

Инновационные цифровые алгоритмы в коммерческих сетях

Innovative digital algorithms in commercial networks

doi 10.26310/2071-3010.2023.294.4.008



С. М. Сергеев,

к. т. н., доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

✉ sergeev2@yandex.ru

S. M. Sergeev,

PhD, associate professor, Peter the Great St. Petersburg polytechnic university



Л. Н. Борисоглебская,

д. э. н., профессор, проректор по научной и проектно-инновационной деятельности, Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева

✉ boris-bleb@rambler.ru

L. N. Borisoglebskaya,

doctor of economics, professor, vice-rector for research and design and innovation activities, Orel state university n. a. I. S. Turgenev



А. С. Баленко,

соискатель, Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева/старший преподаватель, БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова,

✉ alexandrabalenko@gmail.com

A. S. Balenko,

PhD student, Orel state university n. a. I. S. Turgenev/senior lecturer, Baltic state technical university n. a. D. F. Ustinov

Оптимизация грузопотоков через узлы цифрового транспортного коридора является актуальной задачей. Ее возникновение обусловлено необходимостью внедрять инновационные принципы управления в логистике. В настоящей статье рассматривается задача выбора оптимальной технологии проведения работ на распределительном центре. Такие объекты влияют на функционирование стороннего оператора логистики и являются базовыми узлами транспортной сети. Задача состоит в поиске теоретической основы в виде набора математических формализмов, построенных для моделирования стохастических процессов в товарных потоках. Предлагаемая математическая модель может входить в ядро цифровой логистической платформы в составе экспертного блока программного обеспечения «Система управления складом». Результаты исследований дают основание для использования ресурса снижения затрат на строительство и содержание распределительного центра. Количественно экономия определяется как условиями доставки грузов, так и общей рыночной ситуацией. Особенность исследования, проведенного с учетом стохастического характера рынка, дает возможность применять предлагаемую методику в задачах оценки рисков.

Optimization of cargo flows through the nodes of the digital transport corridor is an urgent task. Its emergence is due to the need to introduce innovative management principles in logistics. This article considers the problem of choosing the optimal technology for carrying out work at a distribution center. Such objects affect the functioning of a third-party logistics operator and are the basic nodes of the transport network. The task is to find a theoretical basis in the form of a set of mathematical formalisms built to model stochastic processes in commodity flows. The proposed mathematical model can be included in the core of the digital logistics platform as part of the expert software block «Warehouse Management System». The research results provide a basis for using the resource to reduce the cost of construction and maintenance of the distribution center. Quantitatively, the savings are determined both by the conditions for the delivery of goods and by the general market situation. The peculiarity of the research, carried out taking into account the stochastic nature of the market, makes it possible to apply the proposed methodology in the tasks of risk assessment.

Ключевые слова: цифровизация, логистика, цепи поставок, алгоритм, управление.

Keywords: digitalization, logistics, supply chains, algorithm, control.

Введение

Определившийся в последнее десятилетие тренд на формирование цифровых платформ особенно важен в логистическом бизнесе [1]. Это обусловлено масштабными процессами реформирования всей сети материальных потоков. В первую очередь в течение 2022 года это было перенаправление с запада на восток и юг. Устойчивость экономических показателей обеспечивается важными для практики технологиями M2M взаимодействия и развитой структурой высокоскоростного обмена цифровой информацией [2]. Данное исследование базируется на концепции транснациональной коммерческо-логистической сети, в которую объединены такие участники как страны BRICS и Евразийский экономический союз (Eurasian

Economic Union/EAEU/EEU), наиболее важные для России. Если представить, что в узлах такой сетевой структуры [3] находятся различные поставщики, системы аккумуляции грузов, производители, а также точки мультимодального сопряжения или транспортные узлы, то можно, применяя соответствующий математический аппарат, решить множество важных для реального бизнеса задач. Современное состояние компьютерной периферии также позволяет наладить потоки всей необходимой для математического моделирования [4] информации в онлайн-режиме. Анализ проблемы показывает, что задача оптимизации логистических потоков пока решается лишь фрагментарно. Для этого используются системы ERP в комплексе с CRM, SCM, а также широко распространены EWM Consulting Solutions и ряд функционала реализован в

складских WMS. В данных системах далеко не полностью отражен потенциал распределительных центров логистики. Предлагаемые результаты получены в ходе исследования, направленного на алгоритмический [5] контент поддержки принятия решений в распределительных узлах сети. Это наиболее распространенные в мировой практике объекты логистического аутсорсинга, относящиеся к классу [6] третьей стороны или 3PL.

Постановка задачи

Роль распределительных центров (DC) при их размещении в узлах заключается в сглаживании потоков [7], а также в снижении стоимости собственных складских мощностей потребителей. Это позволяет реализовать на практике концепцию управления Just In Time (J. I. T.). В первую очередь от этого выигрывают предприятия оптовой торговли, так как у них могут быть минимизированы возникающие запасы, а, следовательно, и дорогостоящее капиталоемкое сооружение SW (магазинный склад). Повсеместно в таких DC применены различные, в том числе инновационные технологии [8]. Можно выделить в первую очередь кросс-докинг (cross-docking) разных модификаций. Наиболее понятным и моделируемым критерием экономической эффективности отдельного 3PL-оператора служит минимум издержек в конкретном DC, а также соблюдение баланса при прогнозировании [9] возможных потерь демареджа/детенши, включая прописанные в контрактные условия различные штрафы (например, за недопоставку или позднюю отгрузку). Выбранная конкретная стратегия обращения с грузом [10] и, соответственно, научно обоснованные алгоритмы управления служат базовой платформой; в свою очередь, бизнес-модель отражает данную платформу для дизайна бизнес-процессов [11].

Цель работы поставлена в форме требования определения режима осуществления потоков товаров и грузов исходя из условия экономически оптимального решения. Базой для расчета служит поток цифровой информации [12] о состоянии и перемещении объектов логистики. Необходимо одновременно включить в расчет их стохастическую природу. Это относится как к плотности потоков, так и к характеристикам грузовых потоков. В результате следует обосновать и определить принцип расчета распределительных центров, составляющих базовые узлы логистической сетевой структуры. Результатом будет комплекс математических формализмов [13], нацеленных на экономико-математическое моделирование деятельности важнейших для 3PL операторов узла. Входной поток данных, а также параметры математической модели корректно отразят рыночную неопределенность при условии использования стохастических функций для сведений о товарных потоках, как входящих в узел, так и отгружаемых.

Различные варианты проектов в контексте цифровизации рассматривались в источниках [14]. В рамках проведенного исследования авторами применялся расширенный подход [15], основанный на экономико-математическом моделировании.

Метод исследования

Решение рассматриваемых проблем обычно опирается на мировой опыт организации сетевой логистики. Распространенным подходом стала концепция [16] открытых инноваций. Именно в таком ключе возможно синтезировать как внешние, так и внутренние идеи в соединении с бизнес-целями выхода на рынок и технологического продвижения, а также внешними и внутренними средствами. В парадигме данного метода проведена формализация рыночных условий, в рамках которых происходят логистические процессы. Описан процесс перемещения товаров и грузов внутри системы, обладающей свойствами неопределенности. Также определен критерий выработки оптимальных управленческих решений.

Математическая модель

Практическое значение в условиях цифровизации имеют результаты, содержащие экономико-математическую модель, доведенную до алгоритмической базы, для разработки программных продуктов. Принципиальным фактором является определение набора аргументов модели. Здесь современный подход в рамках технологии больших данных дает самые релевантные показатели коммерческого процесса. Обработка сведений о загрузке узловых терминалов такого значимого логистического центра, как Санкт-Петербург, позволил построить зависимости для двух применяемых в 3PL аутсорсинге технологий. Для технологии cross-docking результат, отражающий динамику товарных потоков (cargo flow) для пяти агрегированных грузов, представлен на рис. 1.

Обработка данных по товарным потокам, осуществляемая с помощью технологии pick-by-line, дает существенно иную картину, что видно на графиках (рис. 2).

На обеих диаграммах отмечены средние значения, отражающие сезонную интенсивность спроса на рассматриваемые группы товаров.

Следующим этапом становится определение и формализация в виде формул связей между динамическими параметрами. Это позволит, во-первых, объяснить разницу в характеристиках технологий, а, во-вторых, получить алгоритмическую основу [17] для последующего процесса выбора оптимальных режимов логистической деятельности. Задача состоит в моделировании интегрированного потока множества грузов размерности n , каждый из которых описывается своей плотностью λ_j , при $i=1, 2, \dots, n$. Это можно формализовать через динамику по времени t . Используя выражение для интегрального распределения $g_{(n)}(t)$ и введя нормирующий множитель

$$W_n = \sum_{j=1}^n \frac{1 - \exp(-\lambda_j t)}{\lambda_j \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n (\lambda_j - \lambda_k)},$$

получим соответствующую данному случаю функцию распределения:

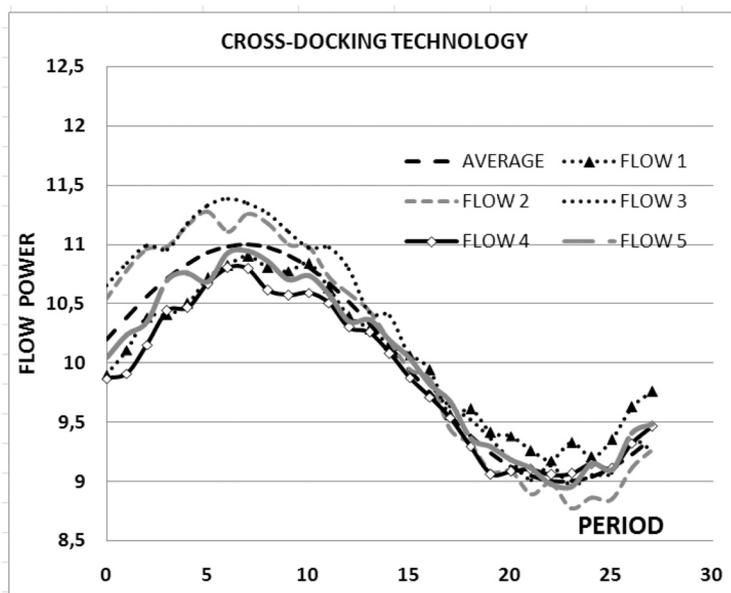


Рис. 1. Динамика товарных потоков по технологии cross-docking

$$G_{(n)}(t) = \int_0^t g_{(n)}(t) = (-1)^{n-1} \prod_{i=1}^n \lambda_i W_n.$$

Для формирования математической модели необходимо знать случайные моменты поступления грузов, а именно набор T_1, T_2, \dots . Используя характеристики n -го порядка для них, можем вычислить значения математического ожидания $M[T_{(n)}]$, которое для Пуассоновского потока равно

$$\sum_{i=1}^n (\lambda_i)^{-1},$$

и дисперсии $D[T_{(n)}]$, рассчитываемой как

$$\sum_{i=1}^n (\lambda_i)^{-2}.$$

Результаты

Анализ процессов на распределительных центрах показывает, что различия технологий лежат гораздо глубже и что при одинаковых значениях математи-

ческого ожидания и дисперсии характер динамики потоков товаров и грузов существенно различается. Для корректного математического описания только этих двух аргументов недостаточно. Необходимо дополнить информацию показателями процессов перемещения товаров. Для этого можно использовать корреляционную зависимость $K(t, t')$. Основанием служит тот факт, что по своей сути технология pick-by-line обладает дополнительным функционалом. Благодаря этому ZPL-оператор может использовать дополнительные возможности, повышающие его конкурентоспособность. В то же время необходим вспомогательный информационный канал для синхронизации логистических процессов [18], связывающий логистический оператор как центр с поставщиками и потребителями.

Надо отметить, что данная технология востребована в предприятиях сетевого ритейла. Это объясняется тем, что данный сегмент экономики [19] один из самых

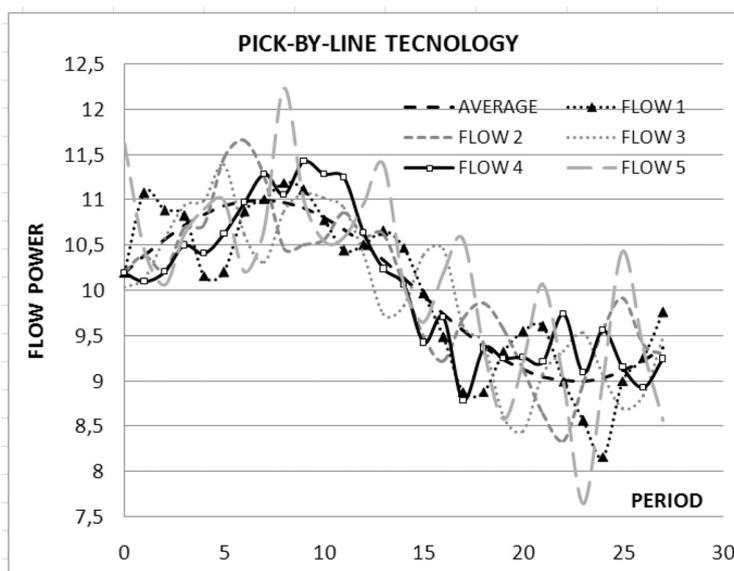


Рис. 2. Динамика товарных потоков по технологии pick-by-line

гибких и в первую очередь внедряет инновационные решения. Использование цифровых технологий в финансовых транзакциях, при организации промежуточного хранения товаров с ограниченным сроком годности резко снизило издержки благодаря применению машиночитаемых кодов и взаимодействия М2М (межмашинного обмена информацией). В результате минимизировано время [20] на обработку, ускорилась поставка консолидированных партий грузов, получаемых при spoke-hub дистрибуции в направлении конечного потребителя. Также при этом полностью учтена тенденция увеличения потребности в продовольственных продуктах с минимумом консервантов, что резко снизило допустимые сроки годности. Во всем мире DC как сложный и важнейший элемент концепции 3PL широко используют обычный cross-docking. Такой вид обработки существенно проще, и прохождение грузов происходит быстрее, но он не столь гибкий как pick-by-line. Оптимальным является сочетание этих двух технологий в логистическом цикле узла аутсорсингового оператора, а принятие итогового решения зависит как от масштаба потребления, так и от производительности [21] транспортного пула.

Искомую корреляционную зависимость можно получить формализованным представлением всего цикла движения груза через DC.

Учитывая то обстоятельство, что логистический процесс в развитой экономике носит постоянный характер, применим метод псевдосостояний для фор-

мализации деятельности DC по всей ассортиментной матрице. Учитывая необходимость масштабирования применяемой экономико-математической модели, такой подход оправдан. Искомая корреляционная функция $K_x(t, t') = M[X(t)X(t')] - m_x(t)m_x(t')$ дополняет общий набор уравнений, что справедливо [22] для стационарного режима работы логистического узла. Это позволяет проводить прогнозное планирование исходя даже из сложной зависимости вероятного спроса $M[X(t)]$. Учитывая обработку данных методами технологий больших данных, в алгоритм закладывается стандартное разложение Фурье, что для практических приложений хорошо аппроксимирует процесс даже первыми 4-5 гармониками, то есть при $K \leq 5$ расчеты по формуле:

$$M[X(t)] = M_0 + \sum_{k=1}^K \mu_k \cos(kt) + \nu_k \sin(kt)$$

дают приемлемую точность. Используется обстоятельство, что объем спроса на различные товары в ассортиментной матрице обычно зависит от сезона [23] с периодом T_Σ , а коэффициенты разложения M_0, μ_k, ν_k определяются методом наименьших квадратов обработкой потока данных за предыдущие периоды.

Далее рассмотрим привязку математической модели распределительного центра к аргументам экономической природы. Проще всего данный процесс представить в виде блок-схемы, определяющей порядок расчетов (рис. 3).

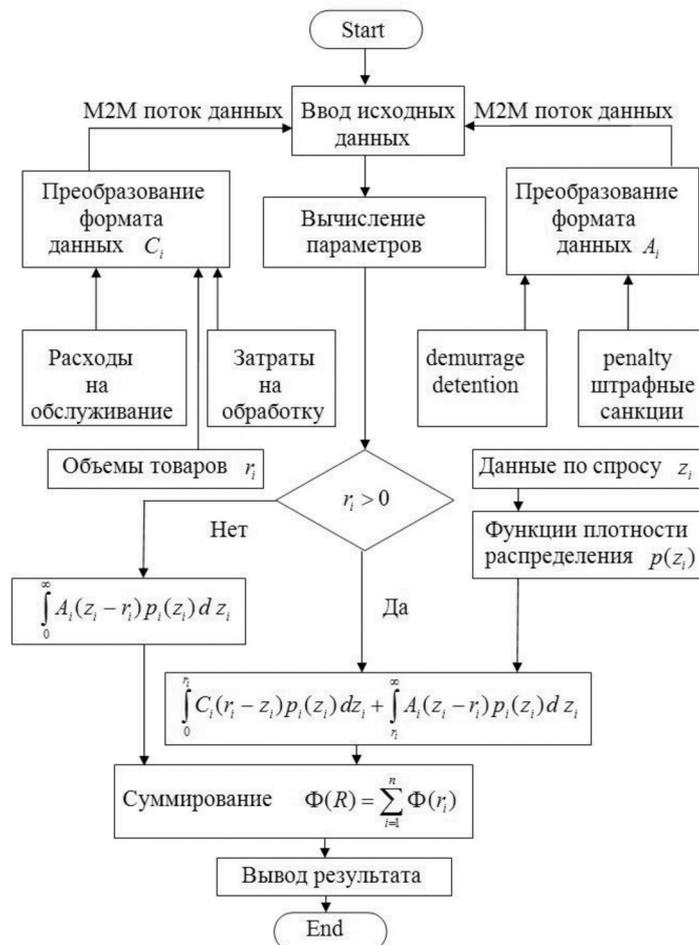


Рис. 3. Блок-схема процесса расчета режима работы DC

Данная схема связывает вероятностные характеристики потока товаров и грузов, объемы, затраты на обслуживание, а также интегральные показатели, соответствующие штрафным санкциям.

В излагаемой структуре учтены основные значимые факторы. Среди них закон распределения рыночного спроса эквивалентен понятию рыночной неопределенности. Также в состав аргументов входят операционные затраты, капиталовложения в виде разности запасов и контрактные условия.

Выводы

Стартовавшее во втором десятилетии внедрение цифровизации и алгоритмических двойников в логистических цепях на первом этапе было при-

звано заменить сотрудников в типовой обработке информационных данных. Разработка научно обоснованных методов принятия управленческих решений стала следующим шагом. Именно соединение возможностей М2М-взаимодействия при работе с оцифрованными данными с цифровым двойником на базе экономико-математических моделей позволяет оптимизировать логистическую деятельность. Предлагаемая методика и математические формализмы дают возможность прогнозировать работу операторов узлов ЗРЛ на длительный горизонт с учетом как сезонных факторов, так и широкого спектра функций распределения рыночной неопределенности. При этом решение принимается на основе экономически обоснованного критерия оптимальности.

Список использованных источников

1. O. Kalinina, S. Firova, S. Barykin, I. Kapustina. Development of the Logistical Model for Energy Projects' Investment Sources in the Transport Sector//Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020. Vol. 982. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19756-8_29.
2. O. Kalinina, I. Kapustina, S. Barykin et al. Development of a Combined Approach of Innovative and Traditional Scenarios of the Company's Strategy//Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020.
3. I. A. Krasnyuk, V. V. Bakharev, N. A. Kozlova, D. D. Mirzoeva. Staffing in the Sphere of Trade: The Main Issues and Prospects of Solution//Proceedings of 2017 IEEE 6th Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations) (SPUE), St. Petersburg, Russia, 2017. P. 48-50. doi: 10.1109/IVForum.2017.8246047.
4. L. N. Borisoglebskaya, E. N. Provotorova, S. M. Sergeev. Promotion based on Digital Interaction Algorithm//International Scientific Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering», MIP: Engineering-2019. 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042032. doi: 10.1088/1757-899X/537/4/042032.
5. S. L. Podvalny, V. V. Provotorov, E. S. Podvalny. The Controllability of Parabolic Systems with Delay and Distributed Parameters on the Graph//Procedia Computer Science, 2017. Vol. 103. P. 324-330. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.115>.
6. V. V. Provotorov, E. N. Provotorova. Optimal Control of the Linearized Navier-Stokes System in a Netlike Domain//Vestnik of Saint Petersburg University. Applied Mathematics. Computer Science. Control Processes, 2017. Vol. 13. Issue 4. P. 431-443. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu10.2017.409>.
7. M. A. Artemov, E. S. Baranovskii, A. P. Zhabko, V. V. Provotorov. On a 3D model of Non-Isenthalpic Flows in a Pipeline Network. Journal of Physics. Conference Series, 2019. Vol. 1203. Article ID 012094. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1203/1/012094>.
8. Л. Н. Борисоглебская, И. А. Миронова, С. М. Сергеев. Моделирование коммерческой деятельности предприятий в условиях инновационных предложений//Инновации. 2013. № 1 (171). С. 107-111.
9. M. S. Rybyantseva, E. A. Ivanova, S. S. Demin et al. Financial Sustainability of the Enterprise and the Main Methods of its Assessment//International Journal of Applied Business and Economic Research. 2017. Vol. 15. № 23. P. 139-146.
10. В. В. Провоторов. Собственные функции краевых задач на графах и приложения: монография. Воронеж: Научная книга, 2008. 247 с.
11. S. M. Sergeev. Expansion of DEA Methodology on the Multimodal Conception for the 3PL//Modern Informatization Problems in Simulation and Social Technologies Proceedings of the XXIII International Open Science Conference. 2018. P. 169-176.
12. S. Zemlyak, O. Gusarova, G. Khromenkova. Tools for Correlation and Regression Analyses in Estimating a Functional Relationship of Digitalization Factors//Mathematics, 2022, 10 (3), 429. <https://doi.org/10.3390/math10030429>.
13. A. Bharadwaj, O. A. El, P. A. Pavlou, N. Venkatraman. Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights//MIS Quarterly, 2013, 37 (2). P. 471-482.
14. J. L. Hartley, W. J. Sawaya. Tortoise, not the Hare: Digital Transformation of Supply Chain Business Processes//Business Horizons. 2019. Vol. 62. Issue 6. P. 707-715. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.07.006>.
15. N. Rožman, R. Vrabič, M. Corn et al. Distributed Logistics Platform Based on Blockchain and IoT//Procedia CIRP. 2019. Vol. 81. P. 826-831. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.207>.
16. V. Shankar, D. Grewal, S. Sunder et al. Digital Marketing Communication in Global Marketplaces: A Review of Extant Research, Future Directions, and Potential Approaches//International Journal of Research in Marketing, 2021. Vol. 39. Issue 2. P. 541-565. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2021.09.005>.
17. A. S. Krishen, Y. K. Dwivedi, N. Bindu, K. S. Kumar. A Broad Overview of Interactive Digital Marketing: A Bibliometric Network Analysis//Journal of Business Research. 2021. Vol. 131. P. 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.03.061>.
18. S. M. Sergeev. Cross-System Way of Looking to Business with Limited Resources//Selected Papers of the International Scientific School «Paradigma» Winter-2016 (Varna, Bulgaria). Yelm, WA, USA, 2016. P. 95-102.
19. M. Ardolino, N. Saccani, F. Adrodegari, M. Perona. A business Model Framework to Characterize Digital Multisided Platforms//Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. 2020. Vol. 6, Issue 1, 10. <https://doi.org/10.3390/joitmc6010010>.
20. S. E. Barykin, E. R. Schislyayeva, M. M. Khaikin. International Transportation Logistics Development Challenges in Oil and Gas Sector: The Case of the North West of Russia//In Proceedings of the Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects – 11th conference of the Russian-German Raw Materials, Potsdam, Germany, 7-8 November 2018; CRC Press-Balkema: Potsdam, Germany, 2019. P. 491-497.
21. S. E. Barykin, L. N. Borisoglebskaya, V. V. Provotorov et al. Sustainability of Management Decisions in a Digital Logistics Network//Sustainability, 2021, 13 (16), 9289. <https://doi.org/10.3390/su13169289>.
22. S. E. Barykin, E. A. Smirnova, D. Chzhao et al. Digital Echelons and Interfaces within Value Chains: End-to-end Marketing and Logistics Integration//Sustainability, 2021, 13 (24), 13929. <https://doi.org/10.3390/su132413929>.
23. S. M. Daniali, S. E. Barykin, I. V. Kapustina et al. Predicting Volatility Index According to Technical Index and Economic Indicators on the Basis of Deep Learning Algorithm//Sustainability, 2021, 13 (24), 14011. <https://doi.org/10.3390/su132414011>.

References

1. O. Kalinina, S. Firova, S. Barykin, I. Kapustina. Development of the Logistical Model for Energy Projects' Investment Sources in the Transport Sector//Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020. Vol. 982. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19756-8_29.
2. O. Kalinina, I. Kapustina, S. Barykin et al. Development of a Combined Approach of Innovative and Traditional Scenarios of the Company's Strategy//Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020.
3. I. A. Krasnyuk, V. V. Bakharev, N. A. Kozlova, D. D. Mirzoeva. Staffing in the Sphere of Trade: The Main Issues and Prospects of Solution//Proceedings of 2017 IEEE 6th Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations) (SPUE), St. Petersburg, Russia, 2017. P. 48-50. doi: 10.1109/IVForum.2017.8246047.
4. L. N. Borisoglebskaya, E. N. Provotorova, S. M. Sergeev. Promotion based on Digital Interaction Algorithm//International Scientific Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering», MIP: Engineering-2019. 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042032. doi: 10.1088/1757-899X/537/4/042032.

5. S. L. Podvalny, V. V. Provotorov, E. S. Podvalny. The Controllability of Parabolic Systems with Delay and Distributed Parameters on the Graph//*Procedia Computer Science*, 2017. Vol. 103. P. 324-330. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.115>.
6. V. V. Provotorov, E. N. Provotorova. Optimal Control of the Linearized Navier-Stokes System in a Netlike Domain//*Vestnik of Saint Peterburg University. Applied Mathematics. Computer Science. Control Processes*, 2017. Vol. 13. Issue 4. P. 431-443. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu10.2017.409>.
7. M. A. Artemov, E. S. Baranovskii, A. P. Zhabko, V. V. Provotorov. On a 3D model of Non-Isothermal Flows in a Pipeline Network. *Journal of Physics. Conference Series*, 2019. Vol. 1203. Article ID 012094. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1203/1/012094>.
8. L. N. Borisoglebskaya, I. A. Mironova, S. M. Sergeev. Modelling of Trade-Manufacturing Activity under Innovation Offer//*Innovations*. 2013. № 1 (171). P. 107-111.
9. M. S. Rybyantseva, E. A. Ivanova, S. S. Demin et al. Financial Sustainability of the Enterprise and the Main Methods of its Assessment//*International Journal of Applied Business and Economic Research*. 2017. Vol. 15. № 23. P. 139-146.
10. V. V. Provotorov. Eigenfunctions of Boundary Value Problems on Graphs and its Applications: monograph. Voronezh: Scientific book, 2008. 247 p.
11. S. M. Sergeev. Expansion of DEA Methodology on the Multimodal Conception for the 3PL//*Modern Informatization Problems in Simulation and Social Technologies Proceedings of the XXIII International Open Science Conference*. 2018. P. 169-176.
12. S. Zemlyak, O. Gusarova, G. Khromenkova. Tools for Correlation and Regression Analyses in Estimating a Functional Relationship of Digitalization Factors//*Mathematics*, 2022, 10 (3), 429. <https://doi.org/10.3390/math10030429>.
13. A. Bharadwaj, O. A. El, P. A. Pavlou, N. Venkatraman. Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights//*MIS Quarterly*, 2013, 37 (2). P. 471-482.
14. J. L. Hartley, W. J. Sawaya. Tortoise, not the Hare: Digital Transformation of Supply Chain Business Processes//*Business Horizons*. 2019. Vol. 62. Issue 6. P. 707-715. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.07.006>.
15. N. Rožman, R. Vrabič, M. Corn et al. Distributed Logistics Platform Based on Blockchain and IoT//*Procedia CIRP*. 2019. Vol. 81. P. 826-831. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.207>.
16. V. Shankar, D. Grewal, S. Sunder et al. Digital Marketing Communication in Global Marketplaces: A Review of Extant Research, Future Directions, and Potential Approaches//*International Journal of Research in Marketing*, 2021. Vol. 39. Issue 2. P. 541-565. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2021.09.005>.
17. A. S. Krishen, Y. K. Dwivedi, N. Bindu, K. S. Kumar. A Broad Overview of Interactive Digital Marketing: A Bibliometric Network Analysis//*Journal of Business Research*. 2021. Vol. 131. P. 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.03.061>.
18. S. M. Sergeev. Cross-System Way of Looking to Business with Limited Resources//*Selected Papers of the International Scientific School «Paradigma» Winter-2016 (Varna, Bulgaria)*. Yelm, WA, USA, 2016. P. 95-102.
19. M. Ardolino, N. Saccani, F. Adrodegari, M. Perona. A business Model Framework to Characterize Digital Multisided Platforms//*Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2020. Vol. 6, Issue 1, 10. <https://doi.org/10.3390/joitmc6010010>.
20. S. E. Barykin, E. R. Schislyayeva, M. M. Khaikin. International Transportation Logistics Development Challenges in Oil and Gas Sector: The Case of the North West of Russia//*In Proceedings of the Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects – 11th conference of the Russian-German Raw Materials*, Potsdam, Germany, 7-8 November 2018; CRC Press-Balkema: Potsdam, Germany, 2019. P. 491-497.
21. S. E. Barykin, L. N. Borisoglebskaya, V. V. Provotorov et al. Sustainability of Management Decisions in a Digital Logistics Network//*Sustainability*, 2021, 13 (16), 9289. <https://doi.org/10.3390/su13169289>.
22. S. E. Barykin, E. A. Smirnova, D. Chzhao et al. Digital Echelons and Interfaces within Value Chains: End-to-end Marketing and Logistics Integration//*Sustainability*, 2021, 13 (24), 13929. <https://doi.org/10.3390/su132413929>.
23. S. M. Daniali, S. E. Barykin, I. V. Kapustina et al. Predicting Volatility Index According to Technical Index and Economic Indicators on the Basis of Deep Learning Algorithm//*Sustainability*, 2021, 13 (24), 14011. <https://doi.org/10.3390/su132414011>.