлен на подшипниках 3, расположенных в боковых крышках 2. В свою очередь боковые крышки 2 крепятся к корпусу электродвигателя 4 соединительными винтами 1.

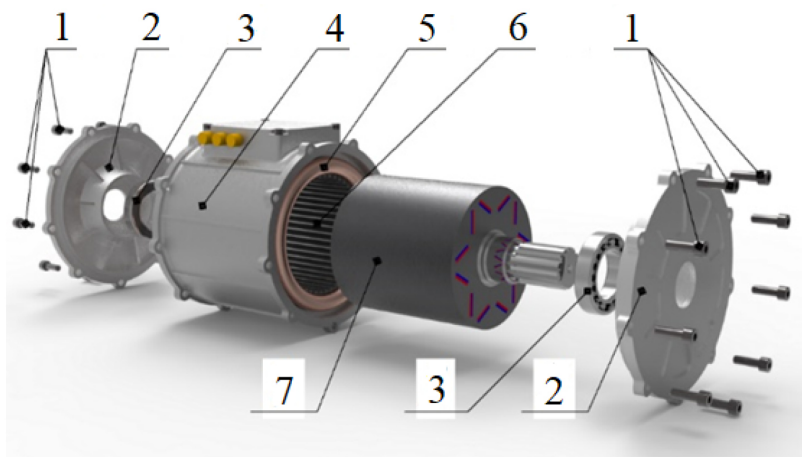


Рис. 2. Трехмерная модель синхронного ЭДГ [14]:

1 – крепёжные винты; 2 – боковая крышка; 3 – подшипник ротора; 4 – корпус ЭДГ; 5 – катушка статора; 6 – статор; 7 – ротор.

Анализ математических описаний ЭДГ

Для контроля технического состояния и эффективной диагностики КТС с ГСУ в условиях эксплуатации, актуальным вопросом является разработка математического описания ЭДГ, позволяющего получать зависимости, характеризующие влияние технического состояния ГСУ на диагностические параметры и параметры, характеризующие тягово-динамические свойства КТС. Решение этой задачи позволит значительно сократить временные и трудовые затраты на поиск неисправностей, и повысить эффективность эксплуатации КТС с ГСУ. В данном разделе статьи для достижения поставленной задачи выполнен анализ трех существующих математических описаний синхронного ЭДГ.

1. Математическое описание выходных характеристик ЭДГ.

Для разработки математического описания синхронного ЭДГ, рассмотрим наиболее упрощённую её модель [11]. Подобно внешней скоростной характеристике ДВС, при расчете крутящего момента на роторе ЭДГ $M_{эд}$ и мощности $N_{эд}$ развиваемой ЭДГ будем осно-

вываться на их зависимости от частоты вращения ротора $n_{эд}$ при работе ЭДГ под нагрузкой.

Характеристика крутящего момента $M_{эд}$ при работе ЭДГ под нагрузкой вычисляется по выражению:

$$M_{эд} = \begin{cases} M_{эд\ max} & \text{при } 0 \leq n_{эд} \leq n_{эд\ min} \\ \frac{30N_{эд\ ном}}{\pi n_{эд}} & \text{при } n_{эд\ min} < n_{эд} \leq n_{эд\ max} \end{cases}, [\text{Н}\cdot\text{м}] \quad (1)$$

где $M_{эд\ max}$ – крутящий момент ЭД [Нм]; $N_{эд}$ – мощность ЭД [Вт]; $n_{эд}$ – частота вращения ротора электродвигателя [мин⁻¹].

Мощность тягового электродвигателя рассчитывается по формуле:

$$N_{эд} = \frac{M_{эд}\pi n_{эд}}{30}, [\text{Вт}] \quad (2)$$

По формулам (1,2) получены результаты расчета крутящего момента на роторе ЭДГ $M_{эд}$ и мощности $N_{эд\ ном}$, развиваемой ЭДГ в зависимости от частоты вращения ротора синхронного ЭДГ (рис. 3) при её работе под нагрузкой.

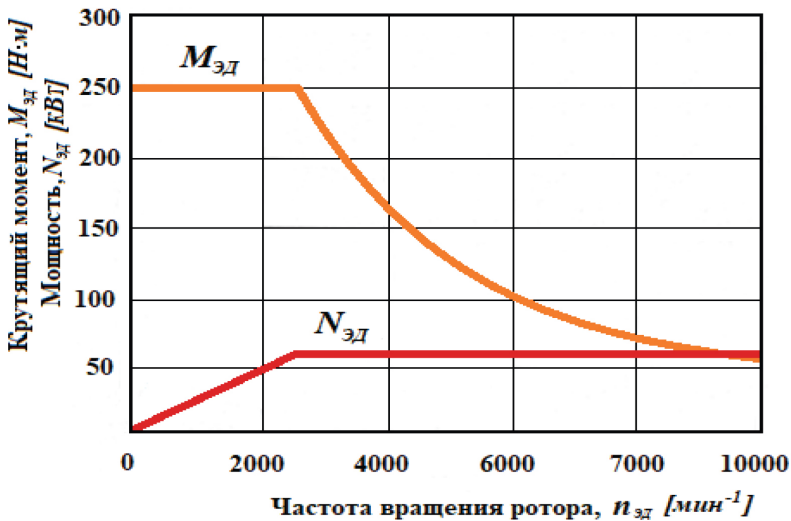


Рис. 3. Функциональная зависимость крутящего момента и мощности от частоты вращения ротора ЭДГ, при разгоне КТС под нагрузкой [11]

Представленное математическое описание ЭДГ просто в описании, так как позволяет вычислять крутящий момент $M_{\text{ЭД}}$ и мощность $N_{\text{ЭД}}$ в зависимости от частоты вращения $n_{\text{эд}}$ ротора ЭДГ. Такое решение позволяет значительно сократить время в процессе моделирования. Однако математическое описание не позволяет выполнять анализ энергетических параметров ЭДГ, такие как напряжение $U_{\text{ЭД}}$ и ток $I_{\text{ЭД}}$.

Это важные параметры, которые характеризуют эффективность работы и техническое состояние ГСУ, а также эффективность работы тяговой аккумуляторной батареи.

2. Математическое описание ЭДГ с вращающейся системой координат dq . Для разработки математического описания обратимся к рис. 4. Принцип действия синхронного электродвигателя основан на взаимодействии вращающегося магнитного поля статора и постоянного магнитного поля ротора. Вектор тока статора \vec{I} вращается, так как образован за счет гармонических токов в катушках (см. рис 4а), равных друг другу по амплитуде, частоте и сдвинутых относительно друг друга на равный угол. При управлении ЭДГ делают упрощение и принимают направление вектора поля статора \vec{F}_S полностью совпадающим с направлением вектора тока \vec{I} . Таким образом удобно контролировать вращение вектора поля \vec{F}_S , который будет пропорционален вектору тока \vec{I} [14].

Положение ротора (см. рис 4б), при котором между вектором магнитного поля ротора \vec{F}_R и вектором магнитного поля статора \vec{F}_S образуется угол $\Delta\theta_E = \pi/2$ [рад], будет соответствовать такому взаимодействию этих полей, при котором образовывается наибольший крутящий момент ротора. Именно в таком расположении полюса ротора и статора будут наиболее эффективно взаимодействовать друг с другом: одноименные полюса отталкиваются, разноименные притягиваются. Такое положение вектора тока \vec{I} будет являться оптимальным для эффективной работы ЭДГ [14].

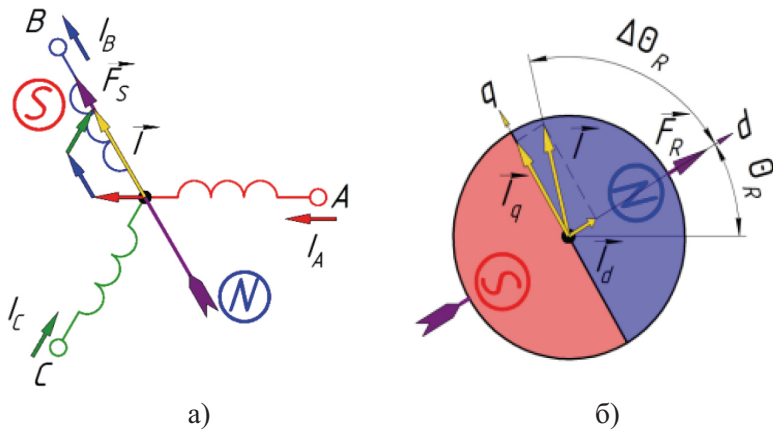


Рис. 4. Схемы, поясняющие принцип работы синхронного ЭДГ [14]:

а) – результирующие векторы тока и вектор магнитного поля статора: A – катушка фазы; B – катушка фазы; C – катушка фазы; I_A – ток, в обмотке A ; I_B – ток, в обмотке B ; I_C – ток, в обмотке C ; \vec{I} – результирующий вектор тока; \vec{F}_S – вектор магнитного поля; б) – результирующий вектор тока и вектор магнитного поля ротора в системе координат dq ; \vec{I} – результирующий вектор тока статора [A]; \vec{F}_R – вектор магнитного поля ротора; \vec{I}_d – составляющая вектора \vec{I} на ось d ; \vec{I}_q – составляющая вектора \vec{I} на оси q [A]; θ_R – угол поворота ротора; $\Delta\theta_R$ – угол регулировки положения вектора \vec{I} [рад].

Для векторов напряжения на статоре синхронного ЭДГ во вращающейся системе координат dq можно записать следующие уравнения [5]:

$$\begin{cases} U_{sd} = L_{sd} \frac{dI_{sd}}{dt} + R_S I_{sd} - \omega_e L_{sq} I_{sq} \\ U_{sq} = L_{sq} \frac{dI_{sq}}{dt} + E + R_S I_{sq} + \omega_e L_{sd} I_{sd} \end{cases}, [B] \quad (3)$$

где: L_{sd} , L_{sq} – индуктивность катушек статора по осям d и q [Гн]; R_S – сопротивление катушек статора [Ом]; E – амплитуда вектора ЭДС; I_{sd} , I_{sq} – векторы тока статора по осям d и q [A]; ω_e – угловая скорость ротора [рад $^{-1}$]; $\frac{dI_{sd}}{dt}$ и $\frac{dI_{sq}}{dt}$ – скорость изменения тока по осям d и q .

Запишем уравнение относительно дифференциалов токов, [5]:

$$\begin{cases} pI_{sd} = \frac{1}{L_{sd}} \cdot (U_{sd} - R_S I_{sd} + \omega_e L_{sq} I_{sq}) \\ pI_{sq} = \frac{1}{L_{sd}} \cdot (U_{sq} - R_S I_{sq} - \omega_e L_{sd} I_{sd} - \psi_f \omega_e) \end{cases}, [A] \quad (4)$$

где: p – символ дифференцирования, тождественно равный d/dt (оператор дифференцирования).

Потокосцепление статора формируется током в катушке, которая имеет индуктивность и магнитным потоком ротора. Во вращающейся системе координат оно будет иметь следующий вид [5]:

$$\begin{cases} \psi_{sd} = L_{sd} I_{sd} + \psi_f \\ \psi_{sq} = L_{sq} I_{sq} \end{cases}, [Вб] \quad (5)$$

где: ψ_{sd}, ψ_{sq} – составляющие вектора потокосцепления по осям d и q [Вб]; ψ_f – амплитуда потокосцепления между ротором и фазной катушкой.

С учетом формул (3-5) уравнение для вычисления развиваемого ЭДГ крутящего момента примет вид [5]:

$$M_{эд} = \frac{3Z_p}{2} (I_{sq} \psi_{sd} - I_{sd} \psi_{sq}) = \frac{3Z_p}{2} (I_{sq} \psi_f + I_{sd} I_{sq} (L_{sd} - L_{sq})), [Н \cdot м] \quad (6)$$

где: Z_p – число пар полюсов магнита электродвигателя; ψ_f – амплитуда потокосцепления ротора и фазной катушки.

Данное математическое описание ЭДГ с вращающейся системой координат dq позволяет описать энергетические параметры (напряжение U_{sd}, U_{sq} ; токи I_{sd}, I_{sq} ; потокосцепление ψ_{sd}, ψ_{sq}) протекающие в ЭДГ на разных режимах движения КТС с ГСУ. С их помощью можно с довольно высокой точностью рассчитать характеристики крутящего момента $M_{эд}$ и мощности $N_{эд}$ ЭДГ под нагрузкой (рис 5).

3. Математическое описание ЭДГ в неподвижной системе координат А, В и С. Для описания такого математического описания ЭДГ возникает необходимость вычислять мгновенные значения токов I_A, I_B, I_C [A], протекающих в фазных катушках [5, 15]:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_A = \left(\frac{k}{T_p + 1} \right) \cdot (2U_A - U_B - U_C + \psi_f Z_p \omega_R (E_{1B} + E_{1C} - 2E_{1A})) \\ I_B = \left(\frac{k}{T_p + 1} \right) \cdot (2U_B - U_C - U_A + \psi_f Z_p \omega_R (E_{1C} + E_{1A} - 2E_{1B})) \\ I_C = \left(\frac{k}{T_p + 1} \right) \cdot (2U_C - U_A - U_B + \psi_f Z_p \omega_R (E_{1A} + E_{1B} - 2E_{1C})); \end{array} \right. (7)$$

$$k = \frac{1}{3R_{\phi i}}$$

$$T_p = \frac{L_{\phi i} - L_{\phi \phi i}}{R_{\phi i}};$$

где U_A, U_B, U_C – напряжение инвертора, поступающие на вход фаз A, B, C [В]; ψ_f – амплитуда потокосцепления между ротором и фазной катушкой, ω_R – угловая скорость вращения ротора электродвигателя [рад⁻¹]; Z_p – количество полюсов статора; T_p – постоянная времени инерционного звена первого порядка [с]; k – коэффициент усиления инерционного звена первого порядка, описывающий сопротивление катушек статора; $R_{\phi i}$ – активное сопротивление i -той фазной катушки статора [Ом]; $L_{\phi i}$ – индуктивность i -той фазной катушки статора, [Гн]; $L_{\phi \phi i}$ – взаимная индуктивность двухфазных катушек статора [Гн]; E_{1A}, E_{1B}, E_{1C} – единичные функции форм ЭДС [5,15].

Единичные функции форм ЭДС определяются из выражений [5,15]:

$$E_{1A} = \sin(\theta_E + \delta_A), [В] \quad (8)$$

$$E_{1B} = \sin(\theta_E + \delta_B); \quad (9)$$

$$E_{1C} = \sin(\theta_E + \delta_C); \quad (10)$$

где θ_E – угол поворота поля статора, [рад]; $\delta_A, \delta_B, \delta_C$ – углы сдвига фаз A, B и C соответственно:

$$\theta_E = \theta_R \cdot Z_p, [рад] \quad (11)$$

где θ_R – угол поворота ротора, [рад]; Z_p – количество полюсов статора.

Угловая скорость ротора электродвигателя определяется выражением [5, 15]:

$$\omega_R = \frac{1}{J} \int (M_e - M_c) dt, [\text{рад}^{-1}] \quad (12)$$

где M_c – момент сопротивления [Н·м]; J – момент инерции подвижных частей электропривода, [кг·м²].

Мгновенные ЭДС E_A , E_B и E_C в фазах статора ЭДГ можно определить, используя единичные функции формы ЭДС, в соответствии с выражениями, [5,15]:

$$E_A = \psi_F \cdot Z_P \cdot \omega_R \cdot E_{1A}, [\text{В}] \quad (13)$$

$$E_B = \psi_F \cdot Z_P \cdot \omega_R \cdot E_{1B}; \quad (14)$$

$$E_C = \psi_F \cdot Z_P \cdot \omega_R \cdot E_{1C}; \quad (15)$$

где ψ_F – амплитуда потокосцепления между ротором и фазной обмоткой, [Вб]; ω_R – угловая скорость вращения ротора электродвигателя, [рад⁻¹].

Крутящий момент $M_{\text{эд}}$ на роторе синхронного электродвигателя рассчитывается по формуле [5,15]:

$$M_{\text{эд}} = \frac{I_A E_A + I_B E_B + I_C E_C}{\omega_R}, [\text{Н} \cdot \text{м}] \quad (16)$$

Данное математическое описание ЭДГ в неподвижной системе координат A , B и C позволяет описать энергетические параметры (токи I_A , I_B , I_C ; мгновенные ЭДС E_A , E_B и E_C в фазах статора) протекающие в ЭДГ на разных режимах движения КТС с ГСУ. С их помощью можно с довольно высокой точностью рассчитать характеристики крутящего момента $M_{\text{эд}}$ и мощности $N_{\text{эд}}$ ЭДГ под нагрузкой (рис. 5).

По расчетным формулам (3-16) получены результаты зависимостей крутящего момента $M_{\text{эд}}$ и мощности $N_{\text{эд}}$ от частоты вращения ротора $n_{\text{эд}}$ синхронного ЭДГ [15], которые представлены на рис. 5.

При моделировании исследуемых процессов с использованием таких математических описаний ЭДГ необходимы большие вычислительные мощности электронно-вычислительных машин (ЭВМ).

В связи с этим было принято решение оптимизировать математическое описание, то есть создать его упрощенную версию.

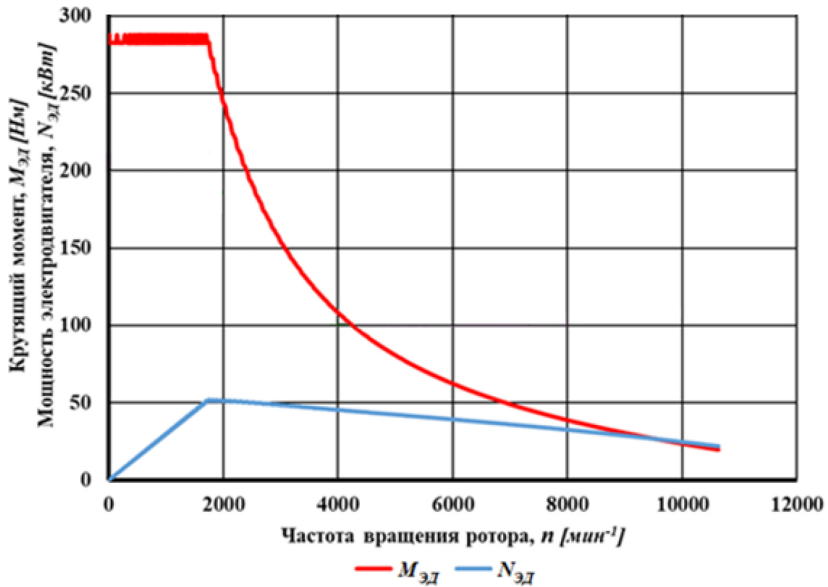


Рис. 5. Внешняя скоростная характеристика синхронного ЭДГ [15].

Материалы и методы

Упрощённое математическое описание. Для разработки упрощенного математического описания ЭДГ были использованы уравнения, описывающие вырабатываемые им крутящий момент и эффективную мощность в зависимости от силы тока, проходящего через катушки статора.

Расчет тока, поступающего от инвертора на ЭДГ:

$$I_D = \frac{U_D \cdot \beta + U_R \cdot (1 - \beta)}{R_S + Z \cdot \pi \cdot L \cdot \frac{n}{30}}, [A] \quad (14)$$

где: $U_D \cdot \beta$ – составляющая напряжения от инвертора [В]; $U_R \cdot (1 - \beta)$ – составляющая генерируемого напряжения [В]; R_S – активное сопротивление катушек статора и системы высоковольтных соединений [Ом]; $Z \cdot \pi \cdot L \cdot \frac{n}{30}$ – индуктивное сопротивление катушек статора.

Расчет вырабатываемого ЭДС выполняли с использованием уравнения:

$$U_R = \frac{Z \cdot \Psi \cdot \pi \cdot n}{30}, [\text{В}] \quad (15)$$

где: Z – число пар полюсов двигателя; Ψ – потокосцепление магнитной системы двигателя; n – частота вращения ротора двигателя [мин^{-1}].

Расчет тока в статоре двигателя выполняли по формуле:

$$I_{\text{эд}} = \begin{cases} I_{\text{max}} & \text{если } I_D > I_{\text{max}} \\ I_D & \text{если } I_D < I_{\text{max}} \end{cases} [\text{А}] \quad (16)$$

где: I_{max} – ток, ограниченный блоком управления силовой установкой [А].

Расчет крутящего момента выполняли по формуле:

$$M_{\text{эд}} = \frac{I}{K_{\text{исп}}}, [\text{Н}\cdot\text{м}] \quad (17)$$

где: $K_{\text{исп}}$ – коэф. использования тока, учитывающий тепловые, магнитные, механические потери в двигателе.

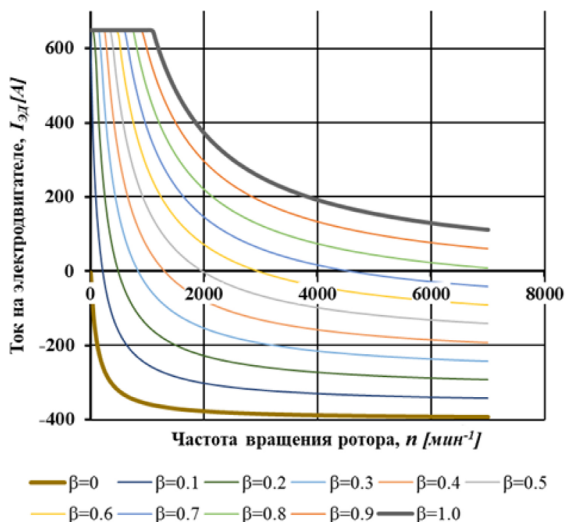


Рис. 6. Функциональная зависимость тока $I_{\text{эд}}$ в статоре от частоты вращения ротора $n_{\text{эд}}$ ЭДГ в тяговом режиме при варьировании коэффициента β

По вышеперечисленным формулам была рассчитана токоскоростная характеристика ЭДГ автомобиля Toyota Prius. В качестве исходных данных были приняты: $n_{MAX} = 6000 \text{ мин}^{-1}$; $M_{eMAX} = 400 \text{ Нм}$; $n_{mMAX} = 1200 \text{ мин}^{-1}$; $N_{MAX} = 50000 \text{ Вт}$; $U_{max} = 330 \text{ В}$; $I_{max} = 650 \text{ А}$; $w = 0.615$; $\psi = 0.4 \text{ Вб}$; $z = 4$; $L = 0.001 \text{ Гн}$; $R_s = 0.05 \text{ Ом}$; $E = 1 \text{ В}$. В процессе расчетов варьировали величиной управляющего параметра – бета β .

В зависимости от тока ЭДГ была построена частичная характеристика под нагрузкой крутящего момента $M_{эд}$ и мощности $N_{эд}$ при коэффициенте $\beta = 1$ – тяговый режим и при $\beta = 0$ – режим вы бега (рекуперации).

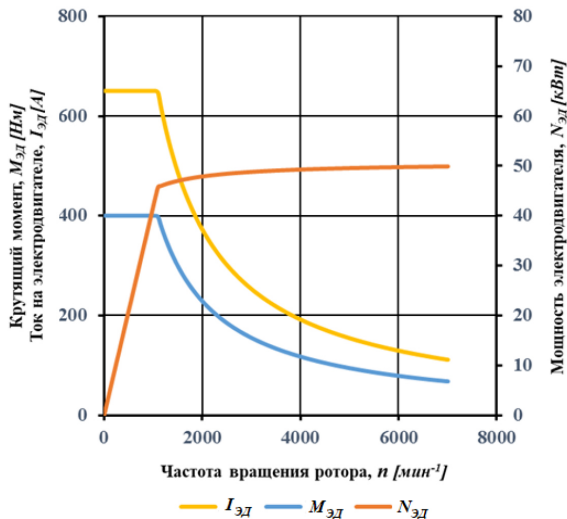


Рис. 7. Функциональная зависимость тока $I_{эд}$, крутящего момента $M_{эд}$ и мощности $N_{эд}$ от частоты вращения ротора $n_{эд}$ ЭДГ под нагрузкой при $\beta = 1$

Упрощённое математическое описание ЭДГ позволяет описать характеристики крутящего момента $M_{эд}$ и мощности $N_{эд}$ ЭДГ в зависимости от тока $I_{эд}$ в его статоре. Такое решение значительно сокращает время в процессе моделирования, а также позволяет выполнять анализ энергетических параметров ЭДГ, такие как напряжение $U_{эд}$ и ток $I_{эд}$.

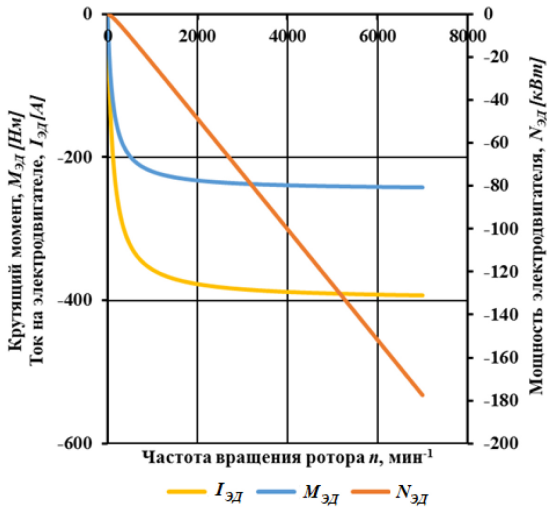


Рис. 8. Функциональная зависимость тока $I_{эд}$, крутящего момента $M_{эд}$ и мощности $N_{эд}$ от частоты вращения ротора $n_{эд}$ ЭДГ под нагрузкой при $\beta=0$

Выводы

Математическое описание выходных характеристик ЭДГ просто в описании, что позволяет значительно сократить время в процессе моделирования. Однако математическое описание не позволяет выполнять анализ энергетических параметров ЭДГ, такие как напряжение $U_{эд}$ и ток $I_{эд}$.

В процессе моделирования ЭДГ с помощью математического описание ЭДГ с вращающейся системой координат dq и в неподвижной системе координат А, В и С требуется значительно большое количество машинного времени. Кроме того, при моделировании ЭДГ необходимо использовать большое количество дополнительных расчетных блоков, таких, как преобразователи координат АВС => dq, модель инвертора, ПИ-регуляторы, аппаратура широтно-импульсной модуляции (ШИМ), формирователи способа модуляции (ФСМ) и др. [5].

Разработанное математическое описание ЭДГ позволяет получить характеристику крутящего момента $M_{эд}$, мощности $N_{эд}$ и тока $I_{эд}$ от частоты вращения ротора $n_{эд}$, как в тяговом, так и в тормозном

режиме (рекуперации). Такое описание не требует энергетических параметров, протекающих в ЭДГ, а также математических описаний дополнительных расчетных блоков, которые свойственны физическим моделям ЭДГ, что значительно облегчает математические расчеты при моделировании КТС с ГСУ и электромобилей.

Заключение

Автопроизводители всего Мира активно используют синхронные ЭДГ, в качестве силовых установок выпускаемой ими продукции. В данной статье представлен анализ математических описаний ЭДГ, в результате которого разработано упрощённое математическое описание ЭДГ. Оно позволяет моделировать его выходные характеристики при работе в составе электромобиля и автомобиля с гибридной силовой установкой.

Данное математическое описание планируется использовать при моделировании процессов функционирования гибридного автомобиля Toyota Prius на стенде с беговыми барабанами.

Список литературы

1. Астафьев Е. А. Моделирование электропривода электромобиля с возможностью рекуперации электрической энергии / Е. А. Астафьев, А. Ю. Афанасьев // Развитие концепции современного образования в рамках научно-технического прогресса: Сборник научных трудов. – Казань: ООО «СитИвент», 2020. – С. 121-130.
2. Бахмутов С. В. Расширение функциональных возможностей - необходимый шаг в развитии конструкции гибридных автомобилей / С. В. Бахмутов, А. В. Круташов, О. В. Маликов // Журнал автомобильных инженеров. – 2012. – № 6(77). – С. 43-46.
3. Гусаков С.В., Абдель Муним Музхер Хашем. Перспективы развития силовых установок гибридных автомобилей – Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2004. № 1. С. 38-42.
4. Калачёв Ю.Н. SimInTech: моделирование в электроприводе. – М.: ДМК Пресс, 2021.-106 с.

5. Куликов И. А. Моделирование гибридного электромобиля параллельного типа / И. А. Куликов, В. В. Селифонов // Труды НАМИ. – 2009. – № 242. – С. 67-84.
6. Ломакин В. В. Критерии выбора основных параметров силовой установки гибридных автомобилей при проектировании / В. В. Ломакин, А. А. Шабанов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2016. – № 2(113). – С. 151-157.
7. Милюшенко С.А., Лосев К.М., Бралинов С.М., Данилина А.Е. перспективы развития гибридных силовых установок на автомобильном транспорте/ Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2019. С. 25-29.
8. Руководство пользователя «Универсальный механизм: Редактор структурных схем». URL: http://www.universalmechanism.com/download/90/rus/24_um_blockeditor.pdf.
9. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 140604 «Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов» направления подгот. 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / Г. Г. Соколовский; Г. Г. Соколовский. – Москва: Академия, 2006. – (Высшее профессиональное образование. Электротехника).
10. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб БХВ – Петербург, 2022. – 576 с.
11. Филькин Н.М. Оптимизация параметров конструкции энергосиловой установки транспортной машины: дис. д-ра техн. наук. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2001. - 430 с.
12. Чернышков А. С. Повышение качества контроля тягово-динамических свойств электромобилей на стендах с беговыми барабанами / А. С. Чернышков // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта : Сборник научных трудов, посвященный 85-летию кафедры ЭАТиС МАДИ, по

материалам 79-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ, Москва, 26–27 января 2021 года. – Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2021. – С. 196-202.

13. Яньков О. С. Колёсные транспортные средства с электрическим и гибридным приводом: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2022. – 246 с.
14. Яньков, О. С. Математическое описание силовой установки электромобиля / О. С. Яньков, А. С. Чернышков // Грузовик. – 2022. – № 9. – С. 15-21. – <https://doi.org/10.36652/1684-1298-2022-9-15-21>

References

1. Astaf'ev E. A. Modelirovanie elektroprivoda elektromobilya s vozmozhnost'yu rekuperatsii elektricheskoy energii / E. A. Astaf'ev, A. Yu. Afanas'ev // Razvitie kontseptsii sovremennogo obrazovaniya v ramkakh nauchno-tekhnicheskogo progressa: Sbornik nauchnykh trudov. – Kazan': ООО "SitIvent", 2020. – S. 121-130.
2. Bakhmutov S. V. Rasshirenie funktsional'nykh vozmozhnostey - neobkhodimyy shag v razviti konstruktсии gibridnykh avtomobiley / S. V. Bakhmutov, A. V. Krutashov, O. V. Malikov // Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov. – 2012. – № 6(77). – S. 43-46.
3. Gusakov S.V., Abdel' Munim Muzkher Khashem. Perspektivy razvitiya silovykh ustanovok gibridnykh avtomobiley – Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Inzhenernye issledovaniya. 2004. № 1. S. 38-42.
4. Kalachev Yu.N. SimInTech: modelirovanie v elektroprivode. – M.: DMK Press, 2021.-106 s.
5. Kulikov I. A. Modelirovanie gibridnogo elektromobilya parallel'nogo tipa / I. A. Kulikov, V. V. Selifonov // Trudy NAMI. – 2009. – № 242. – S. 67-84.
6. Lomakin V. V. Kriterii vybora osnovnykh parametrov silovoy ustanovki gibridnykh avtomobiley pri proektirovanii / V. V. Lomakin, A. A. Shabanov // Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva. – 2016. – № 2(113). – S. 151-157.

7. Milyushenko S.A., Losev K.M., Bralinov S.M., Danilina A.E. perspektivy razvitiya gibridnykh silovykh ustanovok na avtomobil'nom transporte/ Arkhitekturno-stroitel'nyy i dorozhno-transportnyy kompleksy: problemy, perspektivy, innovatsii. Sbornik materialov III Mezhunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2019. S. 25-29.
8. Rukovodstvo pol'zovatelya «Universal'nyy mekhanizm: Redaktor strukturnykh skhem». URL: http://www.universalmechanism.com/download/90/rus/24_um_blockeditor.pdf.
9. Sokolovskiy G. G. Elektroprivody peremennogo toka s chastotnym regulirovaniem: ucheb. dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti 140604 "Elektroprivod i avtomatika prom. ustanovok i tekhnol. kompleksov" napravleniya podgot. 140600 "Elektrotekhnika, elektromekhanika i elektrotekhnologii" / G. G. Sokolovskiy; G. G. Sokolovskiy. – Moskva: Akademiya, 2006. – (Vyssee professional'noe obrazovanie. Elektrotekhnika).
10. Tarasik V.P. Teoriya dvizheniya avtomobilya. – 2-e izd., pererab. i dop. – SPb BKhV – Peterburg, 2022. – 576 s.
11. Fil'kin N.M. Optimizatsiya parametrov konstruksii energosilovoy ustanovki transportnoy mashiny: dis. d-ra tekhn. nauk. – Izhevsk: Izd-vo IzhGTU, 2001. - 430 s.
12. Chernyshkov A. S. Povyshenie kachestva kontrolya tyagovo-dinamicheskikh svoystv elektromobiley na stendakh s begovymi barabanami / A. S. Chernyshkov // Problemy tekhnicheskoy ekspluatatsii i avtoservisa podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta : Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchenny 85-letiyu kafedry EATiS MADI, po materialam 79-y nauchno-metodicheskoy i nauchno-issledovatel'skoy konferentsii MADI, Moskva, 26–27 yanvarya 2021 goda. – Moskva: Moskovskiy avtomobil'no-dorozhnyy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet (MADI), 2021. – S. 196-202.
13. Yan'kov O. S. Kolesnye transportnye sredstva s elektricheskim i gibridnym privodom: ucheb. posobie. – Irkutsk: Izd-vo IRNITU, 2022. – 246 s.
14. Yan'kov, O. S. Matematicheskoe opisanie silovoy ustanovki elektromobilya / O. S. Yan'kov, A. S. Chernyshkov // Gruzovik. – 2022. – № 9. – S. 15-21. – <https://doi.org/10.36652/1684-1298-2022-9-15-21>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Киселёв Павел Алексеевич, аспирант

ИРНТУ

ул. Лермонтова, 83, г. Иркутск, 664074, Российская Федерация

pavel.kiselev.97.97@mail.ru

Федотов Александр Иванович, д.т.н., профессор

ИРНТУ

ул. Лермонтова, 83, г. Иркутск, 664074, Российская Федерация

Янков Олег Сергеевич, канд. техн. наук, доцент каф. автомобильного транспорта

ИРНТУ

ул. Лермонтова, 83, г. Иркутск, 664074, Российская Федерация

info@istu.edu

DATA ABOUT THE AUTHORS

Pavel A. Kiselev, graduate student

Irkutsk National Research Technical University

83, Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federation

pavel.kiselev.97.97@mail.ru

Alexander I. Fedotov, Doctor of Technical Sciences, Professor

Irkutsk National Research Technical University

83, Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federation

Oleg S. Yankov, Ph.D., Associate Professor

Irkutsk National Research Technical University

83, Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federation

info@istu.edu

Поступила 22.03.2023

После рецензирования 10.04.2023

Принята 13.04.2023

Received 22.03.2023

Revised 10.04.2023

Accepted 13.04.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-150-171
УДК 656.025.2



Научная статья | Управление процессами перевозок

ВИРТУАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

*О.Д. Покровская, Е.С. Роднева,
Д.С. Иванов, А.А. Воробьев, С.В. Урушев*

Состояние вопроса. В настоящей статье определены основные туристические центры Архангельской области; разработаны варианты туристических маршрутов и дополнений к турам; описана специфика приложения; оценена актуальность приложения для компании ОАО «РЖД» и сторонних организаций.

Материалы и методы исследования. Использованы методы системного анализа, сопоставления, теории систем, визуализация, наблюдение, статистический метод.

Результаты: установлено, что развитие научно-технологического потенциала и инновационной экосистемы холдинга, позволяет обеспечить эффективность деятельности компании с учетом технико-технологических, экономических, социально-политических вызовов на внутреннем и внешнем рынке.

Заключение. В статье предложен концепт виртуальной площадки в сфере пассажирских мультимодальных перевозок, где пассажир сам мог бы подготовить туристическую поездку с учетом индивидуальных потребностей.

Ключевые слова: пассажирские перевозки; мультимодальные перевозки; туризм; клиентоориентированность; железнодорожный транспорт; сервис; конкурентоспособность

Для цитирования. Покровская О.Д., Роднева Е.С., Иванов Д.С., Воробьев А.А., Урушев С.В. Виртуальное приложение для мультимодальных туристических пассажирских перевозок // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 150-171. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-150-171

Original article | Transportation Process Management

VIRTUAL APPLICATION FOR MULTIMODAL TOURIST PASSENGER TRANSPORTATION

*O.D. Pokrovskaya, E.S. Rodneva,
D.S. Ivanov, A.A. Vorobyov, S.V. Urushev*

Background. *This article identifies the main tourist centers of the Arkhangelsk region; developed options for tourist routes and additions to tours; describes the specifics of the application; assessed the relevance of the application for JSC “Russian Railways” and third-party organizations.*

Materials and methods. *Methods of mathematical modeling, system analysis, comparison, systems theory, visualization, observation, statistical method were used.*

Results: *it is established that the development of the scientific and technological potential and the innovative ecosystem of the holding allows ensuring the effectiveness of the company’s activities taking into account technical, technological, economic, socio-political challenges in the domestic and foreign markets.*

Conclusion. *The article proposes the concept of a virtual platform in the field of passenger multimodal transportation, where the passenger himself could prepare a tourist trip taking into account individual needs.*

Keywords: *passenger transportation; multimodal transportation; tourism; customer orientation; rail transport; service; competitiveness*

***For citation.** Pokrovskaya O.D., Rodneva E.S., Ivanov D.S., Vorobyov A.A., Urushev S.V. Virtual Application for Multimodal Tourist Passenger Transportation. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 150-171. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-150-171*

Введение

Объект исследования: сфера пассажирских мультимодальных перевозок на железнодорожном транспорте. В качестве полигонной площадки для исследования взята Северная железная дорога, а именно Архангельский регион СЖД, который входит в административные границы Архангельской области.

Цель: создать удобную виртуальную площадку в сфере пассажирских мультимодальных перевозок, где пассажир сам мог бы подготовить туристическую поездку с учетом индивидуальных потребностей.

Задачи:

1. Определить основные туристические центры Архангельской области;
2. Разработать варианты туристических маршрутов и дополнений к турам;
3. Описать специфику приложения;
4. Оценить актуальность приложения для компании ОАО «РЖД» и сторонних организаций.

Методы исследования: визуализация, наблюдение, статистический метод.

Актуальность: развитие научно-технологического потенциала и инновационной экосистемы холдинга, позволяет обеспечить эффективность деятельности компании с учетом технико-технологических, экономических, социально-политических вызовов на внутреннем и внешнем рынке.

Вопросы мультимодальной логистики изучались зарубежными авторами [1-4], а также профессорами Балалаевым А.С. [5-6],

Куренковым П.В. [7-12]. Особую актуальность вопросы развития мультимодального сообщения получили в свете переориентации логистических систем, в том числе пассажирских, в условиях антироссийских санкций [13-18]. Перечисленное требует новых, клиентоориентированных предложений транспортных продуктов, для сохранения высоких конкурентных позиций железнодорожного транспорта [19-25].

Рассматривая среду мультимодальных перевозок на железнодорожном транспорте, авторами был сделан вывод о необходимости создания единой интернет-площадки, где пассажир может собрать так называемую «корзину» в поездку с необходимыми условиями и услугами, выбрать актуальные виды транспорта, заказать готовый тур, создать свой собственный удобный маршрут или отслеживать всю необходимую информацию о своей поездке. Такой вариант сервиса может и должен быть реализован в цифровом формате, что соответствует трендам и темпам современной цифровой трансформации транспортной отрасли [26-28].

Практическая значимость: сегодня развитие транспортной отрасли предполагает создание конкурентоспособного бизнеса на данном рынке. Увеличение объёмов перевозок, новые стандарты и технологии привели к интеграции различных видов транспорта.

Основываясь на этих фактах, в данном исследовании разработано и описано приложение для эффективного взаимодействия транспорта в сфере пассажирских мультимодальных перевозок.

Туристические центры Архангельской области

Обращая внимание на сложившиеся тенденции, статистику и международные отношения – можно сделать вывод о том, что сегодня пользуются спросом путешествия по России, а именно представляет интерес Русский север (рис. 1).

Туристы, путешествующие по Архангельской области в 2021 году

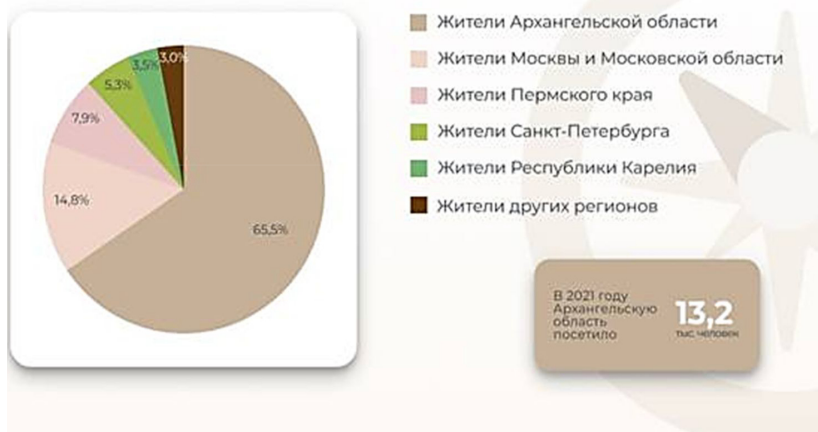


Рис. 1. Статистические данные по туризму в Архангельской области по данным Правительства Архангельской области

За основу в данном проекте взяты туристические маршруты Архангельской области. Самыми известными и популярными у туристов являются:

1. Соловецкий архипелаг

Расположен в Онежском заливе Белого моря, в 164 километрах от условной линии Полярного круга. Архипелаг состоит из шести крупных и около 260 мелких островов. Знаменит тем, что на нем расположен мужской Спасо-Преображенский Соловецкий монастырь с многовековой историей. Примечательно то, что добраться до него можно либо водным, либо авиатранспортом.

2. Кенозерский национальный парк

Территория парка представляет собой природный и историко-культурный комплекс, расположенный в юго-западной части Архангельской области на стыке Плесецкого и Каргопольского районов, его западная граница проходит по границе с Республикой Карелия. Здесь расположены памятники эпохи неолита и

многогранное природное наследие. Добраться сюда можно только автомобильным транспортом.

3. Село Ломоносово

Расположено в 3 километрах восточнее Холмогор, на острове Куростров, омываемом водами Северной Двины. Знаменитость ему принес Михаил Ломоносов, а также здесь имеется единственное в России Художественное училище резьбы по кости им. Н. Д. Буторина. Между Холмогорами и Куростровом в период летней навигации действует только паромная переправа.

4. Национальный парк «Русская Арктика»

Находится в северной части архипелага Новая Земля. Также сюда входит территория заказника «Земля Франца-Иосифа». Задача национального парка «Русская Арктика» – это сохранение культурного, исторического и природного наследия Западного сектора Российской Арктики. Добраться возможно только водным видом транспорта.

5. Культурно-ландшафтный парк «Голубино»

Расположен в Пинежском районе Архангельской области (188-ой километр автодороги Архангельск-Пинега-Мезень) в непосредственной близости от Голубинского карстового массива и Пинежского государственного заповедника. Добраться можно только на машине.

Таким образом можно заметить, что к выбранным центрам популярных туристических маршрутов можно добраться преимущественно только на одном виде транспорта или же «с пересадками». Рассматривая текущие маршруты через призму железнодорожных перевозок, можно обозначить лишь ближайшие к данным точкам пассажирские станции, что и создает в конечном итоге «сложный» и мультимодальный маршрут. Также Архангельская область имеет большую протяженность, труднодоступные территории и территории, расположенные в водных бассейнах, что обосновывает актуальность приложения именно для Архангельской области.

Разработка туристических маршрутов по Архангельской области

Так как в статье рассматривается приложение для применения в сфере мультимодальных перевозок, нами разработаны и предложены следующие варианты маршрутов (исходной точкой выбрана столица – г. Москва, период перевозки – летнее время):

1. Маршрут до Соловецкого архипелага
 - а) Пассажиры выбирают один из поездов до областного центра Архангельской области, а именно до ст. Архангельск – Город. Далее пассажир добирается в аэропорт Васьково, откуда летит до конечной точки.
 - б) Пассажиры добираются на поезде до ст. Кемь (Республика Карелия), далее пассажир приезжает в порт и отправляется теплоходом до архипелага.
2. Маршрут до Кенозерского национального парка
 - а) Из Москвы пассажиры добираются поездами до ст. Няндома, затем со станции рейсовыми автобусами до д. Морщихинская.
 - б) Из Москвы пассажиры добираются поездом до ст. Вологда (Вологодская область) и далее автотранспортом по трассе М8 и Р2 добираются до д. Морщихинская
 - в) Из Москвы пассажиры добираются до ст. Архангельск город и далее автомобильным транспортом до д. Морщихинская
3. Маршрут до с. Ломоносовское
 - а) Поездом пассажиры добираются до Архангельска, затем автомобильным транспортом по трассе М8 до Холмогор, далее паромом до Курострова.
4. Маршрут до национального парка «Русская Арктика»

Так как территория этого парка располагается в бассейне Северного ледовитого океана, то на сегодняшний день проложить маршрут достаточно сложно, это направление было выбрано, как активно развивающееся в свете последних тенденций.

5. Маршрут до культурно-ландшафтного парка «Голубино»

- а) Поездом пассажиры добираются до Архангельска, затем автомобильным транспортом до п. Голубино.

Стоит отметить, что в данном случае описаны лишь несколько вариантов маршрутов. Возможно создавать и более «сложные» маршруты через другие города с комбинированием большого количества видов транспорта в одной поездке. Так, например, по дороге в Архангельск пассажиры могут заехать в столицу Золотого кольца – Ярославль, побывать на Родине Деда Мороза в Великом Устюге и другое.

Специфика приложения

Туристы путешествуют из разных городов России, вначале своего путешествия они формируют личный маршрут. Именно для этого и необходимо приложение. На основе формы обратной связи, отзывов и наблюдения мы заключили, что пассажирам необходима большая вариативность и гибкость туристических маршрутов.

Пассажир (далее – пользователь) имеет возможность сконструировать свою поездку еще в точке отправления. На онлайн-платформе он может добавить функции, которые ему необходимы. В приложении не будет ограничения по выбору транспорта или количеству пересадок, оно также будет конструировать наиболее оптимальные/удобные/дешевые варианты, в зависимости от заданных пользователем параметров. Рассмотрим на примере.

Пример использования приложения на основе маршрута Москва – Ярославль Главный – Соловецкий архипелаг

При построении своего маршрута у пользователя существует выбор из множества вариантов. Во многом на выбор будет влиять ресурс времени, финансовая возможность, желание посетить те или иные места. Возможная схема выбора приведена на рис. 2

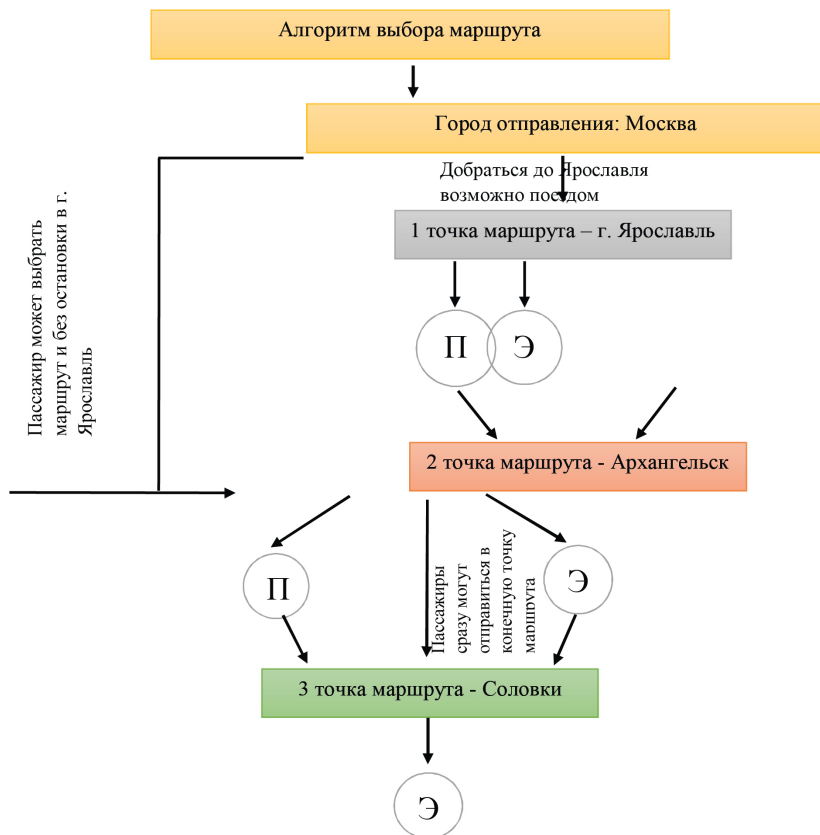


Рис. 2. Схема вариантов выбора у пассажира при создании маршрута своей поездки

Так как сфера наших интересов – железнодорожные перевозки, то преимущественно выбор в ходе принятия этих решений у условного пассажира будет падать именно на этот вид транспорта.

Например, пассажир отправляется из Москвы и первой своей остановкой выбирает г. Ярославль. Там у него есть возможность посетить экскурсии (обозначено «Э» на схеме), которые он заранее может выбрать в приложении или съездить в близлежащие населенные пункты (обозначено «П» на схеме), в приложении будет

предоставлена возможность состыковать такие передвижения и выбрать самый удобный и подходящий. При этом он может пропустить этот этап и поехать прямым маршрутом до г. Архангельска.

Далее в Архангельске повторяется принцип выбора, пассажир может задержаться в городе или пересесть на самолет, чтобы улететь на Соловецкий архипелаг.

В приложении пользователь формирует свою поездку: приобретает туристический билет в своем аккаунте (в билете автоматически ставится отметка «тур»), это информирует проводников о категории поездки пассажира).

Далее приложение предоставляет выбор видов транспорта до конечной точки маршрута. Таким образом, в маршруте до Соловецкого архипелага будет присутствовать железнодорожный транспорт (до станции Архангельск – Город), трансфер от вокзала до аэропорта Васьково и авиасообщение до самого архипелага (при условии, что пользователь не захотел выбирать дополнительные отклонения от маршрута). Схема приведена на рисунке 3.

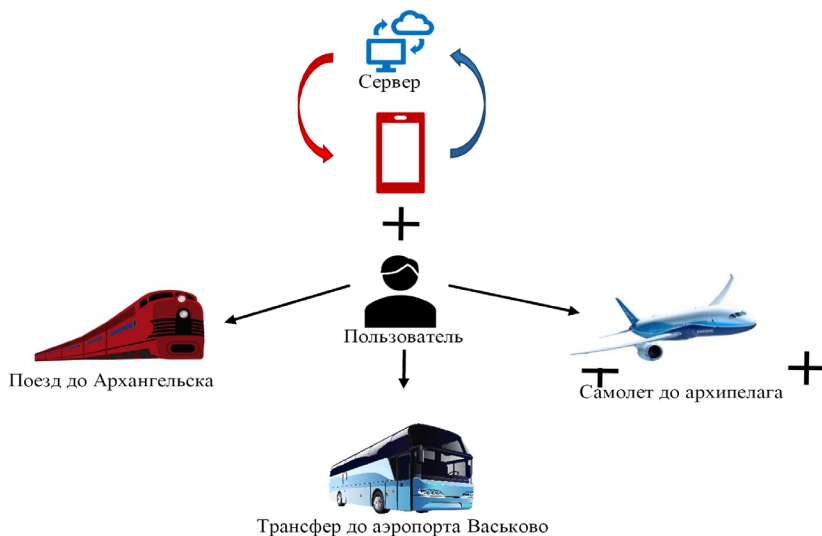


Рис. 3. Наглядная схема выбора транспорта пассажиром

Стоит отметить, что приложение позволит добавлять не только возможность стыковки маршрута, добавления транспорта, но также и дополнительные услуги, такие как: выбор питания (эту можно реализовать через уже существующую возможность доставки готовой еды к поезду), выбор места проживания (в связи с международной обстановкой и уходом с российского рынка систем интернет-бронирования отелей – российское приложение, в котором пользователь может выбрать гостиницу одновременно с покупкой тура будет иметь весомое преимущество), услуги для комфортного путешествия и др. Возможно объединение с уже существующим сервисом «Попутчик» или создание собственной мультимедийной системы с акцентами на туристических медиа (например, короткие программы с историческими справками о городах, станциях на пути следования, инфографики о популярных туристических маршрутах или сувенирах, которые можно привезти, рассказы о традиционной местной кухне и др.).

В «корзине» ведется подсчет стоимости всех добавленных функций и формируется окончательная цена.

Можно предусмотреть бонусную систему (аналог «РЖД-бонус» или мильной программы «Аэрофлот – бонус»), которая предполагает разные уровни лояльности в зависимости от накопленных баллов. Пассажир может потратить их на оплату следующего тура, дополнительных опций или повышение класса обслуживания.

Актуальность приложения для служб, организующих перевозочный процесс

В перевозочном процессе на железнодорожном транспорте задействованы следующие службы, которым необходимы данные из приложения:

- Дирекция управления движением
- Дирекции тяги
- Информационно – вычислительный центр
- Пассажирский комплекс (АО «Федеральная пассажирская компания»)

Данные необходимы для определения потребного числа вагонов, влияния сезонности, составления ниток графика для удобной стыковки туристических маршрутов и согласования видов транспорта, эффективного планирования тягового подвижного состава, анализа экономической эффективности и актуальности маршрутов у пассажиров.

Также данные приложения необходимы сторонним компаниям, которые осуществляют дополнительные перевозки или дополнительное предоставление услуг. Информация предоставляется на основе правовых актов с соблюдением конфиденциальности пассажиров.

Логическая последовательность обработки информации выглядит следующим образом и представлена на рисунке 4.

Эффективность любого продукта определяет его актуальность, в данной работе нами были определены следующие критерии эффективности приложения:

- развитие смежных видов бизнеса;
- развитие конкурентоспособности;
- создание новых видов деятельности в отрасли;
- привлечение пассажиров через добавление новых услуг.



Рис. 4. Логическая последовательность обработки информации

Концепция «Цифровая железная дорога» в рамках приложения

Цифровая железная дорога холдинга «РЖД» – это совокупность информационных технологий, процессов и стандартов взаимодействия, отвечающих трём бизнес-принципам:

- полная согласованность;
- бизнес в режиме онлайн;
- управление сервисами;

Анализ и хранение информация о маршрутах и технических аспектах происходит с помощью BIG DATA (большие данные). Это технология, инструменты и методы скоростной обработки и структурированных и неструктурированных данных огромных объёмов для выявления неочевидных связей и формирования результатов, воспринимаемых человеком.

Интеллектуальные системы будут обеспечивать безопасность данных в приложении и контролировать бесперебойную работу системы. Также в приложении будет проводиться процедура идентификации и аутентификации субъектов доступа.

С помощью высокоскоростной сети передачи данных у пассажиров будет возможность пользоваться мультимедиа, изменять и добавлять услуги уже находясь в поездке.

Этапы реализации проекта

После разработки и описания проекта, необходимо разработать программное обеспечение и удобный софт для пользователя. Данный вид работ предлагается передать на аутсорсинг, так как это специализированная и узконаправленная работа. Обозначим эти работы, как первый этап, и займет этот этап от 4 до 6 месяцев.

Далее необходимо составление проектной документации и проведение более точных и детальных экономических расчетов – это второй этап, на который мы закладываем 1-1,5 месяца.

Третий этап – это тестировка приложения и исправление ошибок. Тестировку приложения производит разработчик совместно с заказчиком. Этот этап займет около 3 месяцев.

После успешных испытаний и завершения разработки, приложение внедряют в работу на испытательном полигоне (в данном проекте Архангельская область). На этап внедрения необходимо 1-2 месяца.

Затем, если данная разработка хорошо себя зарекомендует можно официально запустить приложение в работу.

Выводы

На сегодняшний день развитие внутреннего туризма в России вышло на рекордные показатели. Связи с этим у людей есть потребность посещать и изучать новые места в нашей стране. Такой площадкой может стать Архангельская область, так как областной центр является столицей Русского севера.

Таким образом, рассмотренное приложение внесет свой вклад в развитие туризма Архангельской области и в развитие конкурентноспособной мультимодальной системы пассажирских перевозок в ОАО «РЖД» модели. Через приложение компания ОАО «РЖД» сможет привлечь больше пассажиров и предложить им широкий спектр услуг, которые каждый пассажир может выбрать самостоятельно.

На начальной стадии система разрабатывалась на полигоне одной дороги и одного региона, если данная технология зарекомендует себя имея хорошую базу для интеграции, то возможно применение на всей сети железных дорог.

Список литературы

1. Bayramov V., Rustamli N., Abbas G. Collateral damage: The Western sanctions on Russia and the evaluation of implications for Russia's post-communist neighbourhood // International Economics. Volume 162, August 2020, pp. 92-109. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2020.01.002>

2. Cui Z., Fu X., Wang J., Qiang Y., Jiang Y., Long Z. How does COVID-19 pandemic impact cities' logistics performance? An evidence from China's highway freight transport // Transport Policy. Available online 4 March 2022. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.03.002>
3. He M. et al. Logistics space: A literature review from the sustainability perspective // Sustainability. – 2018. – Т. 10. – №. 8. – С. 2815.
4. Rozin M., Ryabtsev V., Svechkarev V. Stereotypes of Transport Logistics in Geopolitical Analytics//Transportation Research Procedia. Volume 61, 2022, Pages 285-288. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.047>
5. Балалаев, А.С. Формирование конкурентоспособных транспортных составляющих логистических систем : моногр. / А.С. Балалаев. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, – 2007. – с. 224.
6. Балалаев, А.С. Методология транспортно-логистического взаимодействия при мультимодальных перевозках : дис. докт. техн. наук / А.С. Балалаев. – Хабаровск. – 2010. – с. 280.
7. Куренков П.В., Сафронова А.А., Кахриманова Д.Г., Преображенский Д.А., Баженов Ю.М., Астафьев А.В. Синхромодальность, ко-модальность, а-модальность и тримодальность -важные составляющие современной политранспортной логистики // Бюллетень ОСЖД. 2018. № 5-6. С. 37.
8. Куренков П.В., Вакуленко С.П. Финансово-экономическое решение проблемы пригородных перевозок // Экономика железных дорог. – 2012. – № 12. – С. 96.
9. Баритко А.Л., Куренков П.В. Организация и технология внешне-торговых перевозок// Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 8.
10. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Ситуационное управление перевозочным процессом // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2004. – № 11. – С. 14.
11. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Проблемы создания ситуационно-аналитической системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте// Бюллетень транспортной информации. – 2004. – № 9. – С. 22.

12. Формирование системы финансового менеджмента: теория, опыт, проблемы, перспективы/ Коллективная монография: Сафронова А.А., Рудакова Е.Н., Куренков П.В. и др. Москва, 2018. – 228 с.
13. Усложнение логистики: санкции взвинтят цены на доставку грузов морем [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.dp.ru/a/2022/03/04/Uslozhnenie_logistiki (дата обращения 15.05.2022)
14. Потоки переориентируются: [электронный ресурс] Режим доступа: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1597811&archive=2022.03.18> дата обращения 15.05.2022
15. Международная логистика в России после санкций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://retail-loyalty.org/expert-forum/mezhdunarodnaya-logistika-v-rossii-posle-sanktsiy/> (дата обращения 05.11.2022).
16. Непредсказуемая логистика эпохи перемен. Обзор. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.interfax.ru/business/835549> (дата обращения 05.11.2022).
17. Электронный ресурс – Режим доступа – URL: <https://ekonomika.spauka.ru/2022/01/17400> . Борисик М.П., Иванова Е.С., Рюмкина К.А. Современные проблемы транспортной логистики РФ // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2022. № 1. Санкт-Петербург: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».
18. Сергеева Т.Г., Самарин В.А., Химач И.Р. Мультимодальная логистика: текущее положение, проблемы и перспективы развития // Управление эксплуатационной работой на транспорте (УЭРТ–2022). Сборник трудов Международной научно-практической конференции. под редакцией А. Ю. Панычева, Т. С. Титовой, О. Д. Покровской. Санкт-Петербург, 2022. С. 318-325
19. Покровская О.Д. Логистические накопительно-распределительные центры как основа терминальной сети региона. Монография. Новосибирск, 2012. –184 с.
20. Покровская О.Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России // Инновационный транспорт. – 2015. – № 1 (15). – С. 13-23.

21. Покровская О.Д. О терминологии объектов терминально-складской инфраструктуры // Мир транспорта. – 2018. – Т. 16. – № 1 (74). – С. 152-163.
22. Покровская О.Д. Логистическая классность железнодорожных станций // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2 (38). – С. 68-76.
23. Покровская О.Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций // Бюллетень результатов научных исследований. – 2022. – № 1. – С. 80-94.
24. Pokrovskaya O.D. Terminalistica as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions // Sustainable economic development of regions. Ed. By L. Shlossman. Vienna, 2014. С. 154-175.
25. Pokrovskaya O., Fedorenko R. Assessment of transport and storage systems // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 1115. С. 570-577. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37916-2_55
26. Дроздова М.А. Международные санкции как средства регулирования мировой экономики // В сборнике: Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. Федеральное агентство железнодорожного транспорта, ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 113-116.
27. Дроздова М.А., Кравченко Л.А. Антиглобализм в контексте современного международного экономико-правового дискурса // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2020. Т. 1. № 3 (96). С. 247-253.
28. Дроздова М.А., Кравченко Л.А., Панков Д.А. Цифровая экономика и инфляция в период пандемии // В сборнике: Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 11-14.

References

1. Bayramov V., Rustamli N., Abbas G. Collateral damage: The Western sanctions on Russia and the evaluation of implications for Rus-

- sia's post-communist neighbourhood // *International Economics*. Volume 162, August 2020, pp. 92-109. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2020.01.002>
2. Cui Z., Fu X., Wang J., Qiang Y., Jiang Y., Long Z. How does COVID-19 pandemic impact cities' logistics performance? An evidence from China's highway freight transport // *Transport Policy*. Available online 4 March 2022. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.03.002>
 3. He M. et al. Logistics space: A literature review from the sustainability perspective // *Sustainability*. – 2018. – T. 10. – №. 8. – S. 2815.
 4. Rozin M., Ryabtsev V., Svechkarev V. Stereotypes of Transport Logistics in Geopolitical Analytics // *Transportation Research Procedia*. Volume 61, 2022, Pages 285-288. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.047>
 5. Balalaev, A.S. Formirovanie konkurentosposobnykh transportnykh sostavlyayushchikh logisticheskikh sistem : monogr. / A.S. Balalaev. – Khabarovsk : Izd-vo DVGUPS, – 2007. – s. 224.
 6. Balalaev, A.S. Metodologiya transportno-logisticheskogo vzaimodeystviya pri mul'timodal'nykh perevozkakh : dis. dokt. tekhn. nauk / A.S. Balalaev. – Khabarovsk. – 2010. – s. 280.
 7. Kurenkov P.V., Safronova A.A., Kakhrimanova D.G., Preobrazhenskiy D.A., Bazhenov Yu.M., Astaf'ev A.V. Sinkhromodal'nost', ko-modal'nost', a-modal'nost' i trimodal'nost' -vazhnye sostavlyayushchie sovremennoy politransportnoy logistiki // *Byulleten' OSZhD*. 2018. № 5-6. S. 37.
 8. Kurenkov P.V., Vakulenko S.P. Finansovo-ekonomicheskoe reshenie problemy prigorodnykh perevozok // *Ekonomika zheleznykh dorog*. – 2012. – № 12. – S. 96.
 9. Baritko A.L., Kurenkov P.V. Organizatsiya i tekhnologiya vneshnetorgovykh perevozok // *Zheleznodorozhnyy transport*. – 1998. – № 8.
 10. Mokhon'ko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Situatsionnoe upravlenie perevozhnym protsessom // *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyy informatsionnyy sbornik*. – 2004. – № 11. – S. 14.
 11. Mokhon'ko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Problemy sozdaniya situatsionno-analiticheskoy sistemy upravleniya perevozhnym pro-

- tsessom na zheleznodorozhnom transporte// Byulleten' transportnoy informatsii. – 2004. – № 9. – S. 22.
12. Formirovanie sistemy finansovogo menedzhmenta: teoriya, opyt, problemy, perspektivy/ Kollektivnaya monografiya: Safronova A.A., Rudakova E.N., Kurenkov P.V. i dr. Moskva, 2018. – 228 s.
 13. Uslozhnenie logistiki: sanktsii vzvintyat tseny na dostavku gruzov morem [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: https://www.dp.ru/a/2022/03/04/Uslozhnenie_logistiki (data obrashcheniya 15.05.2022)
 14. Potoki pereorientiruyutsya: [elektronnyy resurs] Rezhim dostupa: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1597811&archive=2022.03.18> data obrashcheniya 15.05.2022
 15. Mezhdunarodnaya logistika v Rossii posle sanktsiy [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <https://retail-loyalty.org/expert-forum/mezhdunarodnaya-logistika-v-rossii-posle-sanktsiy/> (data obrashcheniya 05.11.2022).
 16. Nepredskazuemaya logistika epokhi peremen. Obzor. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.interfax.ru/business/835549> (data obrashcheniya 05.11.2022).
 17. Elektronnyy resurs – Rezhim dostupa – URL: <https://ekonomika.snauka.ru/2022/01/17400> . Borisik M.P., Ivanova E.S., Ryumkina K.A. Sovremennyye problemy transportnoy logistiki RF // Ekonomika i menedzhment innovatsionnykh tekhnologiy. 2022. № 1. Sankt-Peterburg: Natsional'nyy issledovatel'skiy universitet «Vysshaya shkola ekonomiki».
 18. Sergeeva T.G., Samarin V.A., Khimach I.R. Mul'timodal'naya logistika: tekushchee polozhenie, problemy i perspektivy razvitiya // Upravlenie ekspluatatsionnoy rabotoy na transporte (UERT–2022). Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. pod redaktsiyey A. Yu. Panycheva, T. S. Titovoy, O. D. Pokrovskoy. Sankt-Peterburg, 2022. S. 318-325
 19. Pokrovskaya O.D. Logisticheskie nakopitel'no-raspredelitel'nye tsentry kak osnova terminal'noy seti regiona. Monografiya. Novosibirsk, 2012. –184 s.

20. Pokrovskaya O.D. Sostoyanie transportno-logisticheskoy infrastruktury dlya ugol'nykh perevozk v Rossii // Innovatsionnyy transport. – 2015. – № 1 (15). – S. 13-23.
21. Pokrovskaya O.D. O terminologii ob'ektov terminal'no-skladskoy infrastruktury // Mir transporta. – 2018. – T. 16. – № 1 (74). – S. 152-163.
22. Pokrovskaya O.D. Logisticheskaya klassnost' zheleznodorozhnykh stantsiy // Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2018. – № 2 (38). – S. 68-76.
23. Pokrovskaya O.D. Logisticheskie transportnye sistemy Rossii v usloviyakh novykh sanktsiy // Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy. – 2022. – № 1. – S. 80-94.
24. Pokrovskaya O.D. Terminalistica as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions // Sustainable economic development of regions. Ed. By L. Shlossman. Vienna, 2014. S. 154-175.
25. Pokrovskaya O., Fedorenko R. Assessment of transport and storage systems // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020. T. 1115. S. 570-577. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37916-2_55
26. Drozdova M.A. Mezhdunarodnye sanktsii kak sredstva regulirovaniya mirovoy ekonomiki // V sbornike: Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke. Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Federal'noe agentstvo zheleznodorozhnogo transporta, FGBOU VO PGUPS, 2020. S. 113-116.
27. Drozdova M.A., Kravchenko L.A. Antiglobalizm v kontekste sovremennogo mezhdunarodnogo ekonomiko-pravovogo diskursa // Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva. 2020. T. 1. № 3 (96). S. 247-253.
28. Drozdova M.A., Kravchenko L.A., Pankov D.A. Tsifrovaya ekonomika i inflyatsiya v period pandemii // V sbornike: Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke. Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. FGBOU VO PGUPS, 2020. S. 11-14.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Покровская Оксана Дмитриевна, д.т.н., доц. заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

insight1986@inbox.ru

Роднева Екатерина Сергеевна, студент 4 курса кафедры «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

esrodneva@gmail.com

Иванов Данила Сергеевич, студент 4 курса кафедры «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

esrodneva@gmail.com

Воробьев Александр Алфеевич, д.т.н., доц. заведующий кафедрой «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

Урушев Сергей Викторович, д.т.н., профессор кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Oksana D. Pokrovskaya, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department “Operational Work Management”
*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
insight1986@inbox.ru*

Ekaterina S. Rodneva, 4th year student of the Department “Operational Work Management”
*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
esrodneva@gmail.com*

Danila S. Ivanov, 4th year student of the Department “Operational Work Management”
*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
esrodneva@gmail.com*

Alexander A. Vorobyov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department “Ground Transport and Technological Complexes”
*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

Sergey V. Urushev, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department “Ground Transport and Technological Complexes”
*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

Поступила 05.02.2023
После рецензирования 19.02.2023
Принята 01.03.2023

Received 05.02.2023
Revised 19.02.2023
Accepted 01.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-172-196
УДК 656.073



Научная статья | Логистические транспортные системы

АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РИСКОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Е.В. Пакулина, О.Д. Покровская, А.А. Мигров

Состояние вопроса. Статья посвящена анализу состояния транспортно-логистической системы России в условиях санкционной политики Запада, классификации логистических цепей, выявлению факторов и рисков, влияющих на устойчивость логистических потоков в современных условиях.

Материалы и методы исследования. Применялись материалы открытых источников сети Интернет, теория логистики, теория систем, системный подход, сравнение.

Результаты. Проведен аналитический обзор положения транспортно-логистических систем России в условиях санкций, введенных Западными странами в 2022 году. Определены риски, влияющие или способные повлиять на развитие и устойчивость логистических цепей.

Заключение. По итогам исследования предложена новая классификация логистических цепей с учетом изменений в построении логистического бизнеса, а также новая типовая логистическая цепь, функционирующая в условиях санкций.

Ключевые слова: транспортно-логистические системы; цепи поставок; управление логистическими цепями; логистические риски

Для цитирования. Пакулина Е.В., Покровская О.Д., Мигров А.А. Анализ логистических рисков в современных условиях // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 2. С. 172-196. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-172-196

Original article | Logistic Transport Systems

ANALYSIS OF LOGISTICS RISKS IN MODERN CONDITIONS

E.V. Pakulina, O.D. Pokrovskaya, A.A. Migrov

Background. *The article is devoted to the analysis of the state of the transport and logistics system of Russia in the context of the sanctions policy of the West, the classification of logistics chains, the identification of factors and risks affecting the stability of logistics flows in modern conditions.*

Materials and methods. *Materials from open Internet sources, logistics theory, systems theory, systems approach, comparison were used.*

Results. *An analytical review of the situation of Russia's transport and logistics systems in the context of sanctions imposed by Western countries in 2022 was carried out. The risks affecting or capable of affecting the development and sustainability of logistics chains are identified.*

Conclusion. *Based on the results of the study, a new classification of logistics chains is proposed, taking into account changes in the construction of the logistics business, as well as a new standard logistics chain operating under sanctions.*

Keywords: *transport and logistics systems; supply chains; logistics chain management; logistics risks*

For citation. *Pakulina E.V., Pokrovskaya O.D., Migrov A.A. Analysis of Logistics Risks in Modern Conditions. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 172-196. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-172-196*

Введение

Последние несколько лет весь мир и Российская Федерация находятся в состоянии кризиса в связи с пандемией. Меры, направленные на снижение и профилактику заболеваемости, выражающиеся

в закрытии границ и введении режима самоизоляции, повлекли за собой изменения во всех сферах, в том числе в логистических транспортных системах. В связи с закрытием границ, произошло снижение грузопотоков в мировом и локальном масштабе, и как следствие, сокращение производственных мощностей предприятий, нарушение связи между производителями и потребителями. Возникли проблемы с доставкой комплектующих для создания товаров, многие заводы вынуждено приостановили свою деятельность.

Помимо антипандемийных мер, санкционная политика Запада в отношении России, введенная в феврале 2022 года, значительно изменила принципы построения мировой транспортно-логистической системы. В связи с увеличением срока доставки и ростом транспортных издержек, наблюдается снижение внешних и внутренних грузоперевозок. Большое количество предприятий закрылось на неопределенный срок, что в свою очередь в разы увеличило показатель безработицы.

Следствием событий, происходящих в Мировой экономике, стало усложнение логистики и масштабность рисков ситуаций, а также появление новых факторов риска, не характерных устоявшимся логистическим системам.

В связи с чем, на данном этапе существует необходимость рассмотрения изменений в принципах построения мирового транспортно-логистического рынка, анализа и классификации рисков, способных оказать существенное влияние на стабильность транспортно-логистической системы России в целом.

Принципы построения логистических транспортных систем в новых условиях рынка логистики

Транспортная логистика напрямую зависит от текущей геополитической ситуации, способной как открыть новые возможности для участников транспортно-логистических систем, так привести к неизбежным потерям капитала и ресурсов логистическими провайдерами.

На фоне санкций Запада, рост транспортных издержек приводит к деглобализации транспортно-логистических систем, наблюдается переориентация грузовых потоков, и как следствие, изменение функционала и формата работы логистических компаний [1].

«Для мирового транспортно-логистического рынка стал неожиданным уход крупных игроков, глубоко интегрированных во внутреннюю логистику стран. В частности, для России таким фактом стал уход компании Maersk как ключевого звена российского транзита. Очевидно, что ожидание дополнительных вторичных санкций, репутационные соображения, рост рисков и усложнение банковских расчетов стали определяющими при принятии такого решения. Можно полагать, что подобная логика станет трендом для логистических транспортных систем в ближайшей перспективе» [1].

Морские линии MSC, Nipag-Lloyd и Yang Ming также приостановили букинги судов в направлении России [2]. Отрасль морских контейнерных перевозок напрямую связана с внешнеторговой деятельностью. Доставка в морские порты и часть мультимодальных маршрутов через водное пространство РФ ограничены. Из-за ухода ряда компаний, в системе контейнерных перевозок произошел сбой, дефицит контейнеров привел к падению грузооборота, уменьшению загрузки портов и, как следствие, увеличению срока доставки.

Возникла необходимость преодоления инфраструктурных барьеров, компании разрабатывают маршруты через транзитные страны, например, Турцию и Казахстан, что приводит к увеличению количества участников цепи поставки, и, следовательно, удорожанию грузоперевозки. Логистические компании испытывают большие трудности с отправкой продукции на экспорт, оперативно ищут альтернативные маршруты вместо заблокированных прием заказов морских линий [3].

В связи с военной спецоперацией на Украине, лондонская компания Lloyds Register – основной провайдер электронных карт и мировой навигационной системы объявила об уходе с рынка Российской

Федерации и отключении от обновлений электронных навигационных карт судов российских компаний [4]. Так как навигационная система является одним из компонентов безопасности судоходства, необходимы дополнительные трудозатраты для предотвращения возможных сбоев в системе перевозки грузов морским транспортом.

В сложившейся ситуации, возникает риск срыва поставки, клиенты логистических компаний вынуждены менять требования в части географии перевозки, что приводит к существенным финансовым потерям заказчика и компании-грузоперевозчика.

На фоне стремительного изменения международных обязательств, страховые компании, опасаясь финансовых потерь, отказываются страховать груз во время морской перевозки, что также отражается на цене договора.

Таким образом, текущие цепочки поставок, налаженные и отработанные годами, прерываются. Для стабилизации положения компаний на логистическом рынке, они вынуждены искать новые связи в мире логистики, выстраивать цепи поставок, удовлетворяющие требованиям клиента и сложившейся геополитической напряженности.

Динамичность событий приводит к усложнению логистики. Для выполнения обязательств перед клиентами компании вынуждено увеличивают количество участников логистической цепи, что неминуемо отражается на условиях контракта и его цене. Оплата товаров и услуг иностранных компаний происходит с участием посредников, что существенно усложняет перевод средств и увеличивает финансовые риски участников логистической цепи.

В новых условиях, с которыми столкнулись все участники логистической транспортной системы, существенно меняется траектория контейнерных перевозок, компании производят переориентацию грузопотоков на железнодорожный и автомобильный транспорт [5].

Так, ОАО РЖД вместе с клиентами переключает грузы на направления, с подтвержденной возможностью вызова, в том числе

на внутренний рынок, а также адаптирует технологию перевозок, работу локомотивного парка и сортировочных станций [6].

В тоже время, несмотря на растущий объем перевозок автомобильным транспортом, совокупность таких факторов как увеличение стоимости новой отечественной и иностранной грузовой техники, комплектующих и обслуживания, приводит к увеличению себестоимости перевозок на 10-12%, что значительно увеличивает финансовую нагрузку для компаний данной отрасли [7].

Переориентация логистических маршрутов, а также необходимость привлечения дополнительных посредников приводит к удорожанию стоимости импортных товаров для конечного покупателя.

Долгосрочное планирование логистической деятельности в новых реалиях представляется почти невозможным. В ближайшие месяцы рынок логистики будет непредсказуемым, поэтому деятельность компаний будет основана на выстраивании новых логистических цепочек и маршрутов.

Классификация логистических цепей

Перебои в логистике приводят к существенному изменению бизнес-процессов и нарушению транспортно-логистических цепей. Логистическая цепь включает в себя множество взаимодействующих друг с другом звеньев логистического процесса, которые доводят материальный поток от одного логистического звена до другого. В случае сбоя в работе отдельного элемента цепи, нарушается вся логистическая транспортная система.

Устойчивость логистической транспортной системы во многом зависит от способности участников цепи адекватно оценивать текущую ситуацию на внутреннем и мировом рынках и их способности адаптироваться к факторам внешней среды (изменения в экономике, социальной и политической сфере), которые могут оказать существенное влияние как на отдельных участников рынка, так и на крупные логистические (транспортные) цепи. Транспортные, производственные и логистические предприятия

подвергаются воздействию различных факторов, таких как приостановка международного сообщения, введение санкций, изоляция населения, снижение спроса и покупательной способности, рост курса валюты и т.д. Влияние указанных факторов приводит к прерыванию цепи поставок, увеличению рисков, и как следствие, необходимости изменения поставленных перед компанией задач. Также несвоевременная и не точная оценка степени риска приводит к существенным финансовым потерям грузовладельцев, транспортных компаний и клиентов.

Эффективное управление цепями поставок (логистическими цепями) способно обеспечить устойчивость, и как следствие успешность логистических транспортных систем. Способность логистической системы достигать равновесия и возможности компенсировать возникший дисбаланс, зависит, в том числе от правильного определения рисков, присущих данному процессу, адекватной оценки рисков, возникающих на всех уровнях логистической цепочки и применении методики оценки рисков, подходящей именно для данной логистической транспортной системы.

Логистическая система (ЛС) – это адаптивная система с обратной связью, выполняющая те или иные логистические функции, состоящая из нескольких подсистем и имеющая развитые связи с внешней средой [8]. Ключевой функцией в логистической системе является построение цепи поставок, обеспечивающей производство и доставку товара до конечного потребителя. Управление потоками в каждом звене логистической цепи отвечает конкретным задачам, решаемым на данном этапе системы. Задачи, решаемые в процессе функционирования логистической цепи многообразны, к основным стратегически значимым задачам относятся: согласование, планирование и контроль за использованием логистических мощностей; гибкость системы, способность своевременного реагирования на изменение сложившейся бизнес-модели; совершенствование логистической концепции [9].

В зарубежной и отечественной литературе в рамках логистической системы используют понятия логистической цепи и цепи поставок, в некоторых случаях их отождествляют.

Б.А. Аникина разделяет понятия логистической цепи и управление цепями поставок. *Логистическая цепь (ЛЦ)* – это множество звеньев логистической системы, упорядоченных (оптимизированных) по материальному (информационному, финансовому) потоку с целью проектирования и реализации отдельных бизнес-процессов, направленных на реализацию нужд и запросов потребителей. *Управление цепями поставок* – это организация, планирование, контроль и регулирование товарного потока, начиная с получения заказа и закупки сырья и материалов для обеспечения производства товаров, и далее – через производство в распределение, доведение его с оптимальными затратами ресурсов до конечного потребителя в соответствии с требованиями рынка [10].

По мнению Ковалевой Н.А., *логистическая цепь* – это линейно упорядоченное множество участников логистического процесса, осуществляющих логистические операции по доведению внешнего материального потока от одной логистической системы до другой. *Цепь поставок* – это три или более экономические единицы (организации или лица), напрямую участвующие во внешних и внутренних потоках продукции, услуг, финансов и/или информации от источника до потребителя [8].

Автор [11] определяет *цепь поставок* как совокупность организаций (предприятий-изготовителей, складов, дистрибьюторов, 2PL ÷ 5PL провайдеров, экспедиторов, оптовой и розничной торговли), взаимодействующих в материальных, финансовых и информационных потоках, а также потоках услуг от источников исходного сырья до конечного потребителя.

Из указанных определений можно сделать вывод, что единого общепринятого понятия логистической цепи и цепи поставок, а также их взаимозаменяемости, не существует. Таким образом,

логистическая цепь – это множество звеньев процесса транспортировки, осуществляющих логистические операции, а **цепи поставок** включают бизнес-процессы (организация, планирование, контроль и регулирование товарного потока) между звеньями логистической цепи от производителя до конечного потребителя.

В логистических системах, характеризующихся прямыми связями, цепь поставки представляет собой материальный поток от производителя к потребителю, в эшелонированных логистических системах на пути материального потока есть минимум один посредник, в гибких логистических системах движение материального потока от производителя к потребителю может осуществляться напрямую или через посредников [12].

В новых условиях существования логистики, характеризующихся изменением направления транспортных коридоров, нарушением стабильности грузопотоков и появлением новых рисков с учетом санкций, меняется структура логистической цепи. Изменение конфигурации международной цепи поставок говорит о том, что минимизация затрат как фактор, характеризующий цепи поставок с участием внешних провайдеров, не представляется возможной. Логистические процессы динамично изменяются и подстраиваются под те условия, которые продиктованы международной политикой. В настоящий момент, ввиду закрытия границ и соответственно невозможности отправки груза по отлаженному маршруту, логистические компании выстраивают новые цепи поставок, которые могут открыть новые возможности, но при этом увеличить риск разрушения существующих торговых связей.

Непредсказуемость размера таможенных платежей также оказывает влияние на структуру логистической цепи. При возникновении непредвиденных таможенных платежей, компании вынуждены менять логистическую цепь для стабилизации расходов.

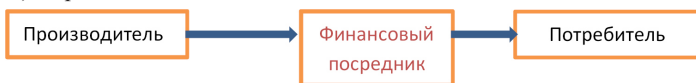
Постоянно вводимые санкции, застопорили зарубежные переводы между странами. Так как деятельность большого количества компаний связана с иностранными партнерами, для осуществле-

ния взаиморасчетов, логистические компании вынуждены привлекать финансового посредника.

Стремясь не допустить сбоев в производственном процессе, ввиду стремительного снижения запасов, для обеспечения своевременной оплаты, компании привлекают агентов по взаиморасчетам. В связи нестабильностью международной политики возникает риск блокировки средств, увеличиваются затраты на логистику, соответственно происходит удорожание продукта для конечного потребителя.

Если раньше в простой логистической цепи материальный поток мог идти напрямую от производителя к потребителю, то сейчас для доставки или получения иностранных товаров и комплектующих, существует необходимость пользоваться услугами финансового посредника. В многозвеньевых логистических цепях также возникает необходимость привлечения финансового посредника для перевода средств. Таким образом, независимо от вида используемой логистической системы, в цепи поставок добавляется еще одно звено, стоимость услуг которого неминуемо отражается на стоимости товара. Схема логистической цепи в настоящее время может выглядеть так (рис. 1):

а) с прямыми связями



б) эшелонированная



в) гибкая



Рис. 1. Схема логистических цепей в современных условиях

В зависимости от типа логистической системы, применяются различные виды логистических цепей.

Традиционным критерием классификации логистических цепей является уровень их сложности. Прямая логистическая цепь включает фокусную компанию, поставщика и покупателя. При этом фокусная компания определяет структуру цепи поставок и взаимоотношения с контрагентами. В расширенную цепь поставок, помимо фокусной компании, поставщика и покупателя/клиента входят дополнительные поставщики и потребители второго уровня, которые напрямую не контактируют с центральной компанией. Максимальная цепь поставок состоит из фокусной компании и всех ее контрагентов [13, 14].

К. Лайсонс и М. Джиллингем выделяют четыре группы логистических цепей поставок по показателю стабильности и динамичности: динамичные с низкой степенью влияния, динамичные с высокой степенью влияния, стабильные с низкой степенью влияния, стабильные с высокой степенью влияния [15].

В зависимости от функционирования и расположения фокусной компании, местонахождения поставщиков и потребителей разных уровней выделяют локальные (региональные), национальные (межрегиональные), международные и глобальные цепи поставок [16].

По функциональному признаку логистические цепи делятся на снабженческую, складскую, транспортную, распределительную, производственную и бытовую [17].

Классификация по видам дистрибутивных процессов, предложенная Дж. Р. Сток и Ламберт Д.М. рассматривает логистические цепи с интенсивной, селективной, эксклюзивной и смешанной дистрибуцией. Для распределения товаров повседневного и интенсивного спроса, создаются интенсивные логистические цепи, в которых распространение товара происходит посредством привлечения большого количества оптовых и розничных продавцов. Цепи поставок с селективной дистрибуцией ограничены конкретным количеством посредников, за счет предъявления к ним дополнительных требований, связанных с логистической ин-

фраструктурой и опытом работы на конкретном товарном рынке. В цепях поставок с эксклюзивной дистрибьюцией, предполагающей оптовую торговлю в рамках прямого канала, исключительное право на реализацию товаров в данном регионе предоставляется только одному посреднику. Дистрибьюция смешанного типа применяется в расширенных и максимальных цепях поставок с дополнительными поставщиками и контрагентами [18].

Анализ публикаций, посвященных транспортно-логистическим процессам, показал, что существующие цепи поставок отличаются многообразием видов и структуры, в связи с чем сложно выделить единый подход к их классификации. В данный момент не существует общих критериев, позволяющих создать классификацию, охватывающую все виды логистических цепей. В связи с чем, существует необходимость оптимизировать и дополнить действующие классификации, а также максимально адаптировать их к существующим логистическим бизнес-процессам.

В современных условиях, приведших к деглобализации транспортно-логистических систем, будет целесообразно дополнить существующие классификации критерием «направление грузопотока». Например, грузопоток в восточном направлении (Иран, Израиль, Турция и т.д.) позволяет минимизировать риски связанные с внезапными санкциями, возникновением препятствий при доставке груза и надежностью взаиморасчетов. Логистическая компания при выборе партнера, должна оценить возможные риски, в соответствии с направлением грузопотока.

Классификация логистических цепей по определенным критериям позволяет определить модель управления цепями поставок, которая способна синхронизировать работу всех звеньев, участвующих в процедуре доставки применительно к текущей конъюнктуре рынка.

Цепи поставок – это определенная совокупность взаимосвязанных, взаимодействующих систем, качественное управление которыми приводит к увеличению маржинальности бизнеса.

Таблица 1.

**Классификация цепей поставок
(составлено авторами с использованием [3-19])**

Классификационные признаки	Виды логистической цепи
Уровень сложности	- прямая; - расширенная; - максимальная.
Характер перевозки	- унимодальные; - мультимодальные; - интермодальные; - внутренние; - международные; - городские; - межрегиональные.
Направление грузопотока	- восточное; - западное; - северное; - южное.
По времени действия	- постоянные; - дискретные; - разовые.
По типу производимой продукции	- цепи поставок товаров; - цепи поставок услуг.
Степень предсказуемости	- предсказуемые; - непредсказуемые.
По видам дистрибуции процессов	- с интенсивной дистрибуцией; - с селективной дистрибуцией; - с эксклюзивной дистрибуцией.
По технологическому признаку	- цепь с классическими процедурами и операциями; - цепь с дополнительными процедурами и операциями.

В основе процесса управления цепями поставок лежит оптимизация логистической деятельности для снижения общих затрат. Реализация эффективной стратегии распространения товара позволяет своевременно решать вопросы оперативного характера: корректировка схем доставок, способов транспортировки, стратегии пополнения складских запасов. Ведущую роль в управлении цепями поставок занимает формирование единого информационного пространства необходимого для интеграции процес-

сов охватывающих всю цепочку поставок для своевременного и качественного обмена информацией между контрагентами.

Постоянный мониторинг и управление складскими запасами, обеспечивает бесперебойное производство, снижение издержек и затрат, связанных с возможными рисками прерывания логистических цепей, а также юридическими рисками, такими как разрыв договорных отношений, потеря репутационной надежности, и как следствие, снижение денежных потоков и инвестиционной привлекательности данного вида коммерческой деятельности. Администрирование условий и методов оплаты между участниками цепочки поставок позволяет снизить риски невыполнения договорных отношений. Залогом успешного управления логистическими цепями является качественный риск-менеджмент, способный учитывать и прогнозировать возможные непредвиденные ситуации.

Влияние рисков на устойчивость транспортной логистической цепи

Любая деятельность, особенно предпринимательская, связана с возникновением и постоянным присутствием риска и рискованных ситуаций. Еще на этапе принятия решения по созданию и реализации транспортно-логистического проекта, возникает риск прогнозирования, связанный с реальной возможностью принять неверное решение по проекту из-за неправильной оценки вероятности наступления того или иного события.

Среди неудачных проектов многие не осуществились из-за недостаточности информации и как следствие, неточности прогнозов рискованных ситуаций. Логистический проект считается эффективным, если интересы участников соблюдаются, а возможные неблагоприятные последствия устраняются за счет применения правильной методики оценки рисков.

В общем понимании риск – это сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий. Риск являет-

ся следствием действия или бездействия, в результате которого существует реальная возможность получения неопределенных результатов различного характера, как положительно, так и отрицательно влияющих на финансово-хозяйственную деятельность предприятия. То есть действия субъекта по получению и практическому использованию информации о внутренних и внешних рискообразующих факторах, которые могут привести к отклонению или, наоборот, к достижению предполагаемой цели.

В транспортно-логистической деятельности, для которой характерны укрупненная группа операций, множество элементов логистической системы, разнонаправленность материальных, финансовых и информационных потоков, риск связан с задержкой в работе цепи поставок, срывом поставки, а также нарушениями в работе звеньев цепи.

В научном сообществе рассматривают несколько подходов к определению логистического риска. В работе [19] логистический риск (риск логистической деятельности) определяется как ситуация возникновения потенциальных отказов (несоответствий) в бизнес-процессах по установленным событиям, критичность последствий которых, с позиции субъекта управления, исключает получение планируемого результата либо, наоборот, позволяет его превзойти при наличии альтернативных возможностей.

Также под логистическим риском понимается возможность потерь или затрат, обусловленных случайными изменениями параметров материальных потоков (статических и динамических). Во многих исследованиях [20-27] логистический риск рассматривается как совокупность коммерческих рисков, непосредственно связанных с таможенной и налоговой политикой, а также ущербом при выполнении логистических операций.

Каждый из рассмотренных подходов к определению логистического риска имеет свою обоснованность, следовательно, понятие риска довольно обширно, и в зависимости от классификации транспортно-логистических цепей могут рассматриваться

различные рискообразующие факторы. Такими факторами могут выступать, например, антиглобализм и вопросы быстрой цифровой трансформации мировой экономики [28-31].

В расширенных и максимальных логистических цепях рискообразующим фактором является количество участников цепи. Использование большого количества провайдеров, с одной стороны, позволяет привлекать ресурсы, которых может не быть у самой организации, с другой стороны, значительно увеличивает риски, связанные с надежностью и платежеспособностью провайдера, непрозрачностью системы управления и сложностью контроля за оказываемыми услугами.

По характеру перевозки, где возможно использование нескольких видов транспорта, а звенья логистической цепи могут находиться в разных государствах, основным рискообразующим фактором будет количество задействованных видов транспорта и операций, выполняемых в цепи поставок. Устойчивость международных цепей поставок находится в прямой зависимости от эффективности логистической стратегии, основанной на всесторонней оценке внешних факторов, характеризующихся высокой степенью неопределенности.

В цепях поставок товаров и услуг, к факторам риска относятся: короткий жизненный цикл продукта, вынужденный перерыв в производстве, в связи с невыполнением поставщиками своих договорных обязательств, а также нелинейное изменение спроса как в большую, так и в меньшую сторону, что в свою очередь, приводит к нарушению графиков работы, платежей и получения дохода компанией.

В непредсказуемых логистических цепях, риски связаны с наступлением событий, требующих немедленной реакции участников цепи. От того, какие действия будут предприняты для преодоления сложившихся обстоятельств, будет зависеть дальнейшее равновесие цепи поставок.

В логистических цепях с интенсивной дистрибьюцией, товары распространяются через косвенные каналы сбыта, с привлече-

нием посредников-дистрибьютеров, количество уровней которых определяется торговой стратегией. Данный вид дистрибуции требует детально проработанных коммерческих условий для каждого канала сбыта, а также применения мер, по предотвращению внутренней конкуренции между дистрибьютерами. К рискам в здесь относится изменение логистической себестоимости, которая в зависимости от количества посредников может составлять от 30% до 70% от себестоимости производства, а также частичная утрата контроля над некоторыми сбытовыми функциями.

Селективная дистрибуция предполагающая ограничение количества дистрибьютеров, отобранных по определенным критериям (размер компании, качество предоставляемых услуг, наличие специального оборудования и т.д.), подвержена риску несоответствия канала сбыта маркетинговой концепции продукта или выбора неправильного канала, что неизбежно приведет к потере потенциальных возможных продаж. Также данный вид дистрибуции не охватывает весь рынок, что способствует появлению конкурентов.

Эксклюзивная дистрибуция предполагает использование одного партнера на конкретной территории в определенный период времени. Здесь существует риск переоценки потенциала дистрибьютера, что приводит к снижению количества и качества товаров, перебоям в сроках доставки, и соответственно росту дебиторской задолженности. Такой формат логистики связан с высокими финансовыми и стратегическими рисками, так как бизнес зависит от одного партнера, посредник имеет значительное влияние на присутствие товара, и соответственно положение компании на рынке.

Логистические цепи с классическими процедурами и операциями предусматривают четко регламентированные бизнес-процессы, связанные с основными функциями логистики (закупка, транспортировка, управление запасами), в таких цепях риски связаны с эксплуатационными особенностями цепей поставок.

При выполнении дополнительных операций в логистической цепи, увеличивается сложность самого логистического процесса, возникают дополнительные издержки, которые не всегда предсказуемы, а также уменьшается эффективность планирования и контроллинга.

Перечисленные риски являются известными и подлежащими оценке. Но в условиях санкций, появляются дополнительные риски, которые ранее не имели существенного влияния и не оценивались, в связи с очень малой вероятностью их возникновения. Например, разрыв по лизинговым соглашениям, сложность и непредсказуемость финансовых расчетов, зависимость от ключевого поставщика, попадание груза под санкции, внезапный отказ от логистических проектов.

По мнению авторов, зависимость от ключевого поставщика, в данный момент, является большим риском. До санкционного периода работа с одним поставщиком предполагала оптовую скидку за счет увеличения закупки и уменьшение стоимости логистического решения. Сейчас зависимость от одного поставщика создает большую проблему с обеспечением производства и складских запасов, и как следствие, стабильностью продаж. Кроме того, в условиях санкций велика вероятность отказа поставщика от своих обязательств. Распределение закупок между несколькими поставщиками позволяет снизить риск недопоставки и колебания складских запасов. аспределение

В современных условиях, стабильность цепи поставок является основным условием эффективного функционирования системы. Деятельность отечественных логистических компаний в условиях санкционной политики наиболее подвержена уязвимости к инцидентам, с низкой вероятностью связанным с непредвиденными рисками и неопределенностью. Эффективная стратегия управления рисками в соответствии с их классификацией способна предотвратить или минимизировать потери компаний, связанные с различными логистическими операциями.

Список литературы

1. Покровская О.Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций// Бюллетень результатов научных исследований. – 2022. – № 1. – С. 80-94.2. Транспортная сеть на грани тромбоза [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rbc.ru/newspaper/2022/03/14> (дата обращения 28.04.2022)
2. Логистический кризис: блокада или временная пробуксовка? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://news.ati.su/article/2022/03/14/logisticheskij-krizis-blokada-ili-vremennaja-probuksovka-127935/> (дата обращения 28.04.2022)
3. Эксперт оценил санкции против российского морского судоходства [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/20220331/sanktsii-1781056735.html> (дата обращения 15.05.2022)
4. Усложнение логистики: санкции взвинтят цены на доставку грузов морем [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.dp.ru/a/2022/03/04/Uslozhnenie_logistiki (дата обращения 15.05.2022)
5. Потоки переориентируются: [электронный ресурс] Режим доступа: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1597811&archive=2022.03.18> (дата обращения 15.05.2022)
6. В объезд санкций: сфера перевозок столкнулась с беспрецедентным давлением [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iz.ru/1316005/dmitrii-alekseev/v-obezd-sanktsii-sfera-perevozok-stolknulas-s-besprecedentnym-davleniem> (дата обращения 15.05.2022)
7. Основы логистики и управление цепями поставок: учеб. пособие / Н.А. Ковалева, А.В. Гузенко; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2016. - С.35-37.
8. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики: учебник / под ред. Б. А. Аникина и Т. А. Родиной. - Москва: Проспект, 2013. - С. 44-48
9. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики: учебник / под ред. Б. А. Аникина и Т. А. Родиной. - Москва: Проспект, 2013. - 344 с. С.61-62.

10. Управление цепью поставок (SCM): учеб. пособие / сост. П. П. Крылатков, М.А. Прилуцкая. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. - С. 24-31.
11. Логистика: Учебник / А. М. Гаджинский. - 20-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2012. - С. 87-89.
12. Основы логистики и управление цепями поставок: учеб. пособие / Н.А. Ковалева, А.В. Гузенко; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2016. – С. 57-58.
13. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики: учебник / под ред. Б. А. Аникина и Т. А. Родкиной. - Москва: Проспект, 2013. - С. 61-65.
14. Управление закупочной деятельностью и цепью поставок: пер. с англ. / Кеннет Лайсонс, Майкл Джиллингем. - Шестое изд. - М.: Инфра-М, 2005 (ГУП ИПК Ульян. Дом печати). - 795 с.
15. М.А. Парфенов Типология цепей поставок и особенности их потоковых процессов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tipologiya-tsepey-postavok-i-osobennosti-ih-potokovyh-protsesov/viewer> (дата обращения 15.05.2022)
16. Дамдиндорж Батсайхан Организация рациональных международных Макрологистических цепей в условиях Функционирования ВТО автореферат [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ords.rea.ru/wp-content/uploads/2019/05/Damdindorj_avtoreferat.pdf
17. Сток Дж. Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой: Пер. с 4-го англ. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 797 с.
18. Покровская О.Д. Логистические накопительно-распределительные центры как основа терминальной сети региона. Монография. Новосибирск, 2012. – 184 с.
19. Покровская О.Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России // Инновационный транспорт. – 2015. – № 1 (15). – С. 13-23.
20. Покровская О.Д. О терминологии объектов терминально-складской инфраструктуры // Мир транспорта. – 2018. – Т. 16. – № 1 (74). – С. 152-163.

21. Покровская О.Д. Логистическая классность железнодорожных станций // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2 (38). – С. 68-76.
22. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Ситуационное управление перевозочным процессом // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2004. – № 11. – С. 14.
23. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Проблемы создания ситуационно-аналитической системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте // Бюллетень транспортной информации. – 2004. – № 9. – С. 22.
24. Формирование системы финансового менеджмента: теория, опыт, проблемы, перспективы/ Коллективная монография: Сафронова А.А., Рудакова Е.Н., Куренков П.В. и др. Москва, 2018. – 228 с.
25. Куренков П.В., Вакуленко С.П. Финансово-экономическое решение проблемы пригородных перевозок // Экономика железных дорог. – 2012. – № 12. – С. 96.
26. Баритко А.Л., Куренков П.В. Организация и технология внешне-торговых перевозок// Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 8.
27. Дроздова М.А. Международные санкции как средства регулирования мировой экономики // Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. Федеральное агентство железнодорожного транспорта, ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 113-116.
28. Дроздова М.А., Кравченко Л.А. Антиглобализм в контексте современного международного экономико-правового дискурса // Вестник Волжского ун-та им. В.Н. Татищева. 2020. Т. 1. № 3 (96). С. 247-253.
29. Дроздова М.А., Кравченко Л.А., Панков Д.А. Цифровая экономика и инфляция в период пандемии // Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 11-14.
30. Дроздова М.А., Фурсова Е.А. Цифровизация отрасли железнодорожных перевозок: проблемы и успехи // III Бетанкуровский международный инженерный форум. Сборник трудов. 2021. С. 119-121.

References

1. Pokrovskaya O.D. Logisticheskie transportnye sistemy Rossii v usloviyakh novykh sanktsiy// Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy. – 2022. – № 1. – S. 80-94.2. Transportnaya set' na grani tromboza. <https://www.rbc.ru/newspaper/2022/03/14>
2. Logisticheskiy krizis: blokada ili vremennaya probuksovka? <https://news.ati.su/article/2022/03/14/logisticheskij-krizis-blokada-ili-vremennaja-probuksovka-127935/>
3. Ekspert otsenil sanktsii protiv rossiyskogo morskogo sudokhodstva. <https://ria.ru/20220331/sanktsii-1781056735.html>
4. Uslozhnenie logistiki: sanktsii vsvintyat tseny na dostavku gruzov morem. https://www.dp.ru/a/2022/03/04/Uslozhnenie_logistiki
5. Potoki pereorientiruyutsya. <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1597811&archive=2022.03.18>
6. V ob'ezd sanktsiy: sfera perevozok stolknulas' s bespretседentnym davleniem. <https://iz.ru/1316005/dmitrii-alekseev/v-obezd-sanktcii-sfera-perevozok-stolknulas-s-bespretседentnym-davleniem>
7. Osnovy logistiki i upravlenie tsepyami postavok: ucheb. posobie / N.A. Kovaleva, A.V. Guzenko; FGBOU VO RGUPS. – Rostov n/D, 2016. - S.35-37.
8. Logistika i upravlenie tsepyami postavok. Teoriya i praktika. Osnovy logistiki: uchebник / pod red. B. A. Anikina i T. A. Rodkinoy. - Moskva: Prospekt, 2013. - S. 44-48
9. Logistika i upravlenie tsepyami postavok. Teoriya i praktika. Osnovy logistiki: uchebник / pod red. B. A. Anikina i T. A. Rodkinoy. - Moskva: Prospekt, 2013. - 344 s. S.61-62.
10. Upravlenie tsep'yu postavok (SCM): ucheb. posobie / sost. P. P. Krylatkov, M.A. Prilutskaya. - Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2018. - S. 24-31.
11. Logistika: Uchebник / A. M. Gadzhinskiy. - 20-e izd. - M.: Izdatel'sko-torgovaya korporatsiya «Dashkov i K°», 2012. - S. 87-89.
12. Osnovy logistiki i upravlenie tsepyami postavok: ucheb. posobie / N.A. Kovaleva, A.V. Guzenko; FGBOU VO RGUPS. – Rostov n/D, 2016. – S. 57-58.

13. Logistika i upravlenie tsepyami postavok. Teoriya i praktika. Osnovy logistiki: uchebnik / pod red. B. A. Anikina i T. A. Rodkinoy. - Moskva: Prospekt, 2013. - S. 61-65.
14. Upravlenie zakupochnoy deyatelnosti i tsep'yu postavok: per. s angl. / Kennet Laysons, Maykl Dzhillingem. - Shestoe izd. - M.: Infra-M, 2005 (GUP IPK UI'yan. Dom pechati). - 795 s.
15. M.A. Parfenov Tipologiya tsepey postavok i osobennosti ikh potokovykh protsessov. <https://cyberleninka.ru/article/n/tipologiya-tsepey-postavok-i-osobennosti-ih-potokovykh-protsessov/viewer>
16. Damdindorzh Batsaykhan Organizatsiya ratsional'nykh mezhdunarodnykh Makrologisticheskikh tsepey v usloviyakh Funktsionirovaniya VTO avtoreferat. http://ords.rea.ru/wp-content/uploads/2019/05/Damdindorj_avtoreferat.pdf
17. Stok Dzh. R., Lambert D.M. Strategicheskoe upravlenie logistikoy: Per. s 4-go angl. - M.: INFRA-M, 2005. - 797 s.
18. Pokrovskaya O.D. Logisticheskie nakopitel'no-raspredelitel'nye tsentry kak osnova terminal'noy seti regiona. Monografiya. Novosibirsk, 2012. – 184 s.
19. Pokrovskaya O.D. Sostoyanie transportno-logisticheskoy infrastruktury dlya ugol'nykh perevozk v Rossii // Innovatsionnyy transport. – 2015. – № 1 (15). – S. 13-23.
20. Pokrovskaya O.D. O terminologii ob'ektov terminal'no-skladskoy infrastruktury // Mir transporta. – 2018. – T. 16. – № 1 (74). – S. 152-163.
21. Pokrovskaya O.D. Logisticheskaya klassnost' zheleznodorozhnykh stantsiy // Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2018. – № 2 (38). – S. 68-76.
22. Mokhon'ko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Situatsionnoe upravlenie perevoznym protsessom // Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyy informatsionnyy sbornik. – 2004. – № 11. – S. 14.
23. Mokhon'ko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Problemy sozdaniya situatsionno-analiticheskoy sistemy upravleniya perevoznym protsessom na zheleznodorozhnom transporte // Byulleten' transportnoy informatsii. – 2004. – № 9. – S. 22.

24. Formirovanie sistemy finansovogo menedzhmenta: teoriya, opyt, problemy, perspektivy/ Kollektivnaya monografiya: Safronova A.A., Rudakova E.N., Kurenkov P.V. i dr. Moskva, 2018. – 228 s.
25. Kurenkov P.V., Vakulenko S.P. Finansovo-ekonomicheskoe reshenie problemy prigorodnykh perezovok // Ekonomika zheleznykh dorog. – 2012. – № 12. – S. 96.
26. Baritko A.L., Kurenkov P.V. Organizatsiya i tekhnologiya vneshnetorgovykh perezovok// Zheleznodorozhnyy transport. – 1998. – № 8.
27. Drozdova M.A. Mezhdunarodnye sanktsii kak sredstva regulirovaniya mirovoy ekonomiki // Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke. Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Federal'noe agentstvo zheleznodorozhnogo transporta, FGBOU VO PGUPS, 2020. S. 113-116.
28. Drozdova M.A., Kravchenko L.A. Antiglobalizm v kontekste sovremennogo mezhdunarodnogo ekonomiko-pravovogo diskursa // Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva. 2020. T. 1. № 3 (96). S. 247-253.
29. Drozdova M.A., Kravchenko L.A., Pankov D.A. Tsifrovaya ekonomika i inflyatsiya v period pandemii // Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke. Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. FGBOU VO PGUPS, 2020. S. 11-14.
30. Drozdova M.A., Fursova E.A. Tsifrovizatsiya otrasli zheleznodorozhnykh perezovok: problemy i uspekhi // V sbornike: III Betankurovskiy mezhdunarodnyy inzhenernyy forum. Sbornik trudov. 2021. S. 119-121.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Пакулина Елена Вячеславовна, инженер кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

Elena_pakulina29@mail.ru

Покровская Оксана Дмитриевна, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой»
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

Мигров Александр Алексеевич, старший преподаватель кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Elena V. Pakulina, Engineer of the Department “Ground Transport and Technological Complexes”
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
Elena_pakulina29@mail.ru

Oksana D. Pokrovskaya, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department “Operational Work Management”
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation

Alexander A. Migrov, Senior Lecturer of the Department “Ground Transport and Technological Complexes”
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation

Поступила 30.01.2023

После рецензирования 20.02.2023

Принята 01.03.2023

Received 30.01.2023

Revised 20.02.2023

Accepted 01.03.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-197-214
УДК 656.07



Научная статья | Логистические транспортные системы

ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОВАЙДЕРОВ В УСЛОВИЯХ ПОСТРОЕНИЯ НОВЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

Т.Г. Сергеева, Л.А. Зятыкова

Состояние вопроса. В настоящее время наблюдается процесс перераспределения существующих грузопотоков, ведется активный поиск новых альтернативных вариантов доставки грузов, формируются новые логистические цепочки. В стремительно меняющихся условиях функционирования экономики страны возрастает значимость автомобильного и железнодорожного транспорта. Автомобильный транспорт – является самым быстро перестраиваемым каналом в вопросе освоения новых транспортных цепочек. Значение железнодорожного транспорта также остается очень высоким особенно при перевозках грузов на дальние расстояния. Повышение эффективности деятельности логистических компаний при построении новых транспортных коридоров напрямую зависит от выбора стратегии ведения бизнеса компании и развития компании в целом. Целью текущего исследования являлось оптимизировать деятельность логистических компаний, путем определения целесообразности развития собственного парка подвижного состава, складов и терминалов логистической компании.

Материалы и/или методы исследования. Использованы методы системного анализа, сопоставления, теории систем, логистики, аутсорсинга, а также архитектура логистических систем с участием провайдеров. Представлены инструменты для оценки эффективности деятельности логистических компаний,

позволяющие сделать выводы о необходимом количестве объектов транспортной инфраструктуры, о выборе вида транспорта необходимого для полноценного освоения заданного грузопотока в новых цепях поставок.

Результаты. Проведен анализ способа минимизации затрат логистических компаний, с использованием метода сравнительного анализа, который учитывает затраты на содержание объектов транспортной инфраструктуры, затраты на содержание и обслуживание транспортных средств, затраты на организацию перевозок, путем поиска точки безубыточности логистической компании.

Заключение. Разработана методика проведения оценки целесообразности привлечения к осуществлению перевозок логистического провайдера и передачи ему части работ на условиях аутсорсинга.

Ключевые слова: цепи поставок; эффективность деятельности логистических компаний; точка безубыточности компании; логистический провайдер

Для цитирования. Сергеева Т.Г., Зятыкова Л.А. Оптимизация деятельности логистических провайдеров в условиях построения новых цепей поставок // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 197-214. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-197-214

Original article | Logistic Transport Systems

OPTIMIZATION OF LOGISTICS PROVIDERS' ACTIVITIES IN THE CONTEXT OF BUILDING NEW SUPPLY CHAINS

T.G. Sergeeva, L.A. Zyatikova

Background. Currently, there is a process of redistribution of existing cargo flows, an active search for new alternative options for cargo delivery is underway, new logistics chains are being formed. In the rapidly changing conditions of the functioning of the country's economy,

the importance of road and rail transport is increasing. Road transport is the fastest-changing channel in the development of new transport chains. The importance of rail transport also remains very high, especially when transporting goods over long distances. Improving the efficiency of logistics companies in the construction of new transport corridors directly depends on the choice of the company's business strategy and the development of the company as a whole. The purpose of the current study was to optimize the activities of logistics companies by determining the feasibility of developing its own fleet of rolling stock, warehouses and terminals of a logistics company.

Materials and methods. *Methods of system analysis, comparison, systems theory, logistics, outsourcing, as well as the architecture of logistics systems with the participation of providers were used. The tools for evaluating the efficiency of logistics companies are presented, which allow us to draw conclusions about the required number of transport infrastructure facilities, about the choice of the type of transport necessary for the full development of a given cargo flow in new supply chains.*

Results. *The analysis of the method of minimizing the costs of logistics companies, using the method of comparative analysis, which takes into account the costs of maintaining transport infrastructure facilities, the costs of maintaining and servicing vehicles, the costs of organizing transportation, by searching for the break-even point of a logistics company.*

Conclusion. *A methodology has been developed for assessing the feasibility of involving a logistics provider in the implementation of transportation and transferring part of the work to it on outsourcing terms.*

Keywords: *supply chains; efficiency of logistics companies; break-even point of the company; logistics provider*

For citation. *Sergeeva T.G., Zyatikova L.A. Optimization of Logistics Providers' Activities in the Context of Building New Supply Chains. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 197-214. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-197-214*

Одной из форм организации бизнеса в современной экономике является аутсорсинг – это практика, помогающая компаниям решить проблемы функционирования и развития, путем сокращения издержек, улучшения качества продукции и услуг, уменьшения рисков.

Аутсорсинг позволяет повысить эффективность выполнения определенных функций в области информационных технологий, снабжения и поставок, обслуживания, финансов, обеспечения персоналом и даже производства. Снижение издержек является мощным инструментом повышения рентабельности и аутсорсинг позволяет не только сокращать издержки, но и использовать новейшие управленческие и информационные технологии, позволяя малому бизнесу решать масштабные задачи и успешно развиваться.

Одним из способов повышения эффективности деятельности компаний может быть применение логистического аутсорсинга [1]. Аутсорсинг логистических функций состоит в передаче частично или полностью отдельных логистических функций либо комплексных логистических бизнес-процессов внешней организации – аутсорсеру. В качестве аутсорсера могут выступать специализированные организации – логистические провайдеры.

Развитие системы логистического аутсорсинга вызвано следующими причинами:

- экономическая глобализация;
- усложнение процессов снабжения и сбыта;
- превращение логистических знаний в ключевой фактор успеха;
- возрастающие запросы потребителей к качеству продукции, услуг, сервиса;
- высокие затраты на содержание производственной инфраструктуры [2].

Многие организации, принимая решение о переходе на логистический аутсорсинг, не отказываются от выполнения некоторых логистических функций своими силами, так как уже располагают необходимым складским хозяйством и транспортом. Иногда при-

влечение услуг логистического провайдера выгоднее, чем содержание, ремонт и обслуживание соответствующей инфраструктуры собственными силами.

Высокое качество логистики способны обеспечить только специализированные логистические предприятия. Причем спектр предоставляемых ими услуг постоянно расширяется, в зависимости от требований клиентов [3,4].

Логистические провайдеры могут выполнять несколько базовых функций. Во-первых, непосредственно осуществлять оказание складских и транспортных услуг, для чего им требуются складские комплексы, терминалы и подвижной состав [5]. Во-вторых, они могут заниматься организацией логистического процесса под нужды конкретного клиента. На рисунке 1 представлен процесс товародвижения от производителя продукции к получателям. На аутсорсинг может быть передана одна или несколько логистических функций. Это может быть транспортировка грузов различными видами транспорта, складирование, хранение и комплектация отправок грузополучателям, погрузочно-разгрузочные работы.

Логистические компании, владеющие реальными активами, такими как, складские комплексы или подвижной состав, специализируются в основном на предоставлении соответствующих складских и транспортных услуг. Однако имеются логистические компании, которые не владеют реальными активами. Часто они берут на себя функции создания и оптимизации интегрированной логистической цепи.

Логистический провайдер выстраивает свое взаимодействие с производителем, потребителем продукции, складами, терминалами, транспортными компаниями в интегрированной логистической цепи. На первом этапе поставщики, потребители, производственные компании представляют собой самостоятельные звенья в цепи поставок. Взаимодействия их между собой сведено к минимуму.

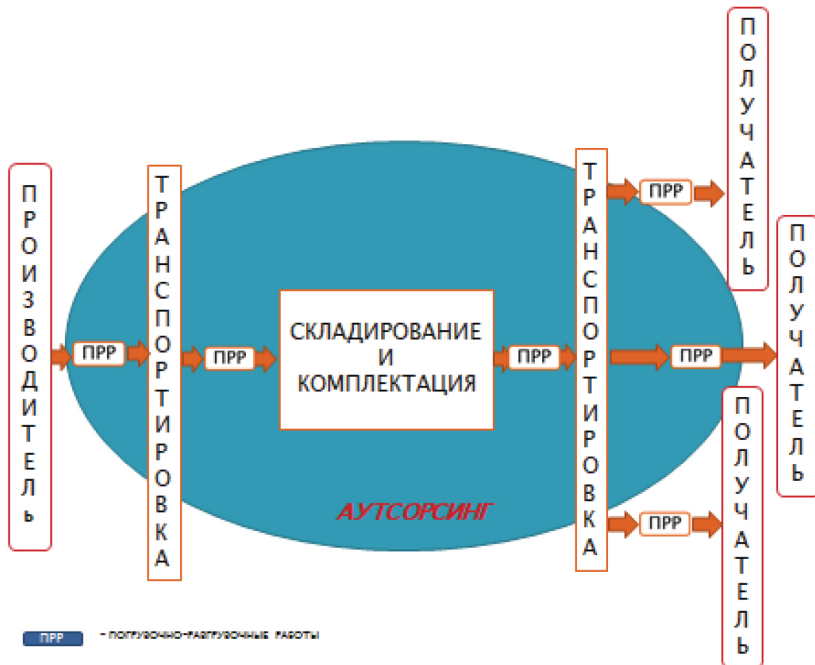


Рис. 1. Процесс товародвижения от производителя продукции к получателям

На следующем этапе их взаимодействия происходит формирование внутренней цепи поставок. Логистический провайдер производит оценку рынка, выявляет продукцию надлежащего качества и конкурентной цены. Затем идет процесс интеграции терминалов, транспортных компаний в логистическую цепь провайдера. Это взаимодействие обеспечивается в рамках создания единого логистического органа управления. В результате происходит процесс формирования единой интегрированной цепи поставок. Целевая функция логистического провайдера – это полное удовлетворение запросов потребителей, возмещение затрат и обеспечением прибыли всех звеньев логистической цепи. Схема взаимодействия логистического провайдера в интегрированной логистической цепи представлена на рисунке рис. 2.



Рис. 2. Схема взаимодействия логистического провайдера в интегрированной логистической цепи

Как следует из имеющихся статистических данных, наибольшую выручку получают компании, которые не имеют реальных активов. Именно на их долю приходится значительная часть выручки, что само по себе служит свидетельством об успехе этого вида бизнеса.

Предпосылками для появления логистических провайдеров нового поколения, стали возросшие требования клиентов к следующим аспектам:

- Увеличение комплексности логистических услуг. Этот аспект является важным, в условиях построения новых цепей поставок [6];
- Индивидуальный подход к каждому клиенту. Часто встречается, что логистический провайдер обслуживает всего лишь одного клиента.

- Более эффективное управление запасами, так как логистические провайдеры контролируют запасы на всем протяжении логистической цепи, а не только на отдельных ее участках [7].
- Обмен информацией в режиме реального времени. Это требование новой информационной эпохи, где оперативное отслеживание бизнес-процессов стало нормой.
- Более тесное сотрудничество с партнерами в рамках логистической сети. Провайдеры, выстраивающие логистическую инфраструктуру нового поколения должны уметь выстраивать тесное сотрудничество с разными компаниями и организациями, которые предлагают новые услуги и позволяют сократить затраты.

Назовем основные преимущества взаимодействия компаний с логистическими провайдерами:

1. Освобождение финансовых ресурсов для развития профильных бизнес-направлений предприятия;
2. Упрощение договорной стороны за счет работы с одним поставщиком транспортных услуг;
3. Все ошибки и риски, связанные с логистикой и транспортировкой грузов ложатся на компанию аутсорсера;
4. Предприятие-производитель получает от компании-аутсорсера полный спектр услуг;
5. Логистический провайдер, имеет больше возможностей управления грузопотоками, располагает обширными знаниями и опытом в данной сфере [8, 9];
6. Осуществляется комплексное логистическое обслуживание высокого качества, которое обеспечивает логистический провайдер.
7. Повышается уровень качества услуг для конечного потребителя, что положительно отражается на имидже компании-заказчика [10].

Построение новых цепей поставок при организации перевозок грузов ставит перед логистическими компаниями необходимость

применения обоснованных и грамотных решений о распределении своих ресурсов [11]. Это может быть привлечение к организации перевозок логистических провайдеров или поиск наилучшего способа распределения собственных ресурсов для повышения эффективности своей деятельности. В сфере грузовых перевозок – это решение о том, сколько объектов транспортной инфраструктуры будет необходимым и достаточным для обслуживания имеющихся клиентов; следует ли наращивать собственный парк подвижного состава или пользоваться услугами внешних перевозчиков; какие виды транспорта следует использовать при осуществлении перевозок, при этом инструментарий проведения расчетов может применяться, например, из работ [12-15]. Определить финансовую составляющую проектов построения логистической цепи можно с применением методического обеспечения, предложенного в исследованиях [16-20], с учетом трендов цифровизации как мировой экономики в целом [21-23], так и цифровой трансформации транспортной отрасли России [24-26].

Исследование эффективности распределения собственных ресурсов при перевозке грузов автомобильным и железнодорожным транспортом производится методом сравнительного анализа, с учетом затрат на содержание объектов транспортной инфраструктуры, затрат на содержание и обслуживание транспортных средств, затрат на организацию перевозки, путем поиска точки безубыточности логистической компании.

Затраты логистической компании могут быть постоянными и переменными. Постоянными называются затраты, не зависящие от объема перевозок. К этому виду затрат можно отнести: затраты на содержание объектов транспортной инфраструктуры, аренда офиса компании, заработная плата управленческого персонала. Постоянные затраты не зависят от объема грузопотока, но могут скачкообразно меняться под влиянием спроса на объекты транспортной инфраструктуры и транспортные средства. Когда объем грузопотока превышает мощность этих объектов, логистическая компания

может инвестировать средства в наращивание своих мощностей, понеся при этом дополнительные постоянные затраты. В этом смысле постоянные затраты в определенный момент становятся переменными и зависят от объема перевозимого груза.

Переменные затраты логистической компании – это затраты, непосредственно связанные с процессом перевозки грузов. Один из важных источников переменных затрат – это расстояние. Чем больше расстояние, на которое перевозится груз, тем выше затраты, и наоборот, чем меньше – тем затраты ниже. Расстояние влияет на затраты через потребление топлива, трудозатраты, оплату железнодорожного тарифа. Другой источник переменных затрат – это объем перевозимого груза. Объем груза может влиять на затраты следующим образом:

- чем больше объем груза, тем больше объем грузопереработки (при погрузке-выгрузке);
- чем больше объем груза, тем больше масса перевозимого груза и расходы на его транспортировку.

Сумма постоянных и переменных затрат составляет общие затраты компании.

Принятие решения о наращивании парка подвижного состава и развитии объектов транспортной инфраструктуры должно основываться на строгих количественных критериях, позволяющих дать сравнительную оценку различных альтернативных вариантов.

В качестве инструмента такого анализа предлагается использовать графический способ определения точки безубыточности деятельности логистической компании.

Точка безубыточности – это минимально необходимый объем перевозок, необходимых для покрытия всех затрат логистической компании.

Графический способ определения точки безубыточности логистической компании основывается на построении графика зависимости объема перевозимого груза, отраженного по оси x , от величины затрат, связанных с процессом его перевозки, а также

выручки, полученной логистической компанией от перевозки данного объема грузопотока в денежном выражении, отраженных по оси координат y .

Рассмотрим последовательность определения точки безубыточности графическим способом. Построение начинаем с прямой постоянных затрат объектов транспортной инфраструктуры. Она представляет собой прямую параллельную оси x , так как рассматриваемые затраты не зависят от объема грузопотока. И даже если компания не перевезет ни одной единицы продукции, постоянные затраты будут понесены логистической компанией в полном объеме.

Затем наносим на график постоянные затраты, которые зависят от объема грузопотока скачкообразно. Назовем эти затраты полупостоянными. Это тот случай, когда логистическая компания будет увеличивать свои активы, путем привлечения дополнительного парка подвижного состава, складов и терминалов.

Переменные затраты, будут расти пропорционально объему перевезенного грузопотока.

Далее строим прямую общих затрат, она будет параллельна прямой, отражающей переменные затраты.

Следующим шагом будет построение прямой, отражающей выручку логистической компании и нахождения точки безубыточности деятельности логистической компании. Точка пересечения прямой, отражающей выручку и прямой отражающей общие затраты и будет являться точкой безубыточности.

По графику можно сделать следующие выводы. Диапазон объемов перевозок грузов, лежащий левее точки безубыточности по оси x , показывает о целесообразности привлечения логистического провайдера к перевозкам в новых цепях поставок, так как предприятие в данном случае терпит убытки. Объем перевозок грузов, находящийся на оси x правее точки безубыточности, приносит компании прибыль, даже с учетом использования дополнительных объектов транспортной инфраструктуры.

Логистические компании стремятся устанавливать такие цены на свои услуги, чтобы их деятельность была рентабельной. Чтобы оставалась прибыль, выручка должна превышать затраты компании. Поэтому компании, использующие для осуществления перевозок любой вид транспорта, стремятся к тому, чтобы стоимость выполнения их работ на транспортном рынке была конкурентоспособной при максимальном использовании имеющихся ресурсов. Там же, где операционная прибыль существует, логистическим компаниям необходимо активно реинвестировать в объекты транспортной инфраструктуры и транспортные средства.

В условиях развивающегося мирового кризиса, перераспределения транспортных потоков, становится актуальным построение новых цепей поставок. Минимизация затрат логистической компании возможна при эффективном распределении ее ресурсов. Разработанная методика поиска точки безубыточности деятельности логистической компании, позволит оценить эффективность работы компании на транспортном рынке, повысит качество выполнения услуг и уровень конкурентоспособности компании, снизит затраты предприятия. Применение данного метода предоставит возможность определить стратегию развития логистической компании при построении новых цепей поставок и позволит оценить целесообразность развития объектов транспортной инфраструктуры логистической компании, определит их оптимальное количество.

Список литературы

1. Сергеева Т.Г., Самарин В.А., Химач И.Р. Процесс принятия решения о передаче работ и услуг на аутсорсинг // *Техник транспорта: образование и практика*. 2022. Т. 3. № 2. С. 196-201.
2. Кизляк О.П., Крюкова В.С. Пути повышения эффективности управления логистикой предприятия // *Образование, Перевозки, Логистика. Сборник научных статей. К 90-летию юбилею факультета «Управление перевозками и логистика» ФГБОУ ВО ПГУПС. Санкт-Петербург, 2020. С. 115-117.*

3. Sergeeva T. Private wagon fleet management in a digitised industry // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022. Т. 402 LNNS. С. 361-370.
4. Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г. Оценка возможностей транспортно-экспедиторской компании при проектировании цепи доставки груза // *Известия Петербургского университета путей сообщения*. 2022. Т. 19. № 2. С. 298-304.
5. Сергеева Т.Г., Самарин В.А., Химач И.Р. Мультимодальная логистика: текущее положение, проблемы и перспективы развития в сборнике: управление эксплуатационной работой на транспорте (УЭРТ–2022) // *Сборник трудов Международной научно-практической конференции / под редакцией А. Ю. Панычева, Т. С. Титовой, О. Д. Покровской*. Санкт-Петербург, 2022. С. 318-325.
7. Никифорова Г.И., Покровская О.Д. Процессно-логистический подход в управлении перевозками // *Железнодорожный транспорт*. 2022. № 4. С. 21-23.
8. Покровская О.Д. Логистические накопительно-распределительные центры как основа терминальной сети региона. – *Монография*. Новосибирск, 2012. 184 с.
9. Покровская О.Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России // *Инновационный транспорт*. 2015. № 1 (15). С. 13-23.
10. Кизляк О.П., Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г. Исследование информационной и материальной подсистем логистической цепи доставки внешнеторговых грузов // *Вестник транспорта Поволжья*. 2019. № 6 (78). С. 55-61.
11. Покровская О.Д. О терминологии объектов терминально-складской инфраструктуры // *Мир транспорта*. – 2018. – Т. 16. – № 1 (74). – С. 152-163.
12. Покровская О.Д. Логистическая классность железнодорожных станций // *Вестник Уральского государственного университета путей сообщения*. – 2018. – № 2 (38). – С. 68-76.
13. Покровская О.Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций // *Бюллетень результатов научных исследований*. – 2022. – № 1. – С. 80-94.

14. Pokrovskaya O.D. Terminalistica as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions // Sustainable economic development of regions. Ed. By L. Shlossman. Vienna, 2014. С. 154-175.
15. Pokrovskaya O., Fedorenko R. Assessment of transport and storage systems // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 1115. С. 570-577. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37916-2_55
16. Куренков П.В., Вакуленко С.П. Финансово-экономическое решение проблемы пригородных перевозок // Экономика железных дорог. – 2012. – № 12. – С. 96.
17. Баритко А.Л., Куренков П.В. Организация и технология внешне-торговых перевозок // Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 8.
18. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Ситуационное управление перевозочным процессом // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2004. – № 11. – С. 14.
19. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Проблемы создания ситуационно-аналитической системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте // Бюллетень транспортной информации. – 2004. – № 9. – С. 22.
20. Формирование системы финансового менеджмента: теория, опыт, проблемы, перспективы. Коллективная монография / Сафронова А.А., Рудакова Е.Н., Куренков П.В. и др. Москва, 2018. – 228 с. ISBN: 978-5-907084-31-5
21. Дроздова М.А. Международные санкции как средства регулирования мировой экономики // В сборнике: Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке // Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. Федеральное агентство железнодорожного транспорта, ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 113-116.
22. Дроздова М.А., Кравченко Л.А. Антиглобализм в контексте современного международного экономико-правового дискурса // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2020. Т. 1. № 3 (96). С. 247-253.
23. Дроздова М.А., Кравченко Л.А., Панков Д.А. Цифровая экономика и инфляция в период пандемии // Инновационные подходы

развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 11-14.

24. Космин В.В. Автомобильный и железнодорожный транспорт в обновленной транспортной стратегии Российской Федерации // *Техник транспорта: образование и практика*. Т. 3. № 1. 2022. С. 80-87. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.80-87>
25. Никифорова Г.И., Д.А. Цифровизация цепей поставок//*Техник транспорта: образование и практика*. – Т. 3. № 1. 2022. С.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>
26. Тасенкова Ю.В. Модернизация сети технологической связи на объектах железнодорожного транспорта с использованием технологии PON // *Техник транспорта: образование и практика*. Т. 3. № 4. 2022. С. 417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>

References

1. Sergeeva T.G., Samarin V.A., Khimach I.R. Protsess prinyatiya resheniya o peredache rabot i uslug na outsorsing // *Tekhnik transporta: obrazovanie i praktika*. 2022. Т. 3. № 2. S. 196-201.
2. Kizlyak O.P., Kryukova V.S. Puti povysheniya effektivnosti upravleniya logistikoy predpriyatiya // *Obrazovanie, Perevozki, Logistika. Sbornik nauchnykh statey. K 90-letnemu yubileyu fakul'teta «Upravlenie perevozkami i logistika» FGBOU VO PGUPS. Sankt-Peterburg, 2020. S. 115-117.*
3. Sergeeva T. Private wagon fleet management in a digitised industry // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022. Т. 402 LNNS. S. 361-370.
4. Nikiforova G.I., Sergeeva T.G. Otsenka vozmozhnostey transportno-ekspeditorskoj kompanii pri proektirovanii tsepi dostavki gruzha // *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya*. 2022. Т. 19. № 2. S. 298-304.
5. Sergeeva T.G., Samarin V.A., Khimach I.R. Mul'timodal'naya logistika: tekushchee polozhenie, problemy i perspektivy razvitiya v sbornike: upravlenie ekspluatatsionnoy rabotoy na transporte (UERT–2022) // *Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferen-*

- tsii / pod redaktsiey A. Yu. Panycheva, T. S. Titovoy, O. D. Pokrovskoy. Sankt-Peterburg, 2022. S. 318-325.
7. Nikiforova G.I., Pokrovskaya O.D. Protsessno-logisticheskiy podkhod v upravlenii perevozkami // Zheleznodorozhnyy transport. 2022. № 4. S. 21-23.
 8. Pokrovskaya O.D. Logisticheskie nakopitel'no-raspreditel'nye tsentry kak osnova terminal'noy seti regiona. – Monografiya. Novosibirsk, 2012. 184 s.
 9. Pokrovskaya O.D. Sostoyanie transportno-logisticheskoy infrastruktury dlya ugol'nykh perevozk v Rossii // Innovatsionnyy transport. 2015. № 1 (15). S. 13-23.
 10. Kizlyak O.P., Nikiforova G.I., Sergeeva T.G. Issledovanie informatsionnoy i material'noy podsistem logisticheskoy tsepi dostavki vneshnetorgovykh gruzov // Vestnik transporta Povolzh'ya. 2019. № 6 (78). S. 55-61.
 11. Pokrovskaya O.D. O terminologii ob'ektov terminal'no-skladskoy infrastruktury // Mir transporta. – 2018. – T. 16. – № 1 (74). – S. 152-163.
 12. Pokrovskaya O.D. Logisticheskaya klassnost' zheleznodorozhnykh stantsiy // Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2018. – № 2 (38). – S. 68-76.
 13. Pokrovskaya O.D. Logisticheskie transportnye sistemy Rossii v usloviyakh novykh sanktsiy // Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy. – 2022. – № 1. – S. 80-94.
 14. Pokrovskaya O.D. Terminalistica as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions // Sustainable economic development of regions. Ed. By L. Shlossman. Vienna, 2014. S. 154-175.
 15. Pokrovskaya O., Fedorenko R. Assessment of transport and storage systems // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. T. 1115. S. 570-577. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37916-2_55
 16. Kurenkov P.V., Vakulenko S.P. Finansovo-ekonomicheskoe reshenie problemy prigorodnykh perevozk // Ekonomika zheleznykh dorog. – 2012. – № 12. – S. 96.
 17. Baritko A.L., Kurenkov P.V. Organizatsiya i tekhnologiya vneshnetorgovykh perevozk // Zheleznodorozhnyy transport. – 1998. – № 8.

18. Mokhon'ko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Situatsionnoe upravlenie perevozochnym protsessom // *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyy informatsionnyy sbornik.* – 2004. – № 11. – S. 14.
19. Mokhon'ko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Problemy sozdaniya situatsionno-analiticheskoy sistemy upravleniya perevozochnym protsessom na zheleznodorozhnom transporte // *Byulleten' transportnoy informatsii.* – 2004. – № 9. – S. 22.
20. Formirovanie sistemy finansovogo menedzhmenta: teoriya, opyt, problemy, perspektivy. Kollektivnaya monografiya / Safronova A.A., Rudakova E.N., Kurenkov P.V. i dr. Moskva, 2018. – 228 s. ISBN: 978-5-907084-31-5
21. Drozdova M.A. Mezhdunarodnye sanktsii kak sredstva regulirovaniya mirovoy ekonomiki // V sbornike: Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke // *Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Federal'noe agentstvo zheleznodorozhnogo transporta, FGBOU VO PGUPS, 2020. S. 113-116.*
22. Drozdova M.A., Kravchenko L.A. Antiglobalizm v kontekste sovremenno-go mezhdunarodnogo ekonomiko-pravovogo diskursa // *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva. 2020. T. 1. № 3 (96). S. 247-253.*
23. Drozdova M.A., Kravchenko L.A., Pankov D.A. Tsifrovaya ekonomika i inflyatsiya v period pandemii // *Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke. Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. FGBOU VO PGUPS, 2020. S. 11-14.*
24. Kosmin V.V. Avtomobil'nyy i zheleznodorozhnyy transport v obnovlennoy transportnoy strategii Rossiyskoy Federatsii // *Tekhnika transporta: obrazovanie i praktika. T. 3. № 1. 2022. S. 80-87. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.80-87>*
25. Nikiforova G.I., D.A. Tsifrovizatsiya tsepey postavok//*Tekhnika transporta: obrazovanie i praktika. – T. 3. № 1. 2022. S.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>*
26. Tsenkova Yu.V. Modernizatsiya seti tekhnologicheskoy svyazi na ob'ek-takh zheleznodorozhnogo transporta s ispol'zovaniem tekhnologii PON // *Tekhnika transporta: obrazovanie i praktika. T. 3. № 4. 2022. S. 417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>*

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Сергеева Татьяна Георгиевна, к.т.н., доц. кафедры «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

sergeeva@pgups.ru

Зятикова Людмила Александровна, аспирант кафедры «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

пут-пут78@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Tatiana G. Sergeeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department “Operational Work Management”

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

sergeeva@pgups.ru

Lyudmila A. Zyatikova, Postgraduate student of the Department of Operational Work Management

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

пут-пут78@mail.ru

Поступила 25.01.2023

После рецензирования 20.02.2023

Принята 25.02.2023

Received 25.01.2023

Revised 20.02.2023

Accepted 25.02.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-215-232
УДК 629.123



Научная статья | Транспортные и транспортно-технологические системы

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИДЕНТИФИЦИРОВАНИЯ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

А.К. Смирнов, О.Д. Покровская, М.И. Меликов

Состояние вопроса. Работа посвящена исследованию возможности автоматического идентифицирования судов. Такие системы путем обмена данными о местоположении и параметрами движения носителей имеют возможность более точно рассчитывать параметры сближения и нахождения объекта, передавать положение судна, чтобы другие суда, находящиеся поблизости, знали о его местоположении.

Материалы и методы исследования. Применялись материалы открытых источников сети Интернет, имитационное моделирование, анализ данных, теория систем, системный подход.

Результаты. Представлены основные направления применения автоматического идентифицирования на морском транспорте. Проведен анализ перспектив использования данной технологии.

Заключение. По итогам исследования показана эффективность и актуальность использования системы в режиме реального времени с помощью сервиса «SEATRACKER». Рассмотрены преимущества и недостатки основных систем, эксплуатируемых в морском судоходстве.

Ключевые слова: информационные технологии; автоматическое идентифицирование; морской транспорт; сервис «SEATRACKER»

Для цитирования. Смирнов А.К., Покровская О.Д., Меликов М.И. Перспективы использования автоматического идентифицирования в транспортных системах // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 215-232. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-215-232

Original article | Transport and Transport-Technological Systems

PROSPECTS FOR THE USE OF AUTOMATIC IDENTIFICATION IN TRANSPORT SYSTEMS

A.K. Smirnov, O.D. Pokrovskaya, M.I. Melikov

Background. *The work is devoted to the study of the possibility of automatic identification of vessels. Such systems, by exchanging data on the meta-position and parameters of the movement of carriers, have the ability to more accurately calculate the parameters of the approach and the location of the object, transmit the position of the vessel so that other vessels nearby know about its location.*

Materials and methods. *Materials from open Internet sources, simulation modeling, data analysis, systems theory, system approach were used.*

Results. *The main directions of application of automatic identification in maritime transport are presented. The analysis of the prospects of using this technology is carried out.*

Conclusion. *According to the results of the study, the effectiveness and relevance of using the system in real time using the “SEATRACKER” service is shown. The advantages and disadvantages of the main systems used in maritime navigation are considered.*

Keywords: *information technology; automatic identification; marine transport; SEATRACKER service*

For citation. *Smirnov A.K., Pokrovskaya O.D., Melikov M.I. Prospects for the use of automatic identification in transport systems. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 215-232. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-215-232*

Введение

Все сферы деятельности человека невозможны без информационных технологий, так как в любой области деятельности производится переработка, обработка и хранение огромного количества информации, а также требуется информационная поддержка и обслуживание. Техническо-информационное оснащение транспорта является главной составляющей и выполняет одну из важнейших ролей – позволяет значительно повысить эффективность и безопасность в эксплуатации любого вида транспорта, не только водного, о чем свидетельствуют результаты, полученные в исследованиях [1-3], например, на железной дороге [4-7], при экономическом обосновании эффективности систем мультимодальной доставки [8-9], а также в цифровой экономике в целом [10-13].

В настоящее время информационные системы могут предоставить алгоритм определенных действий в чрезвычайных ситуациях, что позволяет снизить нагрузку на судоводителей.

Известные и широко применяемые сегодня спутниковые навигационные системы (СНС) – это основное средство для навигационной безопасности плавания, позволяющая определить координаты судна и осуществлять плавание по намеченным маршрутам.

К преимуществам этой системы можно отнести:

- Возможность определения места носителя в любой точке земного шара
- Возможность получения географических координат в любое время суток независимо от погодных условий
- Простота получения координат

Недостатки данной системы заключаются в значительной погрешности, которая не позволяет определить точного географического положение носителя, что не дает возможность осуществлять задачи совместного маневрирования.

Для решения данной проблемы была разработана автоматизированная информационная система (АИС), которая путем обмена данными о местоположении и параметрами движения носителей

имеет возможность более точно рассчитывать параметры сближения и нахождение объекта, проще говоря, автоматическая система идентификации передает положение судна, чтобы другие суда, находящиеся поблизости, знали о его местоположении.

Международные организации, такие как ИМО, требуют, чтобы большие коммерческие суда использовали АИС из соображений безопасности и во избежание столкновений с другими судами.

АИС позволяет властям идентифицировать конкретные суда и их деятельность в исключительной экономической зоне страны или вблизи нее. Когда данные АИС объединяются с существующими радиолокационными системами, власти могут легче различать суда. Данные АИС могут автоматически обрабатываться для создания нормированных моделей активности для отдельных судов, которые при нарушении создают предупреждение, тем самым выделяя потенциальные угрозы для более эффективного использования средств безопасности. AIS улучшает осведомленность о морской сфере и обеспечивает повышенную безопасность и контроль

AIS нельзя отключить, за очень редкими исключениями. В соответствии с рекомендациями ИМО, изложенными в Резолюции А.917(22), АИС должна всегда работать, когда суда находятся на ходу или стоят на якоре. Экипаж судна в исключительных обстоятельствах может отключить трансляцию AIS по целому ряду законных причин, но такое поведение может указывать на то, что судно скрывает свое местонахождение и личность, чтобы скрыть незаконную деятельность.

В данной статье будет подробно рассмотрена система автоматической идентификации судов (AIS, Automatic Identification System).

История развития

Автоматическая идентификационная система (AIS)

История развития AIS началась с крушения самого в мире лайнера «Титаник», который в 1914 году унес с собой жизни 2208 человек. После этой катастрофы был разработан первый доку-

мент, основанный на соглашении СОЛАС – международной конвенции, которая была создана для охраны человеческих жизней на море. С каждым годом его содержание пополняется пунктами, устанавливающие дополнительные правила безопасности при постройке, оборудовании и эксплуатации кораблей. Так, в 2002 году было добавлено положение о том, что суда должны оснащаться автоматической идентификационной системой.

Автоматическая идентификационная система (AIS)

Автоматическая идентификационная система (AIS) – это техническое оборудование, которое позволяет передавать данные между устройствами AIS.

AIS (автоматическая идентификационная система) является наиболее значительным достижением мореплавателей в области безопасности судоходства с момента появления радара. Это цифровая система определения местоположения, работающая в морском диапазоне очень высоких частот (VHF).

Его цель – помочь идентифицировать суда, помочь в отслеживании целей, помочь в поисково-спасательных операциях, упростить обмен информацией и предоставить дополнительную информацию для помощи в ситуационной осведомленности (*Международная морская организация (ИМО), А 29/Res.1106*).

Первоначально разработанный как инструмент предотвращения столкновений, позволяющий коммерческим судам более четко «видеть» друг друга в любых условиях и улучшать информацию рулевого об окружающей среде. АИС делает это, непрерывно передавая идентификационные данные судов, положение, скорость и курс вместе с другой соответствующей информацией всем другим судам, оборудованным АИС, в пределах досягаемости. В сочетании с береговой станцией эта система также предлагает портовым властям и органам безопасности на море возможность управлять морским движением и снижать опасности морского судоходства.

К ее основным задачам относится [14,15]:

- выполнение опознавания и анализа судов;
- предупреждение судов о возможном столкновении;
- мониторинг судов;
- контроль соблюдения режима плавания
- улучшение характеристик навигационного ограждения.

Система AIS была создана для того, чтобы суда могли с максимальной точностью определять местонахождение и идентифицировать друг друга.

Приемопередатчик AIS использует радиосвязь УВК (ультракороткие волны) и GPS для связи с другими близлежащими судами. Он определяет скорость, курс и свое собственное местоположение, используя встроенный GPS приемник. Эта информация объединяется с другой важной навигационной информацией и автоматически передается между судами, береговыми системами, оборудованными AIS, при этом передача информации не требует какого-либо вмешательства со стороны пользователей. Затем приемопередатчики AIS на других береговых станциях и судах получают эту информацию и используют ее для построения графического отображения типа судна в этом районе.

Данные АИС делятся на три категории: статические данные, которые состоят из информации о характеристиках судна. Второй – это динамические данные, которые постоянно меняются из-за постоянного движения судов, и последний – это текущие данные, связанные с рейсом.

AIS должен быть включен постоянно, если только Капитан не решит, что его следует отключить в целях безопасности. АИС постоянно интерпретирует и обновляет данные, что делает ее важным инструментом на корабле.

Транспондеры

Транспондеры состоят из основного блока, модуля управления и отображения (ПУО). Основной блок – это устройство, которое организует весь возможный функционал системы AIS. Он

состоит из таких устройств как приемопередатчик, связной процессор, средство контроля достоверности передаваемых и принимаемых данных, встроенную систему автоматического контроля работоспособности, GPS приемника.

Приёмопередатчик – это устройство, состоящее из трех независимых друг от друга приемников, два из которых работают по каналу SOTDMA , а также еще один, работающий по каналу DSC (Digital Selective Calling).

GPS приемник – прибор, который позволяет в режиме реального времени передавать точную информацию о географическом расположении судна. Также данное устройство предназначено для обеспечения точной временной синхронизации приема или передачи информации AIS.

Связной процессор осуществляет различные манипуляции с пакетами данных, а также транспортировку рейсовой, динамической и статистической информации. Главными задачами процессора является:

- управление вывода информации на устройства отображения;
- считывания данных с различных бортовых приборов;
- осуществление регулировки набора морских частот;
- осуществление перехода по каналам связи.

Блок управления и отображения – это совокупность приборов, содержащие устройство ввода данных с дисплеем, который позволяет контролировать корректность вводимых данных [16,17].

Типы АИС:

1. **Класс А:** обязателен для всех судов валовой вместимостью 300 и выше, совершающих международные рейсы, а также для всех пассажирских судов.
2. **Класс В:** обеспечивает ограниченную функциональность и предназначен для судов, не соответствующих требованиям СОЛАС. В основном используется для судов, таких как прогулочные суда.

AIS работает в основном на двух выделенных частотах или каналах ОБЧ:

- AIS 1: Работает на частоте 161,975 МГц, канал 87В (симплексный, для суден-кораблей)
- AIS 2: 162,025 МГц – канал 88В (дуплексный режим для корабля и берега)

Транспондеры класса А – это приемопередатчики, которые принимают участие в международных рейсах, а также вес которых превышает триста тонн. Они должны иметь в своем составе минимальный дисплей, который будет иметь возможность ручного ввода информации. Стоит отметить, что используя данное оборудование, корабль должно соответствовать требованиям резолюции ИМО MSC.74(69) [18], рекомендации МСЭ – Р. М.1371 – 1 [19] и стандарту МЭК 61993 – 2 [20]. Основным преимуществом транспондера класса А является то, что они могут принимать, передавать и обрабатывать большое количество информации. Данные отправляются в автономном режиме и разделяются на информацию о судне, сведения о рейсе, а также есть возможность доставить сообщение о безопасности. Данное оборудование обычно применяется на коммерческих судах, круизных лайнерах, оборонных и рабочих судах.

Транспондеры класса В – это приемопередатчики, который выполняет те же функции, что транспондеры класса А, но могут выпускаться в виде полноценного модуля с дисплеем, либо в виде блока, подключаемого к картплоттеру для визуализации данных на экране. Данные устройства используют встроенный приемник ГНСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система). Главным преимуществом данных устройств в том, что они могут выполнить функции «черного ящика». Транспондеры данного типа используются на маломерных судах, рыболовных судах, яхтах, быстроходных катерах [21].

Информация, которая посылаемая системой AIS о судне, существует в двух вариациях в статической и в динамической.

Статическая информация включает в себя MMSI и номер ИМО. Здесь MMSI (Maritime Mobile Service Identity) – представляет собой последовательность из девяти цифр, которые отправляются в цифровом виде по радиочастотному каналу, чтобы однозначно идентифицировать судовые станции, судовые земные станции, береговые «судно на мели», «судно на якоре», «судно занято буксировкой»

Данные об элементах движения судна передают такие значения, как координаты судна, время (UTC), истинную скорость, угол крена (дифферента), уровень килевой качки, курс относительно грунта и курс судна.

Информация, связанная с рейсом, содержит информацию о значении осадки судна, сведения о количестве пассажиров на корабле, о наличии опасного груза с указанием его типа. Также, по усмотрению капитана, могут вноситься дополнительные данные, например, время отправления судна из порта, примерное время прибытия в него и навигационный план прохождения путевых точек.

Здесь также стоит отметить, что динамическая информация может вноситься как автоматически, так и вручную. Автоматическое заполнение информации подразумевает автоматический сбор данных с различных датчиков, которые находятся на корабле. А ручной способ ввода, основан на том, что один из помощников капитана или сам капитан вбивает эту информацию вручную, основываясь на различных документах.

Полученные статические и динамические данные, связанные с рейсом, посылаются с каждые 6 минут при условии, что происходит изменении данных или посылается запрос. Интервал передачи динамической информации, связанный со сведениями движения судна зависят от класса транспондера, скорости, с которой движется судно и изменения курса. Для AIS класса А интервалы передачи динамической информации представлены (таблица 1).

Таблица 1.

Интервал передачи данных, характеризующих движение судна, для транспондеров класса А

Состояние сведения	Интервал между сообщениями (сек)
Судно развивает скорость от 0 до 14узлов	12 секунд
Судно развивает скорость от 0 до 23 узлов и изменяет курс следования	4 секунды
Судно развивает скорость от 14 до 23 узлов	6 секунд
Судно развивает скорость от 14 до 23 узлов и изменяет курс следования	2 секунды
Судно развивает скорость выше 23 узлов	3 секунды
Судно развивает скорость выше 23 узлов и изменяет курс следования	2 секунды
Судно, стоящее на якоре	180 секунд
Судно развивает скорость не более 3 узлов	180 секунд

Для AIS класса В интервалы передачи динамической информации представлены (таблица 2).

Таблица 2.

Интервал передачи данных, характеризующих движение судна, для транспондеров класса В

Состояние сведения	Интервал между сообщениями (сек)
Судно развивает скорость от 2 до 14 узлов	30 секунд
Судно развивает скорость от 14 до 23 узлов	6 секунд
Судно развивает скорость от 14 до 23 узлов и изменяет курс следования	15 секунд
Судно развивает скорость выше 23 узлов	5 секунд
Судно, стоящее на якоре	180 секунд
Судно развивает скорость не более 3 узлов	180 секунд
Суда, выполняющие функции поиска и спасения	10 секунд

Также оборудование AIS может отправлять короткие сведения относительно безопасности (по мере надобности). Такие сообщения называют бинарными, их максимальная длина составляет 121 символ. Данные сведения отправляются, для того чтобы известить другие суда и береговые станции о возникшей чрезвычайной ситуации.

чайной ситуации в определенной зоне. А также с помощью этих сообщений береговые станции передают на суда информацию об опасности и рекомендаций по оказанию навигационной помощи.

Система AIS работает на двух международных каналах связи AIS 1 и AIS 2, для которых существуют зарезервированные частоты 161.195 МГц и 162.025 МГц, соответственно [22,23]. Дальность работы транспондеров зависит от высоты расположения антенны, которая осуществляет прием и передачу информацию, погодных условий, которые создают среду для распространения радиоволн. А также от встречающихся на пути преград, которые создают помехи при отправлении данных. Опираясь, на перечисленные факторы влияния, средняя дальность действий автоматических идентификационных систем составляет примерно 12-15 морских миль. Здесь стоит отметить, что AIS должна находиться в рабочем состоянии все время. Исключением является ситуация, когда судно находится в районе, где необходимо обеспечить защиту посылаемых данных. В этом случае капитан имеет право выключить автоматическую идентификационную систему для предотвращения использование информации в неблагоприятных целях.

Работоспособность системы AIS можно проверить в режиме реального времени с помощью сервиса «SEATRACKER» [24]. Принцип работы, которого основывается на данных поступающих с автоматических идентификационных систем, которые расположены на борту кораблей. Проект SEATRACER предоставляет и отображает на карте текущее положение судов по всему миру в реальном времени с отклонением в 1 час. Координаты судов предоставляются исключительно в ознакомительном плане и ни в коем случае не должны использоваться в целях навигации. Также пользователь может узнать более подробную информацию о судне. Для этого система посылает запрос в базу данных Marine Traffic, которая хранит в себе: полную хронологию прибытия и отбытия из портов, Идентификатор морской подвижной службы, номер судна, название корабля, подробную информацию о

рейсе, год постройки судна и так далее. В заключении отметим, что применение автоматических идентификационных систем повышает безопасность навигации, OOW / VTS или любой другой организации. Главным преимуществом AIS является то, что его довольно легко установить, данная система одобрена ИМО, она имеет двухсторонний обмен, между береговыми службами и судами, связанный с навигационной и иной информацией, которая отвечает за безопасность, а также имеет возможность передавать и принимать большой объем данных. Важно понимать, что использование AIS не заменяет и не снимает требований к радиолокационной станции и другим навигационным средствам, а только дополняет их. От совместной работы всех систем зависит безопасность, как судна, так и всего мореплавания.

Список литературы

1. Покровская О.Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России // Инновационный транспорт. 2015. № 1 (15). С. 13-23.
2. Покровская О.Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций // Бюллетень результатов научных исследований. 2022. № 1. С. 80-94.
3. Покровская О.Д. О терминологии объектов терминально-складской инфраструктуры // Мир транспорта. 2018. Т. 16. № 1 (74). С. 152-163.
4. Куренков П.В., Вакуленко С.П. Финансово-экономическое решение проблемы пригородных перевозок // Экономика железных дорог. – 2012. – № 12. – С. 96.
5. Баритко А.Л., Куренков П.В. Организация и технология внешне-торговых перевозок// Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 8.
6. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Ситуационное управление перевозочным процессом // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2004. – № 11. – С. 14.
7. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Проблемы создания ситуационно-аналитической системы управления перевозочным

- процессом на железнодорожном транспорте // Бюллетень транспортной информации. – 2004. – № 9. – С. 22.
8. Формирование системы финансового менеджмента: теория, опыт, проблемы, перспективы/ Коллективная монография: Сафронова А.А., Рудакова Е.Н., Куренков П.В. и др. Москва, 2018. – 228 с.
 9. Куренков П.В., Сафронова А.А., Кахриманова Д.Г., Преображенский Д.А., Баженов Ю.М., Астафьев А.В. Синхромодальность, ко-модальность, а-модальность и тримодальность -важные составляющие современной политранспортной логистики // Бюллетень ОСЖД. 2018. № 5-6. С. 37.
 10. Дроздова М.А., Кравченко Л.А., Панков Д.А. Цифровая экономика и инфляция в период пандемии // Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 11-14.
 11. Дроздова М.А., Фурсова Е.А. Цифровизация отрасли железнодорожных перевозок: проблемы и успехи // III Бетанкуровский международный инженерный форум. Сборник трудов. 2021. С. 119-121.
 12. Никифорова Г.И., Д.А. Цифровизация цепей поставок // Техник транспорта: образование и практика. – Том: 3. № 1. 2022. С.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>
 13. Тасенкова Ю.В. Модернизация сети технологической связи на объектах железнодорожного транспорта с использованием технологии PON // Техник транспорта: образование и практика. Т.3. № 4. 2022 С.417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>
 14. Электронный ресурс – Режим доступа – URL: <https://seanews.ru/2022/07/29/ru-logistika-v-novyh-usloviyah-4/>. (дата посещения: 21.01.2023).
 15. Бурдаков С.В. – Материалы ежегодной научно-практической конференции для студентов, магистрантов и аспирантов «Развитие инфраструктуры внутреннего водного транспорта: традиции, инновации» // «Features of the automatic training system of ships» – 30

- ноября 2018 года. – СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2019. – 98 с.
16. Вагущенко Л. Л., Вагущенко А. Л. - Поддержка решений по расхождению с судами.– Фенікс. – 2010. – 229 с.
 17. Вагущенко Л. Л. – Интегрированные системы ходового мостика – Латстар – 2003 – 169 с.
 18. Резолюция ИМО MSC.74(69), рекомендации по эксплуатационным требованиям к универсальной судовой системе автоматического опознавания (AIS), принята 12 мая 1998 года, приложение 3.
 19. МСЭ – Р. М.1371 – 1 - Технические характеристики автоматической системы опознавания, использующей многостанционный доступ с временным разделением в полосе ОБЧ морской подвижной службы [Электронный ресурс] https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1371-4-201004-S!!PDF-R.pdf
 20. МЭК 61993 – 2 - Оборудование и системы морской навигации и радиосвязи. Системы автоматической идентификации. Часть 2. Судовое оборудование класса А системы автоматической идентификации. Требования к рабочим и эксплуатационным характеристикам, методы испытания и требуемые результаты испытания - 19.10.2012 – 134 с.
 21. Электронный ресурс – Режим доступа – URL: <https://seacom.ru/dokumentacija/chem-razlichaetsja-ais-klassa-A-ot-ais-klassa-> (дата посещения: 21.01.2023).
 22. Электронный ресурс – Режим доступа – URL: https://life-prog.ru/2_53596_osnovnie-komponenti-vidi-informatsii-i-rezhimi-raboti.html (дата посещения: 21.01.2023).
 23. Электронный ресурс – Режим доступа – URL: seacom.ru (дата посещения: 21.01.2023).
 24. Электронный ресурс – Режим доступа – URL: <https://seatracker.ru/ais.php#ais> (дата посещения: 21.01.2023).

References

1. Pokrovskaya O.D. The state of transport and logistics infrastructure for coal transportation in Russia // Innovative Transport. 2015. No. 1 (15). pp. 13-23.

2. Pokrovskaya O.D. Logistics transport systems of Russia under new sanctions // Bulletin of the results of scientific research. 2022. No. 1. pp. 80-94.
3. Pokrovskaya O.D. On terminology of objects of terminal and warehouse infrastructure // Mir transport. 2018. Vol. 16. No. 1 (74). pp. 152-163.
4. Kurenkov P.V., Vakulenko S.P. Financial and economic solution of the problem of suburban transportation//Economics of railways. – 2012. – No. 12. – p. 96.
5. Baritko A.L., Kurenkov P.V. Organization and technology of foreign trade transportation// Rail transport. – 1998. – № 8.
6. Mokhonko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Situational management of the transportation process // Transport: science, technology, management. Scientific information collection. – 2004. – No. 11. – p. 14.
7. Mokhonko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Problems of creating a situational and analytical control system for the transportation process in railway transport// Bulletin of transport information. - 2004. – No. 9. – p. 22.
8. Formation of the financial management system: theory, experience, problems, prospects/ Collective monograph: Safronova A.A., Rudakova E.N., Kurenkov P.V., etc. Moscow, 2018. – 228 p.
9. Kurenkov P.V., Safronova A.A., Kakhrimanova D.G., Preobrazhensky D.A., Bazhenov Yu.M., Astafyev A.V. Synchromodality, co-modality, a-modality and trimodality are important components of modern polytransport logistics//OSZhD Bulletin. 2018. No. 5-6. p. 37.
10. Drozdova M.A., Kravchenko L.A., Pankov D.A. Digital economy and inflation during the pandemic // In the collection: Innovative approaches to the development of economics and management in the XXI century. Proceedings of the III National Scientific and Practical Conference. FGBOU VO PGUPS, 2020. pp. 11-14.
11. Drozdova M.A., Fursova E.A. Digitalization of the railway transportation industry: problems and successes // In the collection: III Betan-

- court International Engineering Forum. Collection of works. 2021. pp. 119-121.
12. Nikiforova G.I., D.A. Digitalization of supply chains//Transport technician: education and practice. – Volume: 3. No. 1. 2022. pp.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>
 13. Tasenkova Yu.V. Modernization of the technological communication network at railway transport facilities using PON technology // Transport technician: education and practice. Vol.3.No. 4. 2022 pp.417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>
 14. Electronic resource – Access mode – URL: <https://seanews.ru/2022/07/29/ru-logistika-v-novyh-usloviyah-4>
 15. S. V. Burdakov – Materials of the annual scientific and practical conference for students, undergraduates and postgraduates “Development of inland waterway transport infrastructure: traditions, innovations” // “Features of the automatic training system of ships” – November 30, 2018. – St. Petersburg: Publishing house of the GUMRF named after S. O. Makarov, 2019. – 98 p.
 16. Vagushchenko L. L., Vagushchenko A. L. - Support of decisions on disagreement with the courts.– Fenix. – 2010. – 229 p.
 17. Vagushchenko L. L. – Integrated navigation bridge systems – Latstar – 2003 – 169 p.
 18. IMO resolution MSC.74(69), Recommendations on operational requirements for the Universal Ship Automatic Identification System (AIS), adopted on May 12, 1998, annex 3.
 19. ITU – RM 1371 – 1 - Technical characteristics of an automatic identification system using multi-station access with temporary separation in the VHF band of the marine mobile service [Electronic resource]. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1371-4-201004-S !!PDF-R.pdf
 20. IEC 61993 – 2 - Marine navigation and radio communication equipment and systems. Automatic identification systems. Part 2. Marine equipment of Class A automatic identification systems. Requirements for working and operational characteristics, test methods and required test results - 19.10.2012 – 134 p.

21. Electronic resource – Access mode – URL: <https://seacomm.ru/dokumentacija/chem-razlichaetsja-ais-klassa-A-ot-ais-klassa> - (Date of visit: 21.01.2023).
22. Electronic resource – Access mode – URL: https://life-prog.ru/2_53596_osnovnie-komponenti-vidi-informatsii-i-rezhimi-raboti.html (Date of visit: 21.01.2023).
23. Electronic resource – Access mode – URL: seacomm.ru (Date of visit: 21.01.2023).
24. Electronic resource – Access mode – URL: <https://seatracker.ru/ais.php#ais> (Date of visit: 21.01.2023).

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Смирнов Алексей Константинович, магистрант 2 курса

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

konsmi9@icloud.com

Покровская Оксана Дмитриевна, д.т.н., доц. заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

insight1986@inbox.ru

Меликов Марат Иламинович, аспирант 1 курса кафедры «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

m.melickow2015@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Alexey K. Smirnov, 2nd year Master's student

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
konsmi9@icloud.com*

Oksana D. Pokrovskaya, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Operational Work Management"

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
insight1986@inbox.ru*

Marat I. Melikov, 1st year postgraduate student of the Department "Operational Work Management"

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
m.melickow2015@yandex.ru*

Поступила 25.01.2023

После рецензирования 20.02.2023

Принята 26.02.2023

Received 25.01.2023

Revised 20.02.2023

Accepted 26.02.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-233-253

УДК 378.147:303.732.4



Научная статья | Системный анализ, управление и обработка информации

ПРИМЕНЕНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

А.А. Курганов, Р.Г. Гильванов, Л.А. Зятикова

Состояние вопроса. *Актуальность исследования определяется трансформацией в современном учебном процессе роли отношения учащихся, субъективных норм и воспринимаемого поведенческого контроля при внедрении приложений дополненной реальности для цифрового обучения. Статья посвящена изучению вопроса: «Как проведение лекций через расширенное приложение повышает уверенность студентов и влияет на их отношение и субъективные нормы?»*

Материалы и методы исследования. *Использованы методы компьютерной графики и 3D моделирования, средства разработки для трекинга Vuforia, средства разработки приложения Unity, а также методы системного анализа, сопоставления, теории систем, а также материалы открытых источников сети Интернет.*

Результаты. *Проведен анализ дидактического инструментария и технологии «дополненная реальность» при внедрении в инновационный учебный процесс с применением цифровых образовательных решений.*

Заключение. *Изучена целесообразность интеграции в учебный процесс инновационных образовательных технологий с применением дополненной реальности. Предложено уникальное цифровое решение, готовое к эксплуатации: информационно-обучающая программа на основе применения технологии дополненной реальности.*

Ключевые слова: AR; дополненная реальность; инновационная технология; образовательный процесс; обучение

Для цитирования. Курганов А.А., Гильванов Р.Г., Зятикова Л.А. Применение дополненной реальности в образовательном процессе // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 233-253. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-233-253

Original article | System Analysis, Management and Information Processing

THE USE OF AUGMENTED REALITY IN THE EDUCATIONAL PROCESS

A.A. Kurganov, R.G. Gilvanov, L.A. Zyatikova

Background. *The relevance of the research is determined by the transformation in the modern educational process of the role of students' attitudes, subjective norms and perceived behavioral control in the implementation of augmented reality applications for digital learning. The article is devoted to the study of the question: "How does conducting lectures through an extended application increase students' confidence and affect their attitudes and subjective norms?"*

Materials and methods. *Computer graphics and 3D modeling methods, Vuforia tracking development tools, Unity application development tools, as well as methods of system analysis, comparison, systems theory, as well as materials from open sources on the Internet were used.*

Results: *The analysis of didactic tools and technology "augmented reality" when implemented in an innovative educational process using digital educational solutions.*

Conclusion. *The expediency of integrating innovative educational technologies using augmented reality into the educational process has been studied. A unique digital solution ready for operation is proposed: an information and training program based on the use of augmented reality technology.*

Keywords: *AR; augmented reality; innovative technology; educational process; training*

For citation. *Kurganov A.A., Gilvanov R.G., Zyatikova L.A. The Use of Augmented Reality in the Educational Process. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 233-253. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-233-253*

Введение

Приложения дополненной реальности – это инновационные технологии в цифровом обучении, которые могут быстро улучшить обучение студентов в виртуальной среде. В этой статье рассматриваются отношения, а также субъективные и поведенческие нормы студентов в отношении инноваций в цифровом обучении, доступ к которым осуществляется через приложения дополненной реальности. Исследование предлагает теоретическую модель, основанную на теории запланированного поведения, и использует ее для изучения выбора учащимися приложений дополненной реальности в качестве инноваций в цифровом обучении в своих курсах. Принятие учащимися инноваций в цифровом обучении с помощью приложений дополненной реальности можно объяснить с помощью теории запланированного поведения везде, где поведенческие и субъективные факторы оказывали значительное влияние между тем воспринимаемый поведенческий контроль не продемонстрировал значительного влияния на студентов.

Из-за крайне инновационного характера цифрового обучения многие учащиеся сталкиваются с трудностями при участии в этих средах [1]. И студенты, и преподаватели столкнулись со значительными трудностями при выполнении практических частей многих курсов. Например, студенты инженеры и медики столкнулись с трудностями при онлайн-замене лабораторных занятий, которые ранее требовали очного обучения [2].

Различные авторы подчеркивают, что пандемия дает вузам возможность существенно пересмотреть свои системы обучения

и при этом переориентироваться, и подготовиться к будущим изменениям. Так, например, ученые [3] рекомендовали учебным заведениям внедрять новаторские подходы к продвижению цифрового обучения, устраняя при этом пробелы, с которыми учащиеся могут столкнуться при доступе к этим средам и их использованию. В связи с этим информационные и коммуникационные технологии, особенно дополненная реальность, могут сыграть важную роль в расширении опыта цифрового обучения и предоставлении учащимся возможности приобретать практические навыки с помощью этой среды. Дополненная реальность позволяет учащимся углубить свои знания и понимание виртуальных объектов с помощью трехмерных функций и расширяет участие пользователей с помощью интеллектуальных инструментов, таких как планшеты.

В этой статье обсуждается потенциал приложений дополненной реальности для значительного улучшения учебных способностей студентов и способности демонстрировать практические навыки. Эта статья предназначена для устранения пробелов в знаниях путем оценки отношения учащихся к цифровому обучению с помощью приложений дополненной реальности.

Приложения дополненной реальности

В нынешний период легкодоступных передовых технологий структура образования стала более разнообразной. Новые инструменты с их способностью облегчать взаимодействие между учащимися и преподавателями теперь используются в цифровых системах обучения в качестве эмпирических когнитивных устройств. Более того, визуализация с помощью интеллектуальных устройств, например, планшетов, может выполнять важные функции во многих различных ситуациях и может быть полезна для преодоления ограничений цифрового обучения. В исследованиях изучалось влияние приложений дополненной реальности на учебные намерения учащихся было обнаружено, что эти приложения

могут улучшить учебные достижения учащихся и их способности к обучению по сравнению с обычными методами обучения для всех типов классов. Например, профессор Дон Хи Шин [4] утверждал, что некоторые учащиеся не смогли лучше понять свою учебную программу с помощью традиционных онлайн-систем. Таким образом, приложения дополненной реальности играют важную роль в создании прочной связи между студентами и преподавателями с помощью 3D-приложений для онлайн-обучения.

Приложения дополненной реальности создают трехмерную реальность, которая может представить цифровой мир как физическое явление. Совместные технологии, т. е. приложения дополненной реальности, позволяют учащимся предлагать решения проблем, с которыми они сталкиваются. С помощью этих приложений учащиеся могут входить в виртуальную среду, активно вносить свой вклад и взаимодействовать с виртуальными вещами в реальном мире, расширяя свои трехмерные способности.

Гедонистическая ценность приложений дополненной реальности

Проще говоря, гедонистическая ценность относится к ценности, воспринимаемой через удовольствие и веселье в реальном времени. Преподавательский состав может обеспечить удовлетворенность студентов, предоставляя опыт в режиме реального времени с помощью приложений с гедонистической ценностью.

Гедонистическая ценность приложения заключается в предоставлении цифрового опыта, сопровождаемого реальными ощущениями, которые напоминают действия в физической среде. Например, проведение лабораторных экспериментов в интернете, может быть таким же приятным, как примерка одежды в цифровом виде. Сама гедонистическая ценность позволяет этим приложениям предоставлять своим пользователям понимание в реальном времени, повышая заинтересованность. Гедонистическая ценность является очень важной частью приложений дополненной реально-

сти, запуская рациональные и выразительные подходы учащихся таким образом, что напрямую связывает их с практическими эффектами. Аналогично, Джо Иванага, доктор медицинских наук, отделение нейрохирургии [5] изучил логическое и эмоциональное обучение и понимание учащихся как важные факторы их намерения извлечь выгоду из образования, основанного на дополненной реальности. Гедонистические ценности способствуют получению реальных знаний и вдохновению на их получение, включая элементы, влияющие на приверженность студентов курсу. В качестве иллюстрации из литературы Марк Арнольд, доктор философии [6] утверждал, что гедонистическая ценность определяет воспринимаемый пользователями поведенческий контроль, который, в свою очередь, влияет на их отношение и намерения. Это также повышает эффективность курса и максимизирует его понимание студентами, тем самым определяя точку выбора студентов, такие методы были исследованы с системами дополненной реальности. Эта инновация рассматривает приложения дополненной реальности, предлагая особый уровень понимания. Гедонистический аспект дополненной реальности существенно влияет на поведенческие намерения и отношение учащихся к цифровому обучению.

Утилитарная сторона приложений дополненной реальности

С утилитарной точки зрения приложения дополненной реальности предлагают логичное и полезное взаимодействие с конкретными объектами, которые потенциально могут влиять на поведенческие намерения пользователя. Эти приложения обладают большим потенциалом в качестве инноваций в существующих или новых системах цифрового обучения. Было установлено, что утилитарный аспект может улучшить видимость объектов и повысить их узнаваемость в среде реального времени, тем самым способствуя оптимистичному отношению пользователей и их воспринимаемому намерению использовать приложение. Они

также могут улучшить внешний вид онлайн-курсов, еще больше вовлекая и вдохновляя студентов на цифровое обучение.

Утилитарный аспект дополненной реальности повышает практическую ценность цифровых курсов и, следовательно, влияет на логическое понимание учащимися систем цифрового обучения.

Многие авторы проанализировали два аспекта приложений дополненной реальности, т. е. гедонистический и утилитарный, на поведенческие намерения пользователей [7].

Следовательно, в этом исследовании утверждается, что влияние приложений дополненной реальности на поведенческие намерения учащихся в отношении цифровых систем обучения остается недостаточно изученным. Поэтому были предложены следующие гипотезы, предполагающие приложения дополненной реальности как единую независимую переменную, а отношение учащихся, субъективные нормы и воспринимаемый поведенческий контроль как три отдельные зависимые переменные.

Это исследование было направлено на изучение характеристик приложений дополненной реальности в системах цифрового обучения. Интеграцию приложений дополненной реальности в цифровые системы обучения необходимо рассматривать с рациональной точки зрения. Использование студентами приложений дополненной реальности улучшает их знания, поскольку эти приложения предлагают трехмерное представление курса. Они также улучшают общение и улучшают результаты, в том числе максимизируют знания учащихся. Таким образом, настоящий момент – идеальное время для реализации идеи внедрения этого метода цифрового образования. Исследования Мурат Акчайир доктора философии [8] и Ю-цзин Чен [9] подчеркнули потенциал подходов к цифровому обучению для повышения качества образования. Джонпиль Чеон – адъюнкт-профессор программы «Учебные технологии» [10] предположил, что приложения дополненной реальности могут улучшить работу студентов с курсом, а также повысить их уровень уверенности.

Большинство учебных заведений использовали традиционные технологии (например, Zoom, Google Classroom) для проведения онлайн-курсов. Занятия, проводимые с использованием этих технологий, скорее всего, не удерживают внимание учащихся. Большинство людей, которые важны для студентов, против использования дополненного программного обеспечения для цифрового обучения. Для лучшего понимания этого явления необходимы дальнейшие исследования с помощью качественного анализа.

Значительные возможности, предлагаемые приложениями дополненной реальности, повышают уровень знаний учащихся и уменьшают психологические проблемы, связанные с цифровым обучением. В последнее время было запущено много сетей цифрового обучения. Эти площадки заявили, что приложения дополненной реальности представляют собой основные принципы курсовой работы, которые эффективно помогают студентам выполнять свою практическую работу. Приложения дополненной реальности и возможности совместной работы, которые они предлагают, добавляют отличительный элемент: возможность перенести присутствие смоделированных объектов в реальный мир, что оказывает значительное влияние на распознавание и композицию пользователей. Учитывая тренды цифровой трансформации как транспортных [11-17], так и логистических систем [18-24], а также современное состояние цифровой экономики [25-29], отраслевому транспортному образованию необходимо применять инновационные цифровые технологии для подготовки «специалиста будущего». В этом исследовании, таким образом, будут рассмотрены проблемы обеспечения реалистичного учебного опыта для обучающихся отраслевых транспортных вузов (на примере Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, ПГУПС).

Пример приложения дополненной реальности для обучения студентов

Была разработана информационно-обучающая программа на основе применения технологии дополненной реальности. В про-

цессе разработки использовались методы компьютерной графики и 3D моделирования. Работа проводилась с использованием набора средств разработки для трекинга Vuforia, средства разработки приложения Unity. В качестве примера трёхмерной модели была выбрана тележка грузового вагона Y25C, представленного на рисунке 1. Меню приложения и все его функции были написаны с помощью объектно-ориентированного языка программирования C#. Выбор языка обусловлен тем что библиотеки Unity написаны на C#. Сначала была выбрана трехмерная модель, которая будет отображаться на экранах устройств, затем было выбрано изображение, представленное на рисунке 2 для маркера. С помощью данного маркера, когда камера устройства наводится на него происходит отображения трехмерной модели на экранах устройств. После выбора модели и маркера на C# был написан функционал приложения, была добавлена краткая информация о частях трехмерной модели и звуковое сопровождение текста. При входе в приложение добавлена инструкция для работы с информационно-обучающей программой.

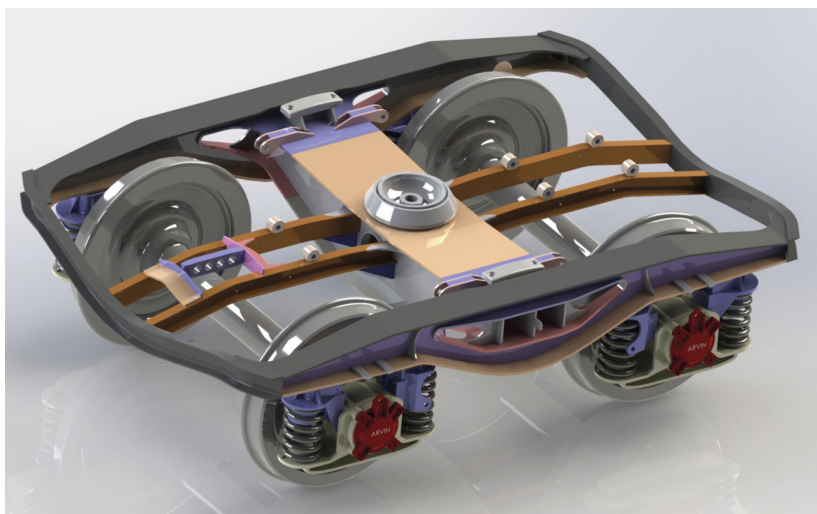


Рис. 1. Выбранная трехмерная модель



Рис. 2. Изображение, выбранное в качестве трекера

Для информационно-обучающей программы было разработано меню на C# представленная на рисунке 3.

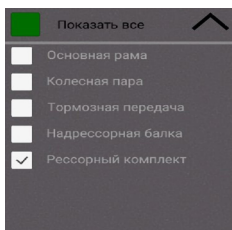


Рис. 3. Меню

В меню был добавлен список отдельных частей трехмерной модели, которые можно выбрать и на экране устройства будет отображаться только выбранная часть. Например, на рисунке 4 отображается только выбранный рессорный комплект. Так же можно вернуть отображение полноценной модели.



Рис. 4. Рессорный комплект

В информационно-обучающую программу была добавлена функция отображения краткой информации о модели или отдельной части трехмерной модели, кнопка, отвечающая за отображения информации представлена на рисунке 5.



Рис. 5. Кнопка при нажатии на которую происходит отображение информации

Например, на рисунке 6 отображается краткая информации о тормозной передаче.



Рис. 6. Отображение краткой информации

При входе в информационно-обучающую программу была добавлена инструкция для работы с ИОП показанная на рисунке 7.

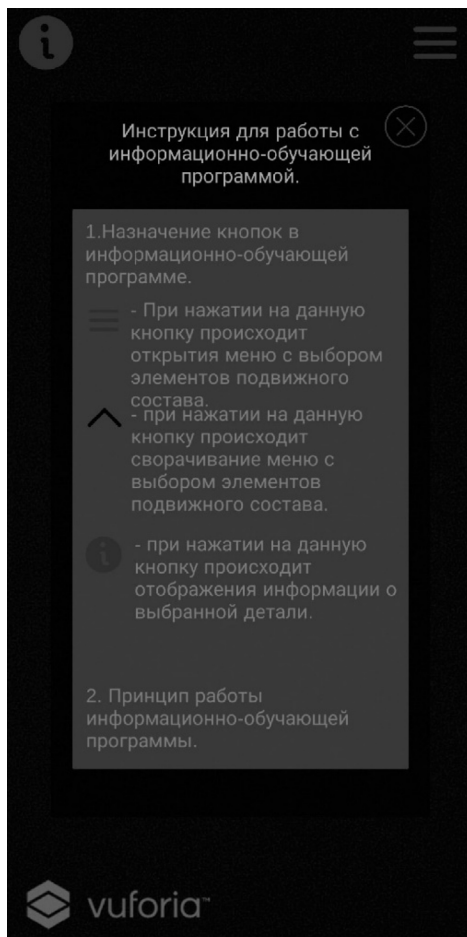


Рис. 7. Инструкция для работы с информационно-обучающей программой

Заключение

В этой статье обсуждается потенциал приложений дополненной реальности для значительного улучшения учебных способ-

ностей студентов и способности демонстрировать практические навыки. Проведение лекций через приложения дополненной реальности повышает уверенность студентов и влияет на их отношение и субъективные нормы. Многие учащиеся сталкиваются с трудностями при присоединении к онлайн-курсам через традиционные ресурсы. В статье описывается как приложения с дополненной реальностью повысят усвоение материала и положительно скажутся на обучение. Эта статья и ее выводы, подтверждающие эффективность этих приложений среди студентов, могут служить примером и источником мотивации для исследователей и учреждений в области образования перейти от использования обычных цифровых учебных приложений к приложениям дополненной реальности.

Список литературы

1. Ortega, H. C. A., Castro, R. D., Tolentino, J. C. G., Pusung, D. S. S., & Abad, R. D. The hidden curriculum in a Filipino pre-service physical educators' virtual ecology // *Edu Sportivo: Indonesian Journal of Physical Education*, 2022, vol. 3(1), pp. 25-40. [https://doi.org/10.25299/es:ijope.2022.vol3\(1\).8851](https://doi.org/10.25299/es:ijope.2022.vol3(1).8851)
2. Zethembe Mseleku. A Literature Review of E-Learning and E-Teaching in the Era of Covid-19 Pandemic // *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 2020, vol. 5, no. 10. <https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT20OCT430.pdf>
3. Mahmoud Maqableh, Mohammad Alia. Evaluation online learning of undergraduate students under lockdown amidst COVID-19 Pandemic: The online learning experience and students' satisfaction // *Children and Youth Services Review*, 2021, vol. 128. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2021.106160>
4. Donghee Shin. Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? // *Computers in Human Behavior*, 2018, vo. 78, pp. 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012>

5. Iwanaga J, Loukas M, Dumont AS, Tubbs RS. A review of anatomy education during and after the COVID-19 pandemic: Revisiting traditional and modern methods to achieve future innovation // *Clin Anat.* 2021, vol. 34, pp. 108-114. <https://doi.org/10.1002/ca.23655>
6. Mark J. Arnold, Kristy E. Reynolds. Hedonic shopping motivations // *Journal of Retailing*, 2003, vol. 79, no. 2, pp. 77-95. [https://doi.org/10.1016/S0022-4359\(03\)00007-1](https://doi.org/10.1016/S0022-4359(03)00007-1)
7. Mehdi Tajpour, Kursat Demiryurek, Nur Ilkay Abaci. Design the pattern of increasing satisfaction for international students: a qualitative study with the grounded theory approach // *International Journal of Management in Education.* 2021, vol. 15, no. 5. <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJMIE.2021.117589>
8. Murat Akçayır, Gökçe Akçayır, Hüseyin Miraç Pektaş, Mehmet Akif Ocağ. Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories // *Computers in Human Behavior*, 2016, vol. 57, pp. 334-342. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>
9. Yu-ching Chen. Effect of Mobile Augmented Reality on Learning Performance, Motivation, and Math Anxiety in a Math Course // *Journal of Educational Computing Research.* 2019, vol. 57, no. 7. <https://doi.org/10.1177/0735633119854036>
10. Jongpil Cheon, Sangno Lee, Steven M. Crooks, Jaeki Song. An investigation of mobile learning readiness in higher education based on the theory of planned behavior // *Computers & Education.* 2012, vol. 59, no. 3, pp. 1054-1064. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.04.015>
11. Покровская О.Д. Логистические накопительно-распределительные центры как основа терминальной сети региона. Монография. Новосибирск, 2012. 184 с.
12. Покровская О.Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России // *Инновационный транспорт.* – 2015. – № 1 (15). – С. 13-23.
13. Покровская О.Д. О терминологии объектов терминально-складской инфраструктуры // *Мир транспорта.* – 2018. – Т. 16. – № 1 (74). – С. 152-163.

14. Покровская О.Д. Логистическая классность железнодорожных станций // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2 (38). – С. 68-76.
15. Покровская О.Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций // Бюллетень результатов научных исследований. – 2022. – № 1. – С. 80-94.
16. Pokrovskaya O.D. Terminalistica as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions// Sustainable economic development of regions. Ed. By L. Shlossman. Vienna, 2014. С. 154-175.
17. Pokrovskaya O., Fedorenko R. Assessment of transport and storage systems // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 1115. С. 570-577. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37916-2_55
18. Куренков П.В., Вакуленко С.П. Финансово-экономическое решение проблемы пригородных перевозок // Экономика железных дорог. – 2012. – № 12. – С. 96.
19. Баритко А.Л., Куренков П.В. Организация и технология внешне-торговых перевозок // Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 8.
20. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Ситуационное управление перевозочным процессом // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2004. – № 11. – С. 14.
21. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Проблемы создания ситуационно-аналитической системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте// Бюллетень транспортной информации. – 2004. – № 9. – С. 22.
22. Формирование системы финансового менеджмента: теория, опыт, проблемы, перспективы/ Коллективная монография: Сафронова А.А., Рудакова Е.Н., Куренков П.В. и др. Москва, 2018. – 228 с.
23. Никифорова Г.И., Покровская О.Д. Процессно-логистический подход в управлении перевозками Железнодорожный транспорт. 2022. № 4. С. 21-23.
24. Космин В.В. Автомобильный и железнодорожный транспорт в обновленной транспортной стратегии Российской Федерации // Техник транспорта: образование и практика. Т. 3. № 1. 2022. С. 80-87. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.80-87>

25. Никифорова Г.И., Д.А. Цифровизация цепей поставок//Техник транспорта: образование и практика. – Т. 3. № 1. 2022. С.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>
26. Тасенкова Ю.В. Модернизация сети технологической связи на объектах железнодорожного транспорта с использованием технологии PON // Техник транспорта: образование и практика. Т.3.№ 4. 2022 С.417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>
27. Дроздова М.А. Международные санкции как средства регулирования мировой экономики // Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. Федеральное агентство железнодорожного транспорта, ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 113-116.
28. Дроздова М.А., Кравченко Л.А. Антиглобализм в контексте современного международного экономико-правового дискурса // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2020. Т. 1. № 3 (96). С. 247-253.
29. Дроздова М.А., Кравченко Л.А., Панков Д.А. Цифровая экономика и инфляция в период пандемии // В сборнике: Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 11-14.

References

1. Ortega, H. C. A., Castro, R. D., Tolentino, J. C. G., Pusung, D. S. S., & Abad, R. D. The hidden curriculum in a Filipino pre-service physical educators' virtual ecology // Edu Sportivo: Indonesian Journal of Physical Education, 2022, vol. 3(1), pp. 25-40. [https://doi.org/10.25299/es:ijope.2022.vol3\(1\).8851](https://doi.org/10.25299/es:ijope.2022.vol3(1).8851)
2. Zethembe Mseleku. A Literature Review of E-Learning and E-Teaching in the Era of Covid-19 Pandemic // International Journal of Innovative Science and Research Technology, 2020, vol. 5, no. 10. <https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT20OCT430.pdf>

3. Mahmoud Maqableh, Mohammad Alia. Evaluation online learning of undergraduate students under lockdown amidst COVID-19 Pandemic: The online learning experience and students' satisfaction // *Children and Youth Services Review*, 2021, vol. 128. <https://doi.org/10.1016/j.chidyouth.2021.106160>
4. Donghee Shin. Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? // *Computers in Human Behavior*, 2018, vo. 78, pp. 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012>
5. Iwanaga J, Loukas M, Dumont AS, Tubbs RS. A review of anatomy education during and after the COVID-19 pandemic: Revisiting traditional and modern methods to achieve future innovation // *Clin Anat*. 2021, vol. 34, pp. 108-114. <https://doi.org/10.1002/ca.23655>
6. Mark J. Arnold, Kristy E. Reynolds. Hedonic shopping motivations // *Journal of Retailing*, 2003, vol. 79, no. 2, pp. 77-95. [https://doi.org/10.1016/S0022-4359\(03\)00007-1](https://doi.org/10.1016/S0022-4359(03)00007-1)
7. Mehdi Tajpour, Kursat Demiryurek, Nur Ilkay Abaci. Design the pattern of increasing satisfaction for international students: a qualitative study with the grounded theory approach // *International Journal of Management in Education*. 2021, vol. 15, no. 5. <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJMIE.2021.117589>
8. Murat Akçayır, Gökçe Akçayır, Hüseyin Miraç Pektaş, Mehmet Akif Ocak. Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories // *Computers in Human Behavior*, 2016, vol. 57, pp. 334-342. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>
9. Yu-ching Chen. Effect of Mobile Augmented Reality on Learning Performance, Motivation, and Math Anxiety in a Math Course // *Journal of Educational Computing Research*. 2019, vol. 57, no. 7. <https://doi.org/10.1177/0735633119854036>
10. Jongpil Cheon, Sangno Lee, Steven M. Crooks, Jaeki Song. An investigation of mobile learning readiness in higher education based on the theory of planned behavior // *Computers & Education*. 2012, vol. 59, no. 3, pp. 1054-1064. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.04.015>

11. Pokrovskaya O.D. Logisticheskie nakopitel'no-raspreditel'nye tsen-try kak osnova terminal'noy seti regiona. Monografiya. Novosibirsk, 2012. 184 s.
12. Pokrovskaya O.D. Sostoyanie transportno-logisticheskoy infrastruktury dlya ugol'nykh perevozok v Rossii // Innovatsionnyy transport. – 2015. – № 1 (15). – S. 13-23.
13. Pokrovskaya O.D. O terminologii ob'ektov terminal'no-skladskoy infrastruktury // Mir transporta. – 2018. – T. 16. – № 1 (74). – S. 152-163.
14. Pokrovskaya O.D. Logisticheskaya klassnost' zheleznodorozhnykh stantsiy // Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2018. – № 2 (38). – S. 68-76.
15. Pokrovskaya O.D. Logisticheskie transportnye sistemy Rossii v usloviyakh novykh sanktsiy // Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issle-dovaniy. – 2022. – № 1. – S. 80-94.
16. Pokrovskaya O.D. Terminalistica as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions// Sustainable economic development of regions. Ed. By L. Shlossman. Vienna, 2014. S. 154-175.
17. Pokrovskaya O., Fedorenko R. Assessment of transport and storage systems // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. T. 1115. S. 570-577. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37916-2_55
18. Kurenkov P.V., Vakulenko S.P. Finansovo-ekonomicheskoe reshenie problemy prigorodnykh perevozok // Ekonomika zheleznykh dorog. – 2012. – № 12. – S. 96.
19. Baritko A.L., Kurenkov P.V. Organizatsiya i tekhnologiya vneshnetor-govykh perevozok // Zheleznodorozhnyy transport. – 1998. – № 8.
20. Mokhon'ko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Situatsionnoe upravlenie perevozochnym protsessom // Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyy informatsionnyy sbornik. – 2004. – № 11. – S. 14.
21. Mokhon'ko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Problemy sozdaniya situatsionno-analiticheskoy sistemy upravleniya perevozochnym protsessom na zheleznodorozhnom transporte// Byulleten' transportnoy informatsii. – 2004. – № 9. – S. 22.

22. Formirovanie sistemy finansovogo menedzhmenta: teoriya, opyt, problemy, perspektivy/ Kollektivnaya monografiya: Safronova A.A., Rudakova E.N., Kurenkov P.V. i dr. Moskva, 2018. – 228 s.
23. Nikiforova G.I., Pokrovskaya O.D. Protsessno-logisticheskiy podkhod v upravlenii perevozkami Zheleznodorozhnyy transport. 2022. № 4. S. 21-23.
24. Kosmin V.V. Avtomobil'nyy i zheleznodorozhnyy transport v obnovennoy transportnoy strategii Rossiyskoy Federatsii // Tekhnik transporta: obrazovanie i praktika. T. 3. № 1. 2022. S. 80-87. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.80-87>
25. Nikiforova G.I., D.A. Tsifrovizatsiya tsepey postavok//Tekhnik transporta: obrazovanie i praktika. – T. 3. № 1. 2022. S.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>
26. Tsenkova Yu.V. Modernizatsiya seti tekhnologicheskoy svyazi na ob'ektakh zheleznodorozhnogo transporta s ispol'zovaniem tekhnologii PON // Tekhnik transporta: obrazovanie i praktika. T.3.№ 4. 2022 S.417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>
27. Drozdova M.A. Mezhdunarodnye sanktsii kak sredstva regulirovaniya mirovoy ekonomiki // Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke. Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Federal'noe agentstvo zheleznodorozhnogo transporta, FGBOU VO PGUPS, 2020. S. 113-116.
28. Drozdova M.A., Kravchenko L.A. Antiglobalizm v kontekste sovremennoy mezhdunarodnogo ekonomiko-pravovogo diskursa // Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva. 2020. T. 1. № 3 (96). S. 247-253.
29. Drozdova M.A., Kravchenko L.A., Pankov D.A. Tsifrovaya ekonomika i inflyatsiya v period pandemii // V sbornike: Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke. Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. FGBOU VO PGUPS, 2020. S. 11-14.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Курганов Александр А., магистрант кафедры «Информационные и вычислительные системы»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

kurganovss666@gmail.com

Гильванов Ринат Гаффанович, к.воен.н., доц. кафедры «Информационные и вычислительные системы»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

Зятикова Людмила Александровна, аспирант кафедры «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

пут-пут78@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Alexander A. Kurganov, Master's student of the Department of Information and Computing Systems

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

kurganovss666@gmail.com

Rinat G. Gilvanov, Candidate of Military Sciences, Associate Professor of the Department "Information and Computing Systems"

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

Lyudmila A. Zyatikova, Postgraduate student of the Department of
Operational Work Management

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

lyud-nym78@mail.ru

Поступила 28.01.2023

После рецензирования 20.02.2023

Принята 25.02.2023

Received 28.01.2023

Revised 20.02.2023

Accepted 25.02.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-254-271
УДК 004.9



Научная статья | Информатика, вычислительная техника и управление

ГОЛОСОВОЕ ИНФОРМИРОВАНИЕ В ОАО «РЖД»

Ф.А. Ярмолинский, О.Д. Покровская, М.И. Меликов

Состояние вопроса. Работа посвящена исследованию процессов взаимодействия между компанией и потребителями в рамках предоставляемых информационных услуг с целью усовершенствования или нововведения методов голосового обращения для дальнейшей эксплуатации и автоматизации; а также обоснованию потребности в локальных исследованиях через рост автоматизации взаимодействия и быстроту получения и восприятия информации.

Материалы и/или методы исследования. Применялись материалы открытых источников сети Интернет, имитационное моделирование, анализ данных, теория систем, системный подход.

Результаты. Изучены информационные системы на «РЖД», использующие методы голосового информирования, проанализирована область, в рамках которой возможна автоматизация взаимодействия пользователя с системой, построена имитационная модель взаимодействия клиентов с системой методом голосового информирования с обеспечением выдачи информации по запросу.

Заключение. По итогам исследования предложено решение по автоматизации в области событийного информирования клиентов, пользующихся транспортными услугами «РЖД», сотрудников компании с целью улучшения обработки информации и автоматизации работы с ней. Предложенная модель позволит продемонстрировать и обосновать выдачу, обработку и передачу информации для перехода к внедрению голосового информирования, через

оценку восприятия и реакции сотрудников компании на реализацию звукового сопровождения и взаимодействия с системой посредством голоса. В результате предложено разработать модель, отражающую возможность работы с информационной системой при помощи голосового сопровождения и информирования.

Ключевые слова: информационные системы; голосовое информирование; автоматизация процессов; информация; валидация; дислокация; фреймворк; интерфейс; база данных

Для цитирования. Ярмолинский Ф.А., Покровская О.Д., Меликов М.И. Голосовое информирование в ОАО «РЖД» // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 254-271. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-254-271

Original article | Informatics, Computer Science and Management

VOICE INFORMATION IN JSC “RUSSIAN RAILWAYS”

F.A. Yarmolinsky, O.D. Pokrovskaya, M.I. Melikov

Background. *The work is devoted to the study of the processes of interaction between the company and consumers within the framework of the information services provided in order to improve or innovate the methods of voice communication for further operation and automation; as well as to substantiate the need for local research through the growth of automation of interaction and the speed of obtaining and perception of information.*

Materials and methods. *Materials from open sources on the Internet, simulation modeling, data analysis, systems theory, system approach.*

Results. *Information systems at Russian Railways using voice information methods have been studied, the area within which automation of user interaction with the system is possible has been analyzed, a simulation model of customer interaction with the system using voice information has been built to ensure the issuance of information on request.*

Conclusion. *Based on the results of the study, a solution was proposed for automation in the field of event-based informing of customers using the transport services of Russian Railways, company employees in order to improve information processing and automation of work with it. The proposed model will demonstrate and justify the issuance, processing and transmission of information for the transition to the introduction of voice information, through an assessment of the perception and reaction of the company's employees to the implementation of audio accompaniment and interaction with the system through voice. As a result, it is proposed to develop a model reflecting the possibility of working with an information system using voice guidance and information.*

Keywords: *information systems; voice informing; process automation; information; validation; dislocation; framework; interface; database*

For citation. *Yarmolinsky F.A., Pokrovskaya O.D., Melikov M.I. Voice Information in JSC "Russian Railways". International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 254-271. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-254-271*

Введение

В настоящей работе рассматривается возможность упростить жизнь любому человеку, пользующемуся услугами «РЖД»: сотрудникам компании, персоналу, в том числе маломобильным гражданам и незрячим людям. Информация, скорость ее обработки и усвоение лежат в основе пользования услугами компании ОАО «РЖД». Процесс автоматизации является основополагающим с точки зрения упрощения и ускорения работы с информацией, что и является основной причиной написания этой статьи [1].

Действующие методы голосового информирования – одна из основных форм обратной связи с пассажиром, но не всегда с сотрудником или клиентом услуг компании ОАО «РЖД». Именно эта область является основной в реализации развития голосового сопровождения [2]. В рамках написания данной статьи было также практически проверено, каким образом незрячему человеку

получить информацию о поезде, и наблюдается ли перспектива развития в области взаимодействия рабочего персонала с системами «РЖД» путем голосового сообщения.

В настоящее время в ОАО «РЖД» не в полном объеме функционирует голосовое сопровождение клиентов. Несмотря на объявления расписания на вокзалах, это не в полной мере конкретизирует передаваемую информацию. Своевременная и оперативная выдача информации по нужному поезду или направлению, заполнение справок, таблиц и других справочников практической информации в ОАО «РЖД», достигается за счет минимального физического контакта с устройствами ввода и вывода информации [3,4]. Поэтому в рамках стадии развития автоматизации процессов, с учетом ускорения и обеспечения дополнительного способа работы с информацией, было произведено исследование в области голосового информирования.

Заказ службы сопровождения незрячему и не только

«Здравствуйте. Соедините, пожалуйста, меня с центром содействия мобильности. Мне необходимо оформить заявку на помощь в сопровождении маломобильного пассажира. По электронной почте очень долго отвечают, на сайте оформить не могу, я — инвалид по зрению, а форма подачи заявки плохо озвучивается программами чтения экрана» – стандартная проблема заказа службы сопровождения [5]. Казалось бы, составить и оформить заявку не составит труда, но некоторые сервисы ограничены в возможности обработки информации. На данный момент оформить заявку на сопровождение при поездке, пользуясь, услугами компании «РЖД», можно не менее, чем тремя способами:

- 1) заказ сопровождения по телефону;
- 2) заказ сопровождения по электронной почте;
- 3) заказ сопровождения онлайн на сайте.

При заказе сопровождения по телефону приходится ждать определенное количество времени на ответ или переоформление

заявки на другого специалиста. Для заказа сопровождения необходимо знать дату отправления поезда, время отправления, номер поезда, станцию, место, вагон и т.д. Все эти сведения приходится постоянно держать в голове на всем протяжении оформления. Окончанием всех этапов составления запроса является выдача номера заявки, который требуется записать, запомнить или получить в виде SMS-сообщения.

Для заказа сопровождения по электронной почте в теле письма указываются данные пассажира, информация по отправлению поезда и время оказания услуги на сопровождение.

Для заказа на сайте «РЖД» при наличии необходимого оборудования и программного обеспечения предстоит заполнить форму на оформление заявки по сопровождению с учетом валидации некоторых форм и правильности ввода в них информации.

При рассмотрении в отдельности каждого способа оформления заявки, становится понятно, с какими трудностями приходится сталкиваться незрячему человеку. При наличии проблем со зрением, без оказания дополнительной помощи, заполнение заявки посредством почты или на официальном сайте компании теряет свою актуальность. Заявка по телефону может отнимать несправедливо много времени и ресурсов, при этом информацию об отправлении остается держать либо на носителе, либо в голове.

Все это отражает необходимость создания единого сервиса, который будет в себе содержать одновременно голосовое сопровождение и распознавание голоса, с возможностью заполнения заявки по форме и выдачи ее номера, а также голосовой обработки запроса о поезде по его номеру и предоставление информации о времени и станции отправления, прибытия и т.д. В перспективе развития предполагается после получения номера заявки при последующих обращениях к сервису возможность голосового распознавания и текстовая выдача информации по ней, продублированная голосовым помощником.

Голосовое информирование, сопровождение и радиосвязь в ОАО «РЖД»

В настоящее время в ОАО «РЖД» функционируют сравнительно не много систем с реализацией голосового сопровождения, исключением являются системы оповещения в сфере железнодорожного транспорта, включающих:

- 1) системы аварийного оповещения;
- 2) звуковые информационные системы (в том числе автоматизированные рабочие места на вокзалах);
- 3) системы громкой связи.

Основное назначение системы аварийного оповещения – оповещение людей об угрожающей им опасности в случае пожаров, чрезвычайных ситуаций, техногенных катастроф, природных катаклизмов, террористических угроз, донесение до них информации, касающейся их личной безопасности [6].

Звуковые информационные системы передают информацию от микрофона или источника заранее записанных звуковых сообщений, которые поступают на усилитель, где усиливаются и транслируются в линию громкоговорителей [6, 7].

Системы громкой связи являются основными источниками звукового информирования пассажиров, оповещения на путях и парковая связь на железнодорожном транспорте, без которых трудно представить современный ж/д вокзал [7].

Одной из реализаций систем громкой связи является система автоматического оповещения о приближении поезда к месту работ. Данный вид систем является одним из главных способов защиты, работающих на железнодорожных путях, от возможной угрозы столкновения приближающегося подвижного состава. Своевременное голосовое информирование работника компании к месту проведения работ – важная составляющая безопасности как сотрудников, так и движения поездов в целом. Должный уровень безопасности при проведении работ достигается не только исполнением требований техники безопасности и техническим

оснащением станций и перегонов, но и системами, реализующими автоматическое звуковое информирование в зависимости от ситуации на железной дороге. Помимо этого, система автоматического оповещения используется не только для голосового информирования при производстве работ на путях, но и для оповещения пассажиров на станциях о подходе поездов [8].

Другой реализацией систем громкой связи является ARSICS – система идентификации вагонов, цистерн, платформ. Автоматизированная оптико-электронная система считывания номеров вагонов подвижного состава железнодорожного транспорта «ARSICS» предназначена для распознавания и автоматической проверки по натурному листу идентификационных номеров грузовых вагонов подвижного состава железнодорожного транспорта. В ее функциональные возможности входит уведомление и голосовое оповещение оператора в случае несоответствия результатов распознавания данным натур-листа [9].

Область применения голосового информирования и звукового сопровождения

Рассмотрев небольшой список информационных систем, по-своему реализующих голосовое информирование, становится понятно, что область применения звукового сопровождения ограничена случаями, предусмотренными в самих системах. Так, например, не найдется аналогов взаимодействия с системой посредством голоса для запроса на помощь в передвижении мало-мобильного пассажира или возможность голосового взаимодействия клиента с системой по получению информации о подходе поезда. При этом область реализации звуковой передачи информации не ограничивается только этими ситуациями, поэтому в рамках написания данной статьи была рассмотрена имитационная модель предоставления услуг клиентам, которая в перспективе может представлять собой область взаимодействия с системой посредством голоса и представлена на рисунке 1.

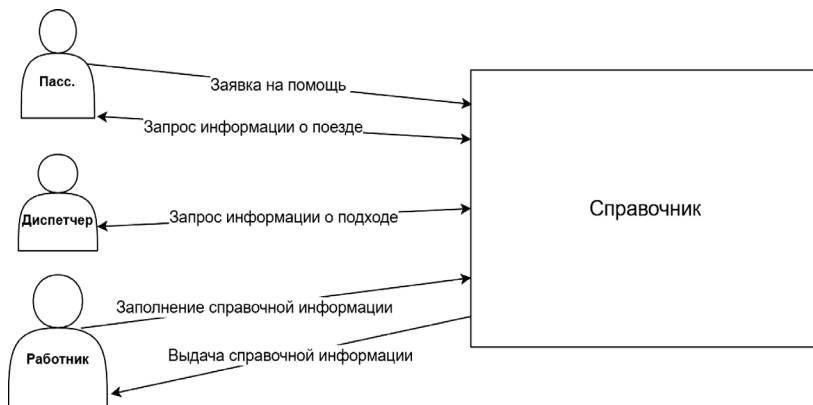


Рис. 1. Имитационная модель предоставления услуг клиентам «РЖД»

Данная модель отражает возможность взаимодействия любого пользователя системы с предоставлением информации в голосовом режиме. Вся информация, которая может храниться в системе, представлена в виде справочника, а его реализация может быть выражена хранением записей в базе данных. Обращения к системе могут быть представлены запросами различных протоколов прикладного уровня сетевой модели tcp/ip [10]. Так, например, пассажир может составить заявку на помощь в передвижении на вокзале, последовательно заполняя поля в голосовом режиме или получить информацию о поезде, назвав его номер. Для диспетчера при необходимости имеется возможность получить справочную информацию о дислокации вагонов, подходе состава к предприятию или портам. Работник может в онлайн-режиме получить справочные сведения по документации, предполагается, что справочник в текстовом формате хранит различные документы «РЖД» (справки), заполнения которых возможно при использовании голосового помощника.

Архитектура информационной системы

В дополнение к имитационной модели был разработан алгоритм взаимодействия между клиентом, пользующимся информа-

ционной системой, и сервером хранения данных. Предполагается, что архитектура системы будет представлять собой трёхуровневую клиент-серверную архитектуру. Согласно данной архитектуре система состоит из следующих компонентов [11]:

- 1) клиент (пользовательский интерфейс);
- 2) сервер приложений (логика приложения);
- 3) сервер базы данных (сервер хранения).

Схема архитектуры изображена на рисунке 2.

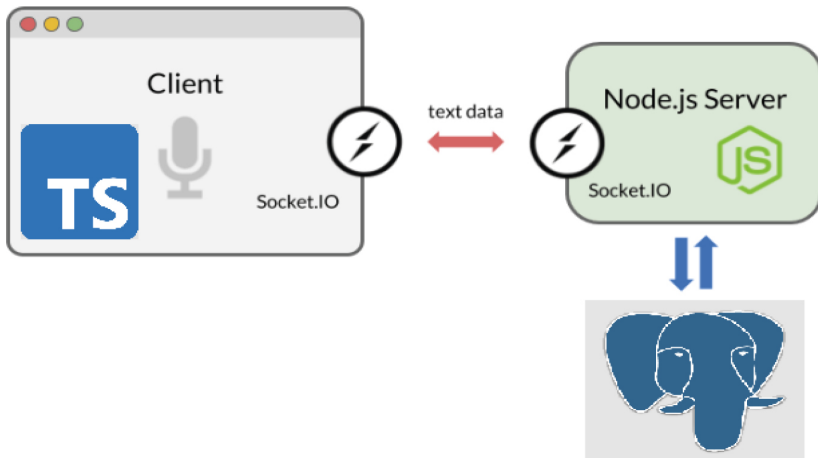


Рис. 2. Архитектура приложения

В качестве клиента может выступать браузер или телефон пользователя с доступом в интернет. Пользовательский интерфейс разрабатывается на языке программирования TypeScript при помощи фреймворка Angular JS. Сервер приложений, в свою очередь, будет представлять собой программный комплекс, реализованный на языке JavaScript, при помощи фреймворка Node JS. Взаимодействие между клиентом и сервером приложений осуществляется при помощи передачи http/https запросов на получение и передачу данных. Помимо этого, при помощи библиотеки Socket.IO предполагается двусторонний обмен информацией между клиентской и

серверной частями для передачи текстового представления распознанной речи от клиента, через сервер приложений, серверу базы данных. Конечным этапом прямого взаимодействия является связь с сервером БД, который реализован при помощи системы управления базами данных PostgreSQL. Сервер приложений передает запрос на получение данных серверу хранения, ответом на который получает данные в формате JSON, передавая их клиенту для последующего отображения в браузере [11].

Прототип информационной системы представлен на рисунке 3.

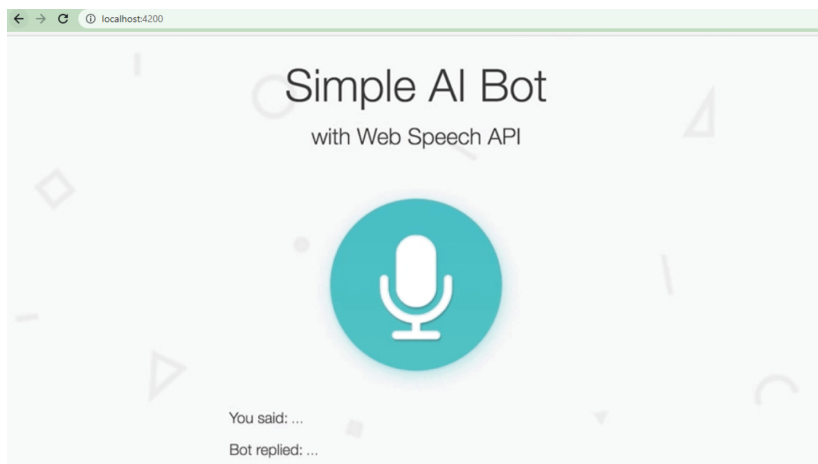


Рис. 3. Прототип информационной системы

Разрешив пользование микрофоном на веб-странице, бот приступит к прослушиванию фразы. После окончания фразы будет осуществляться поиск данных в базе и выдаваться результат текстом с голосовым сопровождением.

Восприятие информации

Люди способны воспринимать информацию зрительно, на слух, через обоняние, вкус и тактильно (через прикосновения). Человеческое восприятие информации складывается в разном

процентном соотношении, в зависимости от того, как человек воспринимает информацию и к какой группе относится:

- 1) визуалы (лучше усваивают графические изображения);
- 2) аудиалы (более развито слуховое восприятие);
- 3) вербалы (текстовый формат);
- 4) кинестетики (через тактильные ощущения, обоняние, осязание).

Процентное соотношение среднестатистического человека представлено на рисунке 2.



Рис. 4. Процентное соотношения восприятия информации

Очевидно, что звук играет важнейшую роль в восприятии информации человеком. При этом, скорость получения и ввода звуковой информации несравненно выше, чем текстовой [13-15].

Заключение

В рамках написания данной статьи было проведено исследование в области звукового информирования на ОАО «РЖД». Посто-

янный рост автоматизации и развития информационных систем ведет к тому, что пользователям услуг в скором времени понадобится свести передачу информации к минимальным физическим затратам, а доступ к ней сделать более конкретизированным. Дополнительная автоматизация и расширение возможностей работы человека с сервисами компании достигается за счет развития в области речевого сопровождения [16].

Дальнейшие исследования должны быть направлены на конкретизацию, формализацию и реализацию комплекса информационных систем, обеспечивающих голосовое взаимодействие с клиентом, обработку и хранение звуковой информации, и ее интерпретацию в текстовый формат с учетом трендов цифровой трансформации транспортной отрасли [17-20]. Надо полагать также, что предлагаемое цифровое решение может применяться не только в сфере пассажирских перевозок, но и в клиентоориентированном заказе сервиса по грузовым [21-23] и мультимодальным перевозкам «в одно окно» [24-28].

Список литературы

1. Лавренюк И. В. Автоматизированные системы управления на железнодорожном транспорте. – Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 242 с.
2. Шелестюк Е. В. Речевое воздействие // Онтология и методы исследования. 2-е издание, исправленное и дополненное. – Москва: «Наука», 2014. – 173 с.
3. Surf Разработка приложений. Голосовые помощники: что мешает и что ждет в будущем. URL: <https://www.cossa.ru/special/mobile/288951/> (дата обращения: 17.10.2022).
4. Важность голосового сопровождения в видеоролике. URL: <http://xn--b1ajevxe2a6b.xn--p1ai/blog/marketing-kontentom/vazhnost-golosovogo-soprovozhdeniya-v-videorolike#.Y003AWdByUk> (дата обращения: 17.10.2022).

5. Системы громкоговорящей связи для ж/д вокзалов: особенности и основные сложности реализации. URL: <https://rus-intercom.ru/articles/2019/sistemy-gromkogovoryashchey-svyazi-dlya-zh-d-vokzalov/> (дата обращения: 17.10.2022).
6. Система оповещения в сфере транспорта. URL: <https://www.secuteck.ru/articles/sistemy-opoveshcheniya-v-sfere-transporta> (дата обращения: 17.10.2022).
7. Ульянов, В.М, Меламед Ю.И., Болотин В.И., Жуков В.И., Федосов В.Д. Автоматическое устройство оповещения о приближении подвижного состава // Автоматика Связь Информатика. – 2001. – №5. – С. 38-42.
8. Тушко И. С. Транспортная безопасность на железнодорожном транспорте: проблематика и пути решения // Проблемы правоохранительной деятельности. 2019. №4. С. 62-67.
9. Москвичев О. В. Информационные технологии и информационно-управляющие системы на магистральном транспорте. – Самара: СамГУПС, 2015. – 287 с.
10. Http – протокол уровня приложений. URL: <https://habr.com/ru/post/137924/> (дата обращения: 17.10.2022).
11. Клиент-серверная архитектура в картинках. URL: <https://habr.com/ru/post/495698/> (дата обращения: 17.10.2022).
12. Будущее веб-технологий: создаем интеллектуального чат-бота, который может слушать и говорить. URL: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/336088/?ysclid=18a8mf8cil328367646> (дата обр.: 17.10.2022).
13. Как человек воспринимает информацию. URL: <https://www.sites.google.com/site/ucebnyjproet/kak-celovek-vosprinimaet-informaciu> (дата обращения: 17.10.2022).
14. Мухортова, Д. Д. Визуалы, аудиалы, кинестетики / Д. Д. Мухортова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 12 (116). – С. 787-789. – URL: <https://moluch.ru/archive/116/31787/> (дата обращения: 17.10.2022).
15. Высококачественное звуковоспроизведение / Ю. И. Козюренко. - М. : Радио и связь, 1993. – С. 56-60: ил.; 20 см. - (МРБ: Массовая радиобиблиотека; Вып. 1191).

16. Хомоненко А. Д., Бубнов В. П., Басыров А. Г. – СПб: «Лань», 2019. – 204 с.
17. Никифорова Г.И., Д.А. Цифровизация цепей поставок//Техник транспорта: образование и практика. – Том: 3. № 1. 2022. С.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>
18. Тасенкова Ю.В. Модернизация сети технологической связи на объектах железнодорожного транспорта с использованием технологии PON // Техник транспорта: образование и практика. Т.3.№ 4. 2022 С.417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>
19. Дроздова М.А., Кравченко Л.А., Панков Д.А. Цифровая экономика и инфляция в период пандемии // Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 11-14.
20. Дроздова М.А., Фурсова Е.А. Цифровизация отрасли железнодорожных перевозок: проблемы и успехи // III Бетанкуровский международный инженерный форум. Сборник трудов. 2021. С. 119-121.
21. Покровская О.Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России // Инновационный транспорт. 2015. № 1 (15). С. 13-23.
22. Покровская О.Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций // Бюллетень результатов научных исследований. 2022. № 1. С. 80-94.
23. Покровская О.Д. О терминологии объектов терминально-складской инфраструктуры // Мир транспорта. 2018. Т. 16. № 1 (74). С. 152-163.
24. Куренков П.В., Вакуленко С.П. Финансово-экономическое решение проблемы пригородных перевозок // Экономика железных дорог. – 2012. – № 12. – С. 96.
25. Баритко А.Л., Куренков П.В. Организация и технология внешне-торговых перевозок// Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 8.
26. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Ситуационное управление перевозочным процессом // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2004. – № 11. – С. 14.

27. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Проблемы создания ситуационно-аналитической системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте// Бюллетень транспортной информации. – 2004. – № 9. – С. 22.
28. Формирование системы финансового менеджмента: теория, опыт, проблемы, перспективы/ Коллективная монография: Сафронова А.А., Рудакова Е.Н., Куренков П.В. и др. Москва, 2018. – 228 с.

References

1. Lavrenyuk I. V. Automated control systems on railway transport. – Moscow: FSBI DPO “Educational and Methodological Center for education in railway transport”, 2017. - 242 p.
2. Shelestyuk E. V. Speech impact // Ontology and research methods. 2nd edition, revised and expanded. – Moscow: Nauka, 2014. – 173 p.
3. Surf Application development. Voice assistants: what hinders and what awaits in the future. URL: <https://www.cossa.ru/special/mobile/288951>
4. The importance of voice accompaniment in the video. URL: <http://xn--b1ajevxe2a6b.xn--p1ai/blog/marketing-kontentom/vazhnost-golosovogo-soprovozhdeniya-v-videorolike#.Y003AWdByUk>
5. Loudspeaker communication systems for railway stations: features and main difficulties of implementation. URL: <https://rus-intercom.ru/articles/2019/sistemy-gromkogovoryashchey-svyazi-dlya-zh-d-vokzalov>
6. Notification system in the field of transport. URL: <https://www.secuteck.ru/articles/sistemy-opoveshcheniya-v-sfere-transporta>
7. Ulyanov, V.M., Melamed Yu.I., Bolotin V.I., Zhukov V.I., Fedosov V.D. Automatic device for notification of the approach of rolling stock // Automation Communications Informatics. - 2001. – No. 5. – pp. 38-42.
8. Tushko I. S. Transport safety in railway transport: problems and solutions // Problems of law enforcement. 2019. No. 4. pp. 62-67.
9. Moskvichev O. V. Information technologies and information management systems on mainline transport. – Samara: SamGUPS, 2015. – 287 p.
10. Http is an application-level protocol. URL: <https://habr.com/ru/post/137924>

11. Client-server architecture in pictures. URL: <https://habr.com/ru/post/495698>
12. The future of web technologies: creating an intelligent chatbot that can listen and talk. URL: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/336088/?ysclid=18a8mf8cil328367646>
13. How a person perceives information. URL: <https://www.sites.google.com/site/ucebnyjproet/kak-celovek-vosprinimaet-informaci>
14. Mukhortova, D. D. Visuals, audials, kinesthetics / D. D. Mukhortova. – Text: direct // Young scientist. – 2016. – № 12 (116). – Pp. 787-789. – URL: <https://moluch.ru/archive/116/31787>
15. High-quality sound reproduction / Yu. I. Kozyurenko. - M. : Radio and Communications, 1993. – pp. 56-60: ill.; 20 cm. - (MRB: Mass Radio Library; Issue 1191).; ISBN 5-256-00537-5.
16. Homonenko A.D., Bubnov V. P., Basyrov A. G. – St. Petersburg: “Lan”, 2019. – 204 p.
17. Nikiforova G.I., D.A. Digitalization of supply chains // Transport technician: education and practice. – Volume: 3. No. 1. 2022. pp.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>
18. Tasenkova Yu.V. Modernization of the technological communication network at railway transport facilities using PON technology // Transport technician: education and practice. Vol.3. No. 4. 2022 P.417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>
19. Drozdova M.A., Kravchenko L.A., Pankov D.A. Digital economy and inflation during the pandemic // Innovative approaches to the development of economics and management in the XXI century. Proceedings of the III National Scientific and Practical Conference. FSBEI IN PGUPS, 2020. pp. 11-14.
20. Drozdova M.A., Fursova E.A. Digitalization of the railway transportation industry: problems and successes // III Betancourt International Engineering Forum. Collection of works. 2021. pp. 119-121.
21. Pokrovskaya O.D. The state of transport and logistics infrastructure for coal transportation in Russia // Innovative Transport. 2015. No. 1 (15). pp. 13-23.

22. Pokrovskaya O.D. Logistics transport systems of Russia under new sanctions // Bulletin of the results of scientific research. 2022. No. 1. pp. 80-94.
23. Pokrovskaya O.D. On terminology of objects of terminal and warehouse infrastructure // Mir transport. 2018. Vol. 16. No. 1 (74). pp. 152-163.
24. Kurenkov P.V., Vakulenko S.P. Financial and economic solution of the problem of suburban transportation//Economics of railways. – 2012. – No. 12. – p. 96.
25. Baritko A.L., Kurenkov P.V. Organization and technology of foreign trade transportation// Rail transport. – 1998. – № 8.
26. Mokhonko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Situational management of the transportation process // Transport: science, technology, management. Scientific information collection. – 2004. – No. 11. – p. 14.
27. Mokhonko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Problems of creating a situational and analytical control system for the transportation process in railway transport// Bulletin of transport information. - 2004. – No. 9. – p. 22.
28. Formation of the financial management system: theory, experience, problems, prospects/ Collective monograph: Safronova A.A., Rudakova E.N., Kurenkov P.V., etc. / Moscow, 2018. – 228 p.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Ярмолинский Федор Александрович, магистрант 2 курса

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

feodor1999@mail.ru

Покровская Оксана Дмитриевна, д.т.н., доц. заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

*Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация
insight1986@inbox.ru*

Меликов Марат Иламинович, аспирант 1 курса кафедры «Управление эксплуатационной работой»
*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация
m.melickow2015@yandex.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Fyodor A. Yarmolinsky, 2nd year Master's student

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
feodor1999@mail.ru*

Oksana D. Pokrovskaya, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Operational Work Management"

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
insight1986@inbox.ru*

Marat I. Melikov, 1st-year postgraduate student of the Department "Operational Work Management"

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
m.melickow2015@yandex.ru*

Поступила 29.01.2023

После рецензирования 20.02.2023

Принята 26.02.2023

Received 29.01.2023

Revised 20.02.2023

Accepted 26.02.2023

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-272-292
УДК 656.021.5



Научная статья | Управление процессами перевозок

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПУНКТА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

Е.В. Пакулина, О.Д. Покровская, А.А. Мигров

Состояние вопроса. Статья посвящена описанию проектного моделирования пункта опробования тормозов с его дальнейшей модернизацией в пункт технического обслуживания на пассажирской станции в Санкт-Петербургском транспортном узле.

Материалы и методы исследования. Применялись материалы открытых источников сети Интернет, теория логистики, теория систем, системный подход, проектное моделирование, экономическое обоснование, сравнение «как есть» и «как будет».

Результаты. По итогам анализа среднего времени простоя одного поезда при техническом обслуживании по станции технического обслуживания определен экономический эффект.

Заключение. По итогам исследования предложено решение по организации пункта технического обслуживания на железнодорожной станции Санкт-Петербург – Финляндский с соответствующим технико-экономическим обоснованием. С применением предложения возможно улучшить качественные показатели работы железной дороги и оптимизировать расходы. Установлено расчетным путем, что наличие пункта технического обслуживания на железнодорожной станции Санкт-Петербург – Финляндский позволит реализовать возможность поездам двигаться по заданному маршруту без необходимости производства вторичного технического осмотра на станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский.

Ключевые слова: пункт технического обслуживания; экономическая эффективность; проектное моделирование

Для цитирования. Пакулина Е.В., Покровская О.Д., Мигров А.А. Эффективность организации пункта технического обслуживания на железнодорожной станции // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 2. С. 272-292. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-272-292

Original article | Transportation Process Management

EFFICIENCY OF THE ORGANIZATION OF THE MAINTENANCE POINT AT THE RAILWAY STATION

E.V. Pakulina, O.D. Pokrovskaya, A.A. Migrov

Background. *The article is devoted to the description of the design modeling of the brake testing point with its further modernization into a maintenance point at a passenger station in the St. Petersburg transport hub.*

Materials and methods. *Materials from open Internet sources, logistics theory, systems theory, systems approach, project modeling, economic justification, comparison “as is” and “as will be” were used.*

Results. *Based on the results of the analysis of the average downtime of one train during maintenance at the service station, the economic effect was determined.*

Conclusion. *Based on the results of the study, a solution was proposed for the organization of a maintenance point at the St. Petersburg – Finlandsky railway station with an appropriate feasibility study. With the application of the proposal, it is possible to improve the quality performance of the railway and optimize costs. It has been established by calculation that the presence of a technical service point at the St. Petersburg – Finlyandsky railway station will allow trains to*

move along a given route without the need for a secondary technical inspection at the St. Petersburg – Sortirovochny – Moskovsky station.

Keywords: *maintenance point; economic efficiency; design modeling*

For citation. *Pakulina E.V., Pokrovskaya O.D., Migrov A.A. Efficiency of the Organization of the Maintenance Point at the Railway Station. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 272-292. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-2-272-292*

Железнодорожный транспорт занимает значительную долю национальной экономики, является локомотивом технического прогресса, содействует развитию производительных сил, обеспечению потребностей населения. Он связывает самые отдалённые места нашей страны, обеспечивает перевозку пассажиров и доставку грузов в труднодоступные места, в которых зачастую отсутствуют иные пути сообщения.

В целях упорядочения вагонопотоков, следующих по сети ОАО «РЖД», необходимо стремиться к рациональному использованию инфраструктуры и снижению экономических издержек в процессе эксплуатации инфраструктуры и подвижного состава. В последнее время на железнодорожном транспорте возникла потребность в разработке принципиально новой схемы управления вагонопотоками, поскольку существующие схемы уже не удовлетворяют возрастающим количествам вагонов в связи с увеличением объёмов перевозок. Их успешное внедрение и последующая модернизация позволит полностью удовлетворить существующий спрос в перевозках и даже создать возможности, позволяющие в перспективе удовлетворить возрастающий спрос, а также в значительной мере снизить себестоимость грузовых перевозок. Однако требуется развивать и прочие аспекты железнодорожных грузовых перевозок, например, сокращение договорных сроков доставок грузов за счёт рационализации использования железнодорожной инфраструктуры и развития технологии управления перевозками. Для реализации этой цели необходимо обеспечить

непрерывность перевозочного процесса на всём его протяжении, в частности, организуются пункты опробования тормозов и пункты технического обслуживания для возможности пропуска транзитных поездов от начальной до конечной станции без совершения технических операций в пути следования [1,2].

Проблема обеспечения бесперебойного и качественного технического обслуживания и починки вагонов – это регулярное снабжение перевозочного процесса железнодорожными вагонами и локомотивами в исправном техническом состоянии, не угрожающем безопасности движения и уменьшение расходов на его текущее обслуживание. Данная группа расходов прямо зависит от исправности подвижного состава и его ремонтпригодности.

Вопросы сокращения времени доставки грузов железнодорожным транспортом путём уменьшения количества переработок поезда в пути следования и уменьшения среднего простоя рассматривались в научной литературе через призму повышения эффективности управления перевозочным процессом с учётом соблюдения норм и правил безопасности движения, сокращения среднего времени нахождения грузового под техническими операциями и увеличения количества проследуемых станций без производства на них технических операций, например, с использованием логистических методов и методов динамического программирования [3-8], экономико-математического моделирования и ситуационного управления [9-13].

Тенденция роста грузопотока на железной дороге требует соразмерного увеличения и пропускной способности железнодорожной сети. Добиться её повышения можно как путём более эффективного управления вагонопотоками, так и снижением времени доставки грузов. Последнее можно реализовать путём сооружения на сети новых пунктов опробования тормозов и пунктов технического обслуживания, а также модернизация существующих. В случае снижения сроков доставки грузов себестоимость перевозимых грузов также уменьшится. В результате железнодорожный транс-

порт получит конкурентное преимущество перед другими видами транспорта, например, автомобильным, что приведёт к дополнительному притоку грузопотока на железнодорожный транспорт и, следовательно, увеличению получаемой прибыли от реализации транспортной продукции. Помимо этого, возможно также рост сторонних инвестиций в структуру железнодорожного транспорта, что будет способствовать его дальнейшему развитию. Однако следует также учитывать увеличение капиталовложений на обустройство вышеупомянутых сооружений, что потребует дополнительных финансовых затрат. Поэтому перед реализацией поставленной задачи целесообразно дополнительно провести сравнение капитальных затрат и экономических вложений по вариантам. В случае реализации поставленной задачи значительно вырастет пропускная способность железнодорожной сети в результате уменьшения простоев вагонов под операциями на технических станциях. Помимо вышесказанного, реализация поставленной задачи может потребовать изменения или полной переработки схемы управления вагонопотоками, поскольку в этом случае поменяются нормы времени на технические операции с грузовым нетяговым подвижным составом и как следствие время его нахождения на технических станциях. Изменения в подобных схемах требуют дополнительных вложений, и их следует учитывать в технико-экономических сравнениях вариантов, например, с использованием средств и методов, изложенных в работах [2,8,12,14-17].

Важнейшей задачей нынешнего времени является увеличение износоустойчивости нетягового подвижного состава, которая в последнее время падает в связи с техническим и моральным старением парка вагонов. Следовательно, отсутствует возможность внедрения инновационных технологий управления перевозками, обеспечить спрос в перевозочной продукции, прирастить межремонтные сроки, гарантийные плечи пробега, массы поездов, улаживать иные проблемы, диктуемые нынешним периодом, требованиями безопасности движения, сокращения эксплуатационных затрат.

В табл. 1 представлен типовой технологический график технического обслуживания поезда своего формирования с опробованием тормозов





Таблица 1.

Типовой технологический график технического обслуживания поезда своего формирования с опробованием тормозов

№ п/п	Наименование операции	Выполнение			Исполнитель
		До предъявления	Техническое обслуживание	После ТО	
1	Постановка состава поезда после окончания формирования в парк отправления				ДСП; машинист маневрового локомотива
2	Проход на маршрут приёма поездов к «островкам безопасности»				ОРВ
3	Контроль технической исправности «сходу»				ОРВ занятые во встрече поезда, оператор, ДСП
4	Закрепление и дальнейшее сжатие состава; отвод маневрового локомотива				Работники станции; машинист маневрового локомотива
5	Ограждение состава и предъявление его к техническому обслуживанию				ДСП, оператор ОРВ
6	Соединение тормозных рукавов, зарядка тормозной магистрали				ОРВ
7	Осмотр состава на наличие неисправностей				ОРВ
7.1	Ремонт без отцепки вагонов от состава				ОРВ
8	Производство опробования тормозов от стационарной установки				ОРВ, оператор

№ п/п	Наименование операции	Выполнение			Исполнитель
		До предъявления	Техническое обслуживание	После ТО	
8.1	Постановка манометра, определение давления в хвосте поезда, контроль исправности тормозной магистрали, определение времени на отпуск автотормозов и оценка плотности тормозной магистрали				ОРВ
8.2	Выдержка, ступень торможения и проход по заторможенному составу				ОРВ
8.3	Отпуск и осуществление прохода по составу с отпущенными автотормозами				ОРВ
8.4	Устранение неисправностей, найденных в процессе полного опробования тормозов				ОРВ
8.5	Производство отключения тормозной магистрали от установки; подача информации о времени завершения; отход на безопасную дистанцию от поезда				Оператор; ОРВ
9	Производство снятия ограждения				ДСП, Оператор
10	Проследование поездного				Машинист; ОРВ

№ п/п	Наименование операции	Выполнение			Исполнитель
		До предъявления	Техническое обслуживание	После ТО	
	локомотива к составу; сцепление тормозных рукавов головного вагона и локомотива; контроль сцепления автосцепок поездного локомотива и головного вагона				
11	Производство ограждение состава		—		ДСП, Оператор, ОРВ
12	Проведение сокращённое опробования автотормозов				
12.1	Постановка манометра, контроль целостности тормозной магистрали, замер давления в хвосте поезда				Машинист; ОРВ
12.2	Контроль плотности тормозной магистрали				Машинист; ОРВ
12.3	Контроль действия автотормозов по двум хвостовым вагонам и ступень торможения				Машинист; ОРВ
12.4	Отпуск и контроль отпуска тормозов двух хвостовых вагонов; увязка ручки концевого крана, навес хвостового сигнала, закрепление соединительного рукава, передача информации				Машинист; ОРВ оператор; ДСП

№ п/п	Наименование операции	Выполнение			Исполнитель
		До предъявления	Техническое обслуживание	После ТО	
	оператору об окончании сокращённого опробования тормозов (технического обслуживания состава); передача Справки об обеспечении поезда тормозами и исправном их действии машинисту поезда; отход от состава;				
13	Производство снятия ограждения				ДСП, оператор ОРВ
14	Ввод сообщения 221 в АСУ ПТО				Оператор
15	Итого: общее затраченное время на выполнение всех операций				
16	Передача информации о готовности поезда отправиться; отправление поезда; производство осмотра поезда «сходу»				ДСП; машинист; ОРВ

Одним из решений указанной проблемы может стать трансформация пункта опробования тормозов в пункт технического обслуживания на станциях отправления грузовых (контейнерных) поездов. Для примера рассмотрим в данной работе железнодорожную станцию Санкт-Петербург–Финляндский.

Нами были определены следующие функциональные задачи организации нового пункта технического обслуживания на железнодорожной станции Санкт-Петербург – Финляндский:

– отмена технического осмотра маршрутов гружёных поездов, прошедших формирование на станции Санкт-Петербург – Финляндский, по станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский.

– исключение непроизводительного простоя локомотива с локомотивной бригадой на станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский

– ликвидация нецелесообразного перепробега со станций Санкт-Петербург – Финляндский до станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский

Определение указанных задач стало возможным исходя из анализа причин необходимости организации нового пункта технического обслуживания на железнодорожной станции Санкт-Петербург – Финляндский:

– необходимость исключения повторно технического осмотра (с целью установления гарантийного плеча) маршрутных поездов, сформированных на станции Санкт-Петербург – Финляндский по станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский.

– высвобождение вывозного локомотива.

Рассмотрим модель процессов, реализуемых на станции, в состоянии **«как есть»** и **«как будет»**.

Вариант 1 «Как есть».

Станция Санкт-Петербург – Финляндский по производимой на ней работе относится к пассажирской и является станцией 1 класса.

Станция Санкт-Петербург – Финляндский относится к типу пассажирской станции 1 класса с объемлющим расположением главных путей, с комбинированным расположением парков.

Станция разбита на два района, специализирующихся на выполняемой работе: пассажирский (район №1) и грузовой (район №2).

Пассажирский район специализируется на приёме и отправлении пассажирских и пригородных поездов, для отстоя электропоездов и других технических целей, и содержит парки – «Б», «П», «С», «И», «А», главные пути №№ I, II, III, IV, путь № 3Ж парка «Ж», пути необщего пользования.

Грузовой район специализируется на обработке, формировании, расформировании и отправлении грузовых поездов, выгрузки и погрузке вагонов и в нём содержатся 6 парков – «Д», «Л», «М», «В», «Г», «Н», два пути, а также все пути необщего пользования, примыкающие к станции. В качестве сортировочного устройства используется вытяжной путь №1Д парка «Д».

Путевое развитие станции включает в себя: четыре парка отстоя, перронный парк, погрузочно-выгрузочный парк «В», пять погрузочно-выгрузочных парков, приёмо-отправочный парк и сортировочно-отправочный парк, которые расположены комбинированно.

В настоящий момент на станции Санкт-Петербург – Финляндский формируются контейнерные поезда назначением на станцию Новосибирск – Восточный Западно-Сибирской железной дороги и станцию Владивосток Дальневосточной железной дороги. Ввиду того, что на станции Санкт-Петербург – Финляндский имеется только пункт опробования тормозов (далее – ПОТ), отправление данных поездов со станции Санкт-Петербург – Финляндский осуществляется до ближайшего пункта технического осмотра, расположенного на станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский, где осуществляется технический осмотр вагонов контейнерных поездов по гарантийному плечу до станции Кошта Северной железной дороги.

Во время стоянки на станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский у данных поездов происходит смена локомотивов и локомотивных бригад. Продолжительность занятия пути станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский одним контейнерным поездом от момента прибытия до момента отправления в среднем составляет 3 часа.

Вариант 2 «Как будет».

При организации пункта технического обслуживания (далее – ПТО) на станции Санкт-Петербург – Финляндский будет достигнута:

а) возможность производства технического осмотра поездов на станции Санкт-Петербург – Финляндский назначением на станции Владивосток и Новосибирск – Восточный (в среднем 12

поездов в месяц) и установление гарантийного плеча от станции Санкт-Петербург – Финляндский до станции назначения

б) исключение технического осмотра гружёных маршрутов, прошедших формирование на станции Санкт-Петербург – Финляндский, по станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский.

Наличие ПТО на железнодорожной станции Санкт-Петербург – Финляндский позволит реализовать возможность поездам двигаться по заданному маршруту без необходимости производства вторичного технического осмотра на станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский.

Данные преобразования позволят исключить осмотр по станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский, 12 поездов в месяц с экономией времени 36,0 поездо-часов.

В таблице 2 приведены результаты анализа изменений.

Таблица 2.

Анализ изменений

№	Наименование раздела	Изменения
1	Функции организационных единиц	Исключится необходимость повторного технического осмотра (с целью установления гарантийного плеча) маршрутных поездов, сформированных на станции Санкт-Петербург – Финляндский по станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский.
2	Штатное расписание организационных единиц	Нет необходимости вводить дополнительно штатные единицы в штат депо
3	Система ключевых индикаторов	Не изменится

Рассмотрим теперь показатели деятельности организационной единицы.

Организация нового пункта технического обслуживания на железнодорожной станции Санкт-Петербург – Финляндский позволит улучшить эксплуатационные показатели работы железнодорожной станции Санкт-Петербург - Сортировочный – Московский.

В среднем в месяц железнодорожная станция Санкт-Петербург – Финляндский формирует 12 поездов направления, следующих на железнодорожную станцию Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский для осмотра на ПТО.

Анализ рисков при введении предлагаемых изменений показал следующее. В связи с тем, что штат работников существующего ПОТ станции Санкт-Петербург – Финляндский останется неизменным, вся необходимая инфраструктура на станции уже есть, возможные технологические, экономические, организационные (управленческие), социальные и прочие риски, связанные с реализацией планируемых организационных изменений отсутствуют.

Эффективность предлагаемых изменений заключается в следующем.

Произведем расчет затрат от организации ПТО на станции Санкт-Петербург – Финляндский.

Запасные части при неснижаемом запасе по приказу № 28Ц составят 615 000,00 рублей.

При производстве работ по техническому обслуживанию и установлению гарантии дооснащение участка до требований предъявляемого «Регламентом технической оснащённости производственных участков и подразделений эксплуатационных вагонных депо» № 693-2015 ПКБ ЦБ:

- подключения здания ПОТ к сети передачи данных (СПД). Ориентировочная стоимость оборудования составляет 68585,00 рублей;
- организация автоматического рабочего места с АСУ ПТО. Ориентировочная стоимость оборудования составляет 52000,00 рублей;
- оборудованные «островки безопасности».

Итого для дооснащения по регламенту потребуется:

$68585 + 70000 = 120585,00$ руб. или 0,120585 млн. рублей.

Экономический эффект от организации пропуска грузовых поездов со станции Санкт-Петербург – Финляндский без техни-

ческого обслуживания на станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский заключается в следующем:

1) от оптимизации работы локомотивных бригад и электровозов:

$$a * b * c + a * b * d = q$$

a – количество грузовых поездов в месяц;

b – количество часов простоя одного поезда при техническом обслуживании по станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский;

c – бригадо-час локомотивных бригад в процессе работы на грузовом локомотиве для железной дорога приписки локомотивных бригад/сети железных дорог;

d – локомотиво-час электровозов эксплуатируемого парка ОАО «РЖД» в грузовом движении по региону сети железных дорог.

q – оптимизация работы локомотивных бригад и электровозов $12*3*1376,65+12*3*313,87= 60\ 858,72$ рублей в месяц;

2) от сокращения простоя грузового поезда на станционных путях:

$$a * b * c = q$$

a – количество грузовых поездов в месяц;

b – количество часов простоя одного поезда при техническом обслуживании по станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский;

c – поездо-час простоя грузового поезда на станционных путях (электротяга) без учёта ввода/вывода локомотивов из/на консервации

q – сокращения простоя грузового поезда на станционных путях $12*3*1853,49 = 66\ 725,64$ рублей в месяц;

3) от высвобождения вывозного локомотива:

$$a * b (c + d) = q$$

a – количество грузовых поездов в среднем в сутки;

b – количество часов одного вывозного локомотива;

c – стоимость 1 локомотива-часа вывозного локомотива со станции Санкт-Петербург – Финляндский до станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский.

d – стоимость 1 бригада-часа локомотивных бригад вывозного тепловоза со станции Санкт-Петербург – Финляндский до станции Санкт-Петербург – Сортировочный – Московский.

q – высвобождение вывозного локомотива

$$12*5*(1118,41+1011,95) = 127821,6 \text{ рублей в месяц};$$

Таким образом, потенциальный экономический эффект составит: $(60\ 858,72 + 66\ 725,64 + 127\ 821,6)*12 - 120\ 585,00 = 2\ 944\ 286,52$ руб. или 2,944 млн. рублей в первый год (с учетом единовременных вложений);

Ежегодный экономический эффект от организации ПТО по железнодорожной станции Санкт-Петербург – Финляндский, начиная со второго года, может составить:

$$(60\ 858,72 + 66\ 725,64 + 127\ 821,6)*12 = 3\ 064\ 871,52 \text{ руб. в год} -$$

По результатам проведенного исследования эффективности организации пункта технического обслуживания вагонов на железнодорожной станции Санкт-Петербург – Финляндский можно заключить, что:

- организация ПТО на рассматриваемой станции позволит улучшить качественные показатели работы железной дороги, при этом, ежегодные расходы на содержание не потребуются;
- для организации работы ПТО Санкт-Петербург - Сортировочный-Московский на станции Санкт-Петербург - Финляндский по объёму I этапа (126 вагонов в смену) нет необходимости вводить дополнительно штатные единицы в штат депо;
- необходимы разовые финансовые вложения на дооснащение участка до требований «Регламента технической оснащённости производственных участков и подразделений эксплуатационных вагонных депо» № 693-2015 ПКБ ЦВ в размере 0,120585 млн рублей;
- дальнейшим направлением исследований может стать применение процессных моделей при определении, например,

потребного путевого развития, параметров местной работы [18-19], во взаимосвязи с вопросами рационального выбора вариантов организации эксплуатационной работы в целом, включая техническое обслуживание и мн.др.

Таким образом, в исследовании расчетным путем подтверждена экономическая эффективность организации ПТО по рассматриваемой железнодорожной станции.

Список литературы

1. Астахова, Н. И. Менеджмент : учебник / Н. И. Астахова, Г. И. Москвитин ; под общ. ред. Н. И. Астаховой, Г. И. Москвитина. – М.: Юрайт, 2017. – 422 с.
2. Талдыкин В.П. Экономика отрасли: учеб. пособие. – М. ФГОУ УМЦ ЖДТ, 2016. – 544 с.
3. Покровская О.Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России // Инновационный транспорт. 2015. № 1 (15). С. 13-23.
4. Покровская О.Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций // Бюллетень результатов научных исследований. 2022. № 1. С. 80-94.
5. Покровская О.Д. О терминологии объектов терминально-складской инфраструктуры // Мир транспорта. 2018. Т. 16. № 1 (74). С. 152-163.
6. Кизляк О.П., Крюкова В.С. Пути повышения эффективности управления логистикой предприятия. // Образование, перевозки, логистика. Сборник научных статей. К 90-летию юбилею факультета «Управление перевозками и логистика» ФГБОУ ВО ПГУПС. Санкт-Петербург, 2020. С. 115-117.
7. Sergeeva T. Private wagon fleet management in a digitised industry. Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Т. 402 LNNS. С. 361-370.
8. Кизляк О.П., Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г. Исследование информационной и материальной подсистем логистической цепи доставки внешнеторговых грузов Вестник транспорта Поволжья. 2019. № 6 (78). С. 55-61.

9. Куренков П.В., Вакуленко С.П. Финансово-экономическое решение проблемы пригородных перевозок // Экономика железных дорог. – 2012. – № 12. – С. 96.
10. Баритко А.Л., Куренков П.В. Организация и технология внешне-торговых перевозок// Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 8.
11. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Ситуационное управление перевозочным процессом // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2004. – № 11. – С. 14.
12. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Проблемы создания ситуационно-аналитической системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте // Бюллетень транспортной информации. – 2004. – № 9. – С. 22.
13. Формирование системы финансового менеджмента: теория, опыт, проблемы, перспективы/ Коллективная монография: Сафронова А.А., Рудакова Е.Н., Куренков П.В. и др. / Москва, 2018. – 228 с.
14. Никифорова Г.И., Д.А. Цифровизация цепей поставок // Техник транспорта: образование и практика. – Том: 3. № 1. 2022. С.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>
15. Тасенкова Ю.В. Модернизация сети технологической связи на объектах железнодорожного транспорта с использованием технологии PON // Техник транспорта: образование и практика. Т.3.№ 4. 2022 С.417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>
16. Дроздова М.А., Кравченко Л.А., Панков Д.А. Цифровая экономика и инфляция в период пандемии // Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 11-14.
17. Дроздова М.А., Фурсова Е.А. Цифровизация отрасли железнодорожных перевозок: проблемы и успехи // III Бетанкуровский международный инженерный форум. Сборник трудов. 2021. С. 119-121.
18. Косенко, С. А. Совершенствование системы ведения рельсового хозяйства на магистральных железных дорогах Республики Казахстан : спец. 05.22.06 «Железнодорожный путь, изыскание и

проектирование железных дорог»: дис. ... д-ра техн. наук / Косенко Сергей Алексеевич ; Казах. акад. трансп. и коммуникаций им. М. Т. Тынышпаева. – Алматы, 2007. – 288 с.

19. Богданович, С.В. Рационализация местной работы станции// Политранспортные системы: материалы X междунар. науч.-техн. конф. (Новосибирск, 15-16 ноября 2018 г.) – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2019. С. 147-149.

References

1. Astakhova, N. I. Management : textbook / N. I. Astakhova, G. I. Moskvitin ; under the general editorship of N. I. Astakhova, G. I. Moskvitin. – М.: Yurayt, 2017. – 422 p
2. Taldykin V.P. Economics of the industry: textbook. manual. – М. FGOU UMTS ZhDT, 2016. – 544 p.
3. Pokrovskaya O.D. The state of transport and logistics infrastructure for coal transportation in Russia // Innovative Transport. 2015. No. 1 (15). pp. 13-23.
4. Pokrovskaya O.D. Logistics transport systems of Russia under new sanctions // Bulletin of the results of scientific research. 2022. No. 1. pp. 80-94.
5. Pokrovskaya O.D. On terminology of objects of terminal and warehouse infrastructure // Mir transport. 2018. Vol. 16. No. 1 (74). pp. 152-163.
6. Kizlyak O.P., Kryukova V.S. Ways to improve the efficiency of enterprise logistics management // Education, transportation, logistics. Collection of scientific articles. To the 90th anniversary of the Faculty of “Transportation Management and Logistics” of the FSUE IN PGUPS. St. Petersburg, 2020. pp. 115-117.
7. Sergeeva T. Private wagon fleet management in a digitised industry. Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 402 LNNS. pp. 361-370.
8. Kizlyak O.P., Nikiforova G.I., Sergeeva T.G. Research of information and material subsystems of the logistics chain of delivery of foreign

- trade goods Bulletin of transport of the Volga region. 2019. No. 6 (78). pp. 55-61.
9. Kurenkov P.V., Vakulenko S.P. Financial and economic solution to the problem of suburban transportation//Economics of railways. – 2012. – No. 12. – p. 96.
 10. Baritko A.L., Kurenkov P.V. Organization and technology of foreign trade transportation// Rail transport. – 1998. – No. 8.
 11. Mokhonko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Situational management of the transportation process // Transport: science, technology, management. Scientific information collection. – 2004. – No. 11. – p. 14.
 12. Mokhonko V.P., Isakov V.S., Kurenkov P.V. Problems of creating a situational and analytical control system for the transportation process in railway transport// Bulletin of transport information. - 2004. – No. 9. – p. 22.
 13. Formation of a financial management system: theory, experience, problems, prospects/ Collective monograph: Safronova A.A., Rudakova E.N., Kurenkov P.V., etc. / Moscow, 2018. – 228 p.
 14. Nikiforova G.I., D.A. Digitalization of supply chains//Transport technician: education and practice. – Volume: 3. No. 1. 2022. pp.63-69. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.63-69>
 15. Tsenkova Yu.V. Modernization of the technological communication network at railway transport facilities using PON technology // Transport technician: education and practice. Vol.3.No. 4. 2022 pp.417-423. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.417-423>
 16. Drozdova M.A., Kravchenko L.A., Pankov D.A. Digital economy and inflation during the pandemic // In the collection: Innovative approaches to the development of economics and management in the XXI century. Proceedings of the III National Scientific and Practical Conference. FGBOU VO PGUPS, 2020. pp. 11-14.
 17. Drozdova M.A., Fursova E.A. Digitalization of the railway transportation industry: problems and successes // In the collection: III Betancourt International Engineering Forum. Collection of works. 2021. pp. 119-121.

18. Kosenko, S. A. Improvement of the rail management system on the main railways of the Republic of Kazakhstan : spec. 05.22.06 “Railway track, survey and design of railways” : dis. ... doctor of technical sciences / Kosenko Sergey Alekseevich; Kazakh. acad. transp. and communications named after M. T. Tynyshpaev. – Almaty, 2007. – 288 p.
19. Bogdanovich, S.V. Rationalization of the local operation of the station// Polytransport systems: materials of the X International Scientific and Technical conf. (Novosibirsk, November 15-16, 2018) – Novosibirsk: SSUPS Publishing House, 2019. pp. 147-149.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Пакулина Елена Вячеславовна, инженер кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

Elena_pakulina29@mail.ru

Покровская Оксана Дмитриевна, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

Мигров Александр Алексеевич, старший преподаватель кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Московский пр-т, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Elena V. Pakulina, Engineer of the Department “Ground Transport and Technological Complexes”

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
Elena_pakulina29@mail.ru*

Oksana D. Pokrovskaya, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department “Operational Work Management”

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

Alexander A. Migrov, Senior Lecturer of the Department “Ground Transport and Technological Complexes”

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

Поступила 25.01.2023

После рецензирования 20.02.2023

Принята 25.02.2023

Received 25.01.2023

Revised 20.02.2023

Accepted 25.02.2023

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

ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ <i>Т.В. Аветисян, Я.Е. Львович, А.П. Преображенский</i>	7
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА <i>Т.В. Аветисян, Я.Е. Львович, А.П. Преображенский</i>	20
АВТОИМПОРТ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА ИНФОРМАЦИИ В БАЗУ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ RUTNOM <i>Р.Р. Крапивин, Г.А. Гареева, Ю.М. Филатов, А.Г. Файзуллина, И.Ю. Мышкина</i>	33
ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК НЕГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ <i>Т.В. Коновалова, И.С. Сенин, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова</i>	47
ВЛИЯНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ПОДВЕСКИ НА БОКОВУЮ РЕАКЦИЮ ШИНЫ <i>Д.А. Тихов-Тинников</i>	60
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК АМОРТИЗАТОРОВ <i>Н. Батжаргал, Д.А. Тихов-Тинников, А.И. Федотов</i>	75

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОЙ РАМЫ С МЕХАНИЗМОМ РАЗВОРОТА КАБИНЫ <i>Н.В. Фрольцов, М.А. Быков, А.И. Пономарев, М.В. Сидоров</i>	86
РАЗРАБОТКА ЕДИНОГО ПОДХОДА К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОВЕРКИ ШАБЛОНОВ ДОКУМЕНТОВ СОЗДАННЫХ В FASTREPORT <i>М.Я. Рабовская, П.Э. Загребин</i>	102
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ «КОМАНДИРОВКИ» НА БАЗЕ ЕСМ-СИСТЕМЫ ПЛАТФОРМЕННЫХ РЕШЕНИЙ DIRECTUM <i>М.Я. Рабовская, О.Н. Смирнова</i>	115
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ-ГЕНЕРАТОРА АВТОМОБИЛЯ С ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ <i>П.А. Киселёв, А.И. Федотов, О.С. Яньков</i>	130
ВИРТУАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК <i>О.Д. Покровская, Е.С. Роднева, Д.С. Иванов, А.А. Воробьев, С.В. Урушев</i>	150
АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РИСКОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ <i>Е.В. Пакулина, О.Д. Покровская, А.А. Мигров</i>	172

ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОВАЙДЕРОВ В УСЛОВИЯХ ПОСТРОЕНИЯ НОВЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК <i>Т.Г. Сергеева, Л.А. Зятикова</i>	197
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИДЕНТИФИЦИРОВАНИЯ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ <i>А.К. Смирнов, О.Д. Покровская, М.И. Меликов</i>	215
ПРИМЕНЕНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ <i>А.А. Курганов, Р.Г. Гильванов, Л.А. Зятикова</i>	233
ГОЛОСОВОЕ ИНФОРМИРОВАНИЕ В ОАО «РЖД» <i>Ф.А. Ярмолинский, О.Д. Покровская, М.И. Меликов</i>	254
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПУНКТА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ <i>Е.В. Пакулина, О.Д. Покровская, А.А. Мигров</i>	272
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	293

CONTENTS

APPLICATION OF GAME MODELS IN THE MANAGEMENT OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS <i>T.V. Avetisyan, J.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky</i>	7
SYSTEM ANALYSIS OF MAINTENANCE OF THE ELECTRICAL COMPLEX <i>T.V. Avetisyan, J.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky</i>	20
AUTOIMPORT OF A LARGE VOLUME INFORMATION INTO A DATABASE USING THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE <i>R.R. Krapivin, G.A. Gareeva, Y.M. Filatov, A.G. Faizullina, I.Yu. Myshkina</i>	33
APPLICATION OF LOGISTICS METHODS IN THE ORGANIZATION OF TRANSPORTATION OF OVERSIZED CARGO <i>T.V. Konvalova, I.S. Senin, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova</i>	47
INFLUENCE OF SHOCK ABSORBER PROPERTIES ON TIRE LATERAL FORCE <i>D.A. Tikhov-Tinnikov</i>	60
EXPERIMENTAL STUDY OF THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF SHOCK ABSORBERS <i>N. Batjagal, D.A. Tikhov-Tinnikov, A.I. Fedotov</i>	75
MATHEMATICAL MODEL OF A ARTICULATED FRAME WITH A CAB TURN MECHANISM <i>N.V. Froltsov, M.A. Bykov, A.I. Ponomarev, V.N. Sidorov</i>	86

DEVELOPMENT UNIFIED APPROACH TO AUTOMATION DOCUMENT TEMPLATE VERIFICATION PROCESS CREATED IN FASTREPORT <i>M.Ya. Rabovskaya, P.E. Zagrebin</i>	102
DESIGN OF THE FUNCTIONAL MODULE «BUSINESS TRIP» ON THE BASIS OF THE ECM-SYSTEM OF PLATFORM DIRECTUM <i>M.Ya. Rabovskaya, O.N. Smirnova</i>	115
MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE PROCESSES OF FUNCTIONING OF THE ELECTRIC MOTOR-GENERATOR OF A CAR WITH A HYBRID POWER PLANT <i>P.A. Kiselev, A.I. Fedotov, O.S. Yankov</i>	130
VIRTUAL APPLICATION FOR MULTIMODAL TOURIST PASSENGER TRANSPORTATION <i>O.D. Pokrovskaya, E.S. Rodneva, D.S. Ivanov, A.A. Vorobyov, S.V. Urushev</i>	150
ANALYSIS OF LOGISTICS RISKS IN MODERN CONDITIONS <i>E.V. Pakulina, O.D. Pokrovskaya, A.A. Migrov</i>	172
OPTIMIZATION OF LOGISTICS PROVIDERS' ACTIVITIES IN THE CONTEXT OF BUILDING NEW SUPPLY CHAINS <i>T.G. Sergeeva, L.A. Zyatikova</i>	197
PROSPECTS FOR THE USE OF AUTOMATIC IDENTIFICATION IN TRANSPORT SYSTEMS <i>A.K. Smirnov, O.D. Pokrovskaya, M.I. Melikov</i>	215

THE USE OF AUGMENTED REALITY
IN THE EDUCATIONAL PROCESS

A.A. Kurganov, R.G. Gilvanov, L.A. Zyatikova 233

VOICE INFORMATION IN JSC “RUSSIAN RAILWAYS”

F.A. Yarmolinsky, O.D. Pokrovskaya, M.I. Melikov 254

EFFICIENCY OF THE ORGANIZATION
OF THE MAINTENANCE POINT
AT THE RAILWAY STATION

E.V. Pakulina, O.D. Pokrovskaya, A.A. Migrov 272

RULES FOR AUTHORS 293

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/>

Дата выхода в свет 30.06.2023. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 21,66.
Свободная цена. Заказ 132/023.