

Научная статья
УДК 519.876
doi: 10.46684/2687-1033.2025.3.301-308
EDN QSJER

Цифровое моделирование системы распределения ресурсов в пассажирском транспортном комплексе

Р.А. Халтурин^{1✉}, Д.В. Никитин², И.Ю. Каштанов³

^{1,2,3} Государственный университет управления; Москва, Россия

¹ ra_khalturin@guu.ru✉

² dv_nikitin@guu.ru

³ iyu_kashtanov@guu.ru

АННОТАЦИЯ

Предложены оригинальные алгоритмы для оцифровки процессов распределения ресурсов в сложных пассажирских транспортных системах (ПТС). Цель исследования — создание универсальной цифровой модели, способной адаптироваться к условиям, где ключевые параметры системы определяются из соотношений, известных в обобщенной форме, а ее параметризация остается незавершенной. Разработанная структура РР-системы (распределения ресурсов) учитывает динамику ПТС, включая неопределенности, связанные с изменением спроса, ограничениями инфраструктуры и вариативностью сценариев эксплуатации. Модель РР-системы трансформируется для трех типовых исследовательских случаев, характерных для ПТС. Каждый случай реализуется через единый методологический подход: формирование морфологических матриц выбора сценариев на основе оценочных функционалов. Эти матрицы интегрируют критерии эффективности, такие как минимизация временных и ресурсных затрат, что позволяет адаптировать управление к конкретным условиям. Алгоритмы используют актуальные данные о текущих показателях системы — пассажиропотоке, загрузке транспорта, доступности ресурсов, — обеспечивая точность и релевантность расчетов. Обязательное условие функционирования РР-системы — ее трехуровневая иерархическая организация. На первом уровне выделены три подсистемы показателей, каждая из которых разделена на три страты (базовые, производные и интегральные метрики). Например, подсистема «Операционная эффективность» включает страты данных о времени движения транспорта, частоте маршрутов и уровне удовлетворенности пассажиров. Такая структура позволяет декомпозировать задачи управления, синхронизировать разнородные данные и формировать комплексные решения. Разработанные алгоритмы и структура РР-системы могут быть внедрены в интеллектуальные платформы управления транспортом, повышая гибкость и устойчивость ПТС в условиях неопределенности. Результаты исследования актуальны для городов с высокой динамикой пассажиропотока и ограниченными ресурсами.

Ключевые слова: цифровое моделирование; распределение ресурсов; неопределенное информационное состояние; алгоритмы оптимизации; сложная система; пассажирские транспортные системы; параметризация системы; управление транспортными потоками

Авторы выражают благодарность анонимным рецензентам.

Для цитирования: Халтурин Р.А., Никитин Д.В., Каштанов И.Ю. Цифровое моделирование системы распределения ресурсов в пассажирском транспортном комплексе // Техник транспорта: образование и практика. 2025. Т. 6. Вып. 3. С. 301–308. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2025.3.301-308>. EDN QSJER.

Original article

Digital modeling of the resource allocation system in the passenger transport complex

Roman A. Halturin^{1✉}, Dmitrij V. Nikitin², Igor' Yu. Kashtanov³

^{1,2,3} State University of Management, Moscow, Russian Federation

¹ ra_khalturin@guu.ru✉

² dv_nikitin@guu.ru

³ iyu_kashtanov@guu.ru

© Р.А. Халтурин, Д.В. Никитин, И.Ю. Каштанов, 2025

ABSTRACT

The article presents original algorithms for digitizing resource distribution processes in complex passenger transport systems (PTS). The study aims to develop a universal digital model capable of adapting to conditions where key system parameters are derived from generalized relationships, and their parameterization remains incomplete. The proposed structure of the resource distribution (RD) system accounts for PTS dynamics, including uncertainties related to demand fluctuations, infrastructure constraints, and variability in operational scenarios. The RD-system model is adaptable to three typical research cases inherent to PTS. Each case is implemented through a unified methodological approach: forming morphological matrices for scenario selection based on evaluative functionals. These matrices integrate efficiency criteria, such as minimizing time and resource costs, enabling context-specific management adjustments. The algorithms utilize real-time data on system metrics — passenger flow, transport load, and resource availability — ensuring accuracy and relevance in calculations. A mandatory requirement for the RD-system is its three-tier hierarchical structure. At the first level, three indicator subsystems are defined, each divided into three strata (basic, derived, and integrated metrics). For example, the “Operational Efficiency” subsystem includes strata for transport travel time, route frequency, and passenger satisfaction levels. This structure allows for task decomposition, synchronization of heterogeneous data, and the generation of comprehensive solutions. The developed algorithms and RD-system structure can be integrated into intelligent transport management platforms, enhancing the flexibility and resilience of PTS under uncertainty. The results are particularly relevant for cities with high passenger flow dynamics and limited resources.

Keywords: digital model; resource allocation; uncertain information state; algorithm; complex system; passenger transport systems.

The authors express their gratitude to the anonymous reviewers.

For citation: R.A. Halturin, D.V. Nikitin, I.Yu. Kashtanov Digital modeling of the resource allocation system in the passenger transport complex. *Transport technician: education and practice*. 2025;6(3):301-308. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2025.3.301-308>. EDN QSJJER.

ВВЕДЕНИЕ

Под цифровым моделированием систем распределения ресурсов (РР-систем) будем понимать создание математических моделей и алгоритмов исследуемого объекта — РР-системы — с помощью набора специальных прикладных программ (СПО РР-системы) [1, 2]. Понятие «цифровая модель» в данном случае абсолютно применимо, так как в процессе математического моделирования мы имеем дело не с самим явлением, а с некоторым теоретическим «образом» с него, моделью, выражающей в математической форме основные закономерности, которым она подчиняется^{1, 2}. Возможность и необходимость замены исходного объекта его цифровой «концепцией» обусловлена сложностью исследуемой пассажирской транспортной системы и невозможностью практического проведения эксперимента в обыч-

ном понимании смысла [3]. Концепция цифрового моделирования предполагает изучение, прогнозирование, оптимизацию сложных многопараметрических и многоуровневых систем, теоретическое и экспериментальное исследование которых традиционными методами затруднено или невозможно^{3, 4}.

Можно выделить основные этапы его проведения:

1. Формирование математической модели.
2. Выбор (разработка) вычислительного алгоритма.
3. Составление СПО РР-системы.
4. Проведение вычислений на разработанном программном обеспечении.
5. Анализ вычислений и полученных результатов.

На первом этапе математического моделирования РР-системы был выбран и применен метод

¹ «Глобальный отчет по информационным технологиям» (The Global Information Technology Report). URL: <http://gtmarket.ru/ratings/networked-readiness-index/networkedreadiness-index-info>.

² Индекс цифровизации экономики и общества DESI (Digital Economy and Society Index). URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>.

³ Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы (утв. Указом Президента РФ от 09.05.2017. № 2032. URL: <http://government.ru/docs/all/112831/>).

⁴ Цифровая экономика Российской Федерации. Государственная программа, принята распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017. № 1632-р. URL: <http://government.ru/docs/all/112831/>.

построения структурных моделей ввиду специфических особенностей исследуемой системы:

- ограниченной возможности использования экспериментальных данных и натурного эксперимента;
- необходимости максимального учета пространства случайных факторов внешней и внутренней среды и привнесения его в исследуемую РР-систему;
- необходимости учета стохастической неопределенности, объективно присутствующей в исследованиях в открытых сложных транспортных системах;
- невозможности применения универсальных методов и необходимости разработки специальных математических моделей и постановки новых математических задач.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Смысл метода цифрового моделирования состоит в том, что вся совокупность объектов и процессов, имеющих отношение к поставленной цели исследования, прежде всего подразделяется на собственно изучаемую систему и внешнюю среду [4–6]. Затем выделяются составные части — как подсистемы и элементы РР-системы, а возможные внешние воздействия представляются в виде совокупности элементарных воздействий [7, 8]. Различают три вида структурных моделей, определяемых формой представления неизвестных:

- все неизвестные выражаются в виде явных функций от внешних условий и внутренних параметров объекта;
- неизвестные определяются совместно из системы известных соотношений (уравнений, неравенств и т. д.)
- неизвестные определяются из системы соотношений, известных лишь в общей форме, то есть когда ее параметризация не завершена.

Для формирования цифровой модели РР-систем была построена структура исследуемой системы, основанная на последней, третьей форме представления неизвестных, и разработано программное обеспечение, изучающее ее поведение, то есть позволяющее решать входящие в него уравнения при различных значениях параметров, управляющих процессом [9, 10].

Разработанная структура РР-системы может быть трансформирована (представлена) для трех возможных случаев исследования пассажирских транспортных систем. Поэтому были разработаны три модели представления РР-системы, построенные на едином принципе формирования для отдельных блоков морфологических матриц выбора

сценариев с учетом показателей эффективности или оценочного функционала.

Вариант № 1. Модель структуры РР-системы в транспортном комплексе, основанная на технологическом принципе представления показателей. В данном случае моделирование структуры предполагает, что логические операторы (ЛО) второго иерархического уровня формируются из наилучших показателей эффективности ЛО первого уровня. Применение данного подхода позволяет проследить от уровня к уровню эффективность каждого вида транспорта, то есть можно исследовать и сравнивать эффективность транспортной системы и отдельных видов транспорта при любом масштабировании системы [11]. Например, сравнивать и оценивать качество реализации функционала для отдельных районов крупных городов, областей, регионов. Применяя последовательный расчет эффективности отдельных видов транспорта с учетом целеполагания на всех уровнях системы, мы исследуем состояние эффективности отдельных транспортных систем, состоящих из совокупности отдельных видов транспорта [12].

Данная модель структуры РР-системы достаточно хорошо отражает представление системы при прямом управлении (воздействии) на отдельные транспортные системы различной локации. В итоге данная модель позволяет перейти к комплексной оценке эффективности пассажирской транспортной системы (ПТС) в целом по совокупности расчетных случаев. Но практика исследования открытых ПТС показывает, что совокупная оценка по нескольким критериям эффективности отдельных расчетных случаев не всегда тождественна оценочному значению эффективности системы в целом, если учитывать принципы формального управления (структуру субъектности в РР-системе), на которых организована система.

Вариант № 2. Модель структуры РР-системы, основанная на организационно-технологическом принципе представления показателей на различных уровнях, реализует принцип формирования матрицы ЛО второго уровня в виде набора подмножеств информационных состояний (ИС) полного информационного пространства возможных решений, полученного в результате расчета ЛО первого уровня [13].

Важно отметить, что во втором случае представления модели исследуемой структуры РР-системы мы, как и в первом случае, опираемся на базовое пространство решений, полученное на первом уровне в виде исследования структуры технико-эксплуатационных показателей качества обслуживания, показателей обеспечения безопасности движения, экологических показателей и, при необходимости, экономических показателей.

Вариант 3. Модель структуры РР-системы, основанная на функционально-сетевом принципе представления показателей [14]. Принципиально она опирается на исследование полной совокуп-

На физическом уровне представление системы распределения ресурсов — это количественная оценка эффективности функционирования отдельного субъекта управления m -совокупности видов транспорта, то есть некой структуры управления результативными показателями совокупности

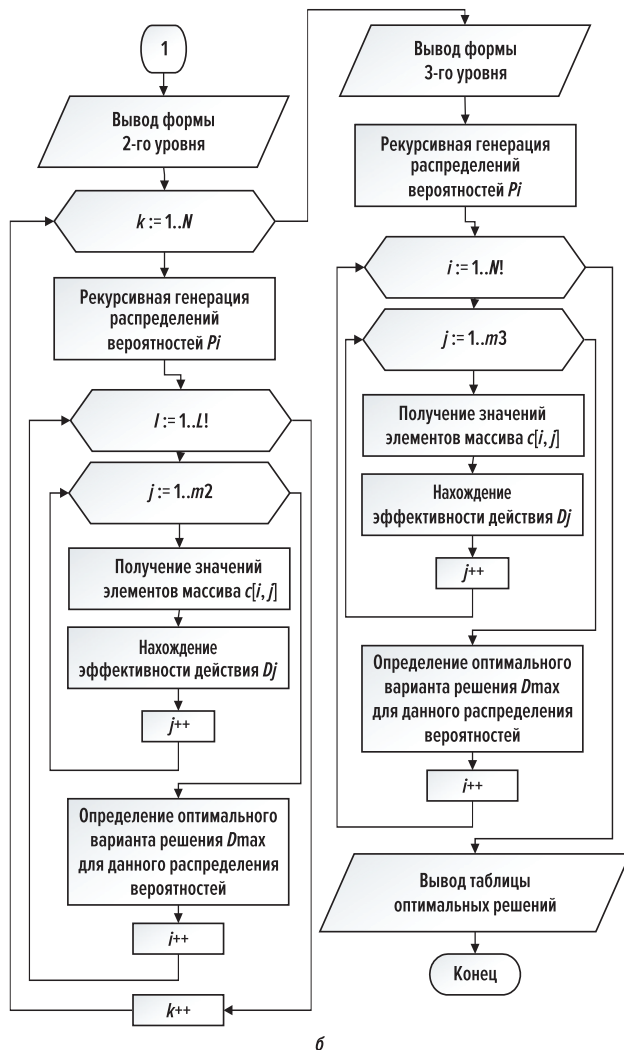


Рис. 1 (б). Алгоритм исследования эффективности функционирования отдельных видов транспорта в РР-системе ГПТ (окончание)

видов транспорта (трамвай, троллейбус, автобус, метрополитен и т. д.). В качестве таких структур управления целесообразно определять организации, курирующие формирование информационно-аналитических платформ интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор вычислительного алгоритма представляет собой второй этап математического моделирования. На основании разработанного алгоритма разрабатывается программное обеспечение, реализующее алгоритм. Рассмотренные выше три случая представления РР-системы требуют определиться с программой вычислительного эксперимента. Поскольку все три варианта построены на едином принципе формирования

для отдельных блоков морфологических матриц (страт), не составит труда разработать три различных проблемно-ориентированных алгоритма. Это позволит разработать пакет прикладных программ (модулей), основанных на унифицированных деталях. Далее на рис. 1–3 представлены три алгоритма, реализующие три проблемно-ориентированные стратегии вычислительного эксперимента, разработанные на различных формах представления РР-системы пассажирского транспортного комплекса:

- рис. 1, а и б — алгоритм исследования эффективности функционирования отдельных видов транспорта в РР-системе ГПТ;
- рис. 2, а и б — алгоритм исследования эффективности действий фактических субъектов управления, отвечающих за организацию функционирования отдельных локаций транспортных систем;

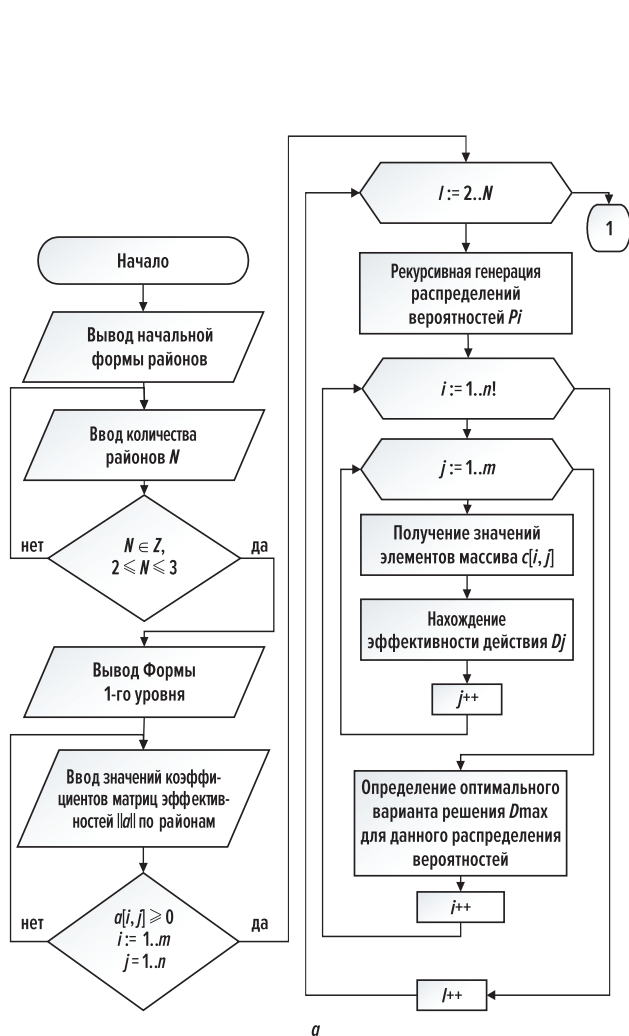


Рис. 2 (а). Алгоритм исследования эффективности действий фактических субъектов управления, отвечающих за организацию функционирования отдельных локаций транспортных систем (начало)

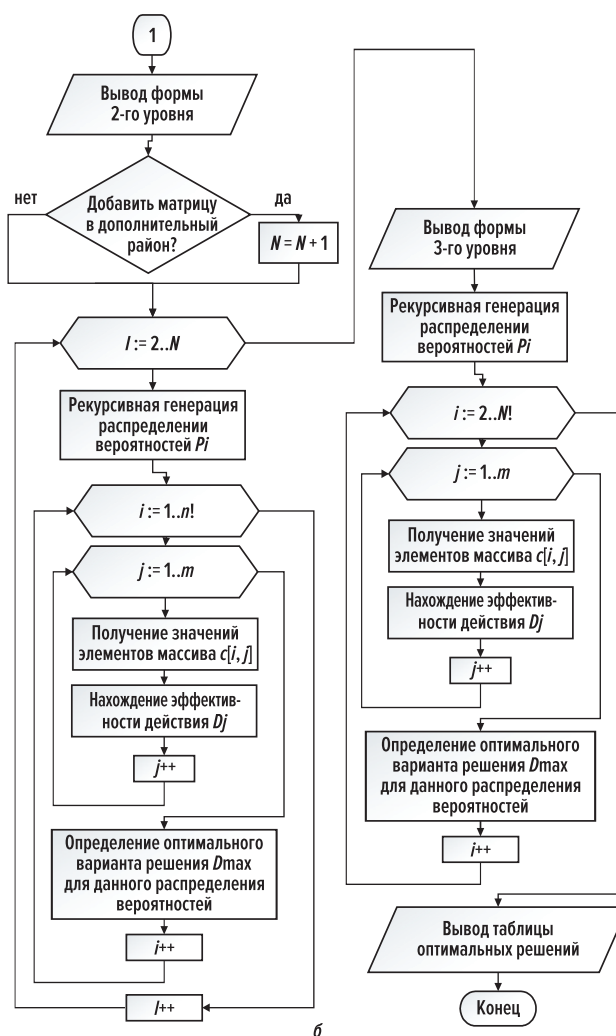


Рис. 2 (б). Алгоритм исследования эффективности действий фактических субъектов управления, отвечающих за организацию функционирования отдельных локаций транспортных систем (окончание)

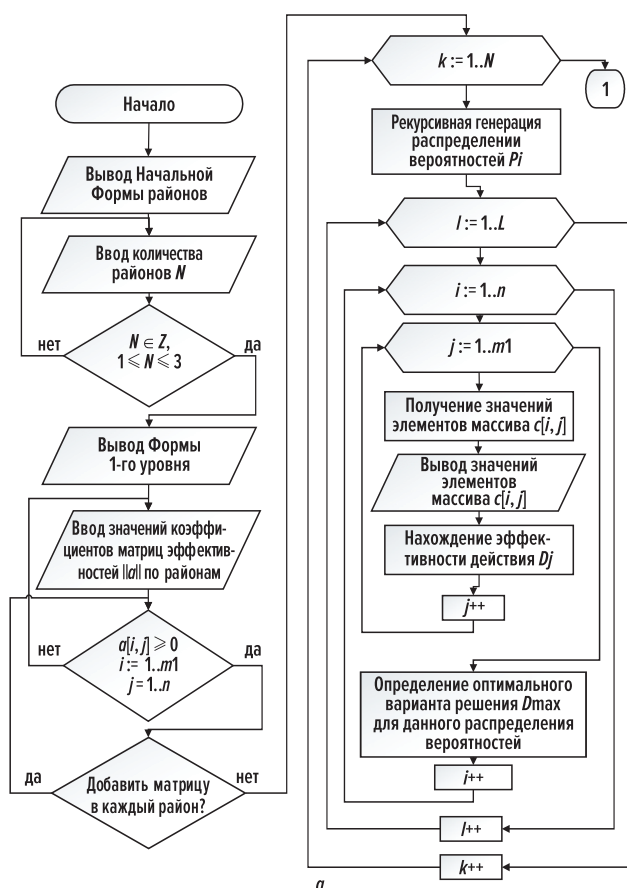


Рис. 3 (а). Алгоритм исследования эффективности функционирования транспортных систем как совокупности отдельных видов транспорта в информационно-аналитических платформах (начало)

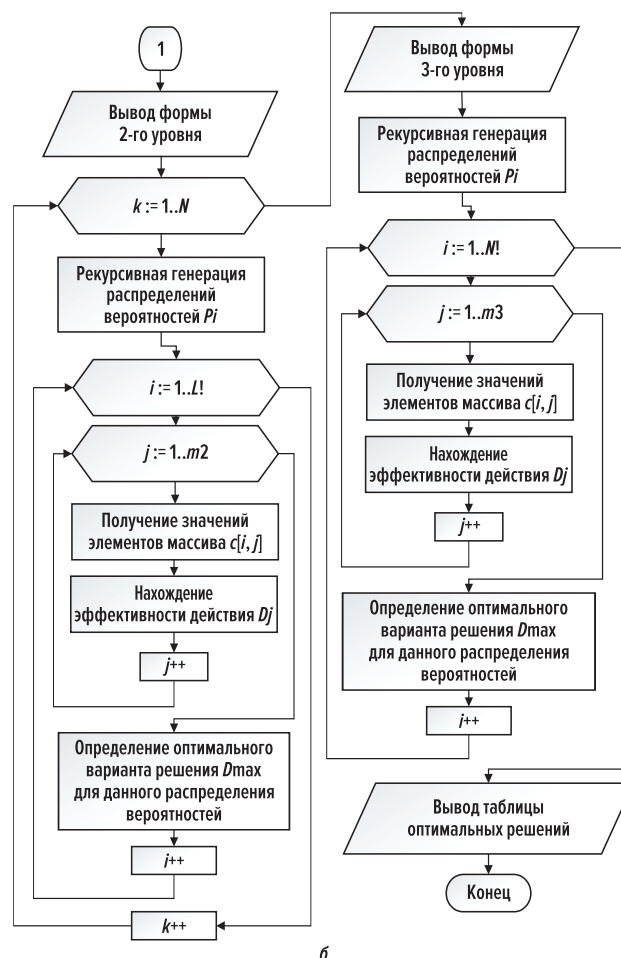


Рис. 3 (б). Алгоритм исследования эффективности функционирования транспортных систем как совокупности отдельных видов транспорта в информационно-аналитических платформах (окончание)

- рис. 3, а и б — алгоритм исследования эффективности функционирования транспортных систем как совокупности отдельных видов транспорта в информационно-аналитических платформах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные на рис. 1–3 три алгоритма, реализующие три проблемно-ориентированные стратегии вычислительного эксперимента, разработанные на различных формах представления РР-системы пассажирского транспортного комплекса, базируются на единой структуре (первом иерархическом уровне — эшелоне) оценочного функционала. Реализация данных алгоритмов на алгоритмическом языке C++ позволяет разрабатывать данную структуру гибкой, то есть возможно спроектировать любое достаточ-

но большое количество «районов» исследования показателей на первом уровне. Причем в каждом исследуемом районе может быть любое достаточно большое количество страт, соответствующих отдельным ЛО исследуемой РР-системы. Данная структура представления первого эшелона в РР-системе позволяет достаточно легко решать многокритериальные оптимизационные задачи, так как фактически полная структура целеполагания первого уровня разбивается на несколько подсистем, в рамках каждой из которых решается задача оптимизации, а ЛО — гораздо меньшей размерности. Данное представление показателей первого уровня определяет структуры формирования второго иерархического уровня, или эшелона, в многоуровневой РР-системе городского пассажирского транспорта. Поэтому различия в процедурах вычислительного эксперимента начинаются на этапе второго эшелона в многоуровневой РР-системе.

Разработанные алгоритмы позволяют оцифровать технологию распределения ресурсов в сложных пассажирских транспортных системах. Все представленные алгоритмы используют в качестве исходной базы данных текущие результативные показатели исследуемой транспортной системы. Обязательным условием проведения исследования является наличие на первом иерархическом уровне РР-системы трех подсистем показателей, состоящих из трех отдельных страт.

1. Первая подсистема — удельные качественные показатели использования и результативные

показатели эксплуатации транспортных средств, снижающие эффективность видов транспорта в исследуемой РР-системе

2. Вторая подсистема — количественные показатели эксплуатации транспортных средств и инфраструктуры обслуживания с учетом степени износа основных фондов в РР-системе

3. Третья подсистема — показатели удовлетворенности потребительских свойств, требуемые для обеспечения в соответствии с ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества»

ЛИТЕРАТУРА

1. Козырев А.Н. Цифровая экономика и цифровизация в исторической ретроспективе // Цифровая экономика. 2018. № 1 (1). С. 5–19. URL: <http://digital-economy.ru/stati/tsifrovaya-ekonomika-i-tsifrovizatsiya-v-istoricheskoy-retrospektive>. DOI: 10.34706/DE-2018-01-01. EDN VMUSSB.
2. Negroponte N. Being digital. New York: Knopf, 1995. VIII, 243 с.; 22. (A Borzoi book). URL: <https://web.stanford.edu/class/sts175/NewFiles/Negroponte.%20Being%20Digital.pdf>.
3. Халин В.Г., Чернова Г.В. Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски // Управленческое консультирование. 2018. № 10 (118). С. 46–63. DOI: 10.22394/1726-1139-2018-10-46-63. EDN YNFXNZ.
4. Терентьев А.В., Ефименко Д.Б., Карелина М.Ю. Методы районирования, как методы оптимизации автотранспортных процессов // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 6 (65). С. 291–294. DOI: 10.23968/1999-5571-2017-14-6-291-294 EDN YPNFZF.
5. Evtukov S., Karelina M., Terentyev A. A method for multi-criteria evaluation of the complex safety characteristic of a road vehicle // Transportation Research Procedia, Saint Petersburg, 27–29 сентября 2018 года. Vol. 36. — Saint Petersburg: Elsevier B.V., 2018. P. 149–156. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.057. EDN DGMMDN.
6. Вакуленко С.П., Ларин О.Н., Левин С.Б. Теоретические аспекты механизмов взаимодействия в транспортных системах // Мир транспорта, 2014. № 6. С. 14–27. EDN TCUSLT.
7. Karelina M.Yu., Terentyev A.V., Moiseev V.V., Stroeve V.V. Enhancement of economic efficiency of transport performance using multi-criteria estimation // International conference “Economy in the modern world” (ICEMW 2018): Proceedings of the International conference “Economy in the modern world” (ICEMW 2018), Kazan, 26–27 июля 2018 года / Editors: L.N. Safiullin, Dr. Prof., Deputy Director for Science of the Institute of Management, Economics and Finance Kazan Federal University, Kazan, Russia; N.K. Gabdrakhmanov, PhD, Ass. Prof., Head of the Scientific Activities Department, Kazan Federal University, Kazan, Russia. Vol. 61. Kazan: Atlantis Press, 2018. P. 167–171. EDN WHRSRR.
8. Terentiev A.V., Yevtukov S.S., Karelina E.A. Development of Zoning Method for Solving Economic Problems of Optimal Resource Allocation to Objects of Various Importance in Context of Incomplete Information // Proceedings of the International Scientific Conference “FarEastCon” (ISCFEC 2020): Серия: Advances in Economics, Business and Management Research, Vladivostok, 01–04 октября 2019 года. Vol. 128. Vladivostok: Atlantis Press, 2020. DOI: 10.2991/aebmr.k.200312.108. EDN LJQRIK.
9. Digital object-oriented control models in automobile-road complex systems / A.V. Terentyev, M.Y. Karelina, T.Y. Cherepnina [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 2019 International Conference on Digital Solutions for Automotive Industry, Roadway Maintenance and Traffic Control, DS ART 2019, Cholpon-Ata, 01 ноября 2019 года. Vol. 832. BRISTOL: Institute of Physics Publishing, 2020. P. 012058. DOI: 10.1088/1757-899X/832/1/012058. EDN LTGFVW.
10. Цветков В.Я. Логистика информационных потоков в распределенных системах // Наука и технологии железных дорог. 2017. № 1 (1). С. 34–44. EDN YLOJUL.
11. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Анализ и проектирование маршрутов передачи данных в корпоративных сетях. М.: Горячая линия – Телеком, 2012. 236 с. EDN RBAWNL.
12. Ефимова О.Ю. Адаптивная модель управления качеством городского пассажирского транспорта // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2016. № 1 (41). С. 48–54. EDN VYURMF.
13. Цветков В.Я., Алпатов А.Н. Управление распределенными транспортными потоками // Государственный советник. 2014. № 3. С. 55–60. EDN SQYTJN.
14. Андреев К.П., Терентьев В.В. Информационное моделирование в проектировании транспортных сетей городов // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2016. № 117–2. С. 108–110. EDN UUDSCW.
15. Знаменский Д.Н., Федоров М.П. Построение комплексной модели оптимизации маршрутной сети городского транспорта // Научно-технические ведомости. Инноватика СПбГПУ. 2011. № 3. С. 154–158. EDN NXVZEN.

REFERENCES

1. Kozyrev A.N. Digital economy and digitalization in historical retrospective. *Digital Economy*. 2018;1(1):5-19. URL: <http://digital-economy.ru/stati/tsifrovaya-ekonomika-i-tsifrovizatsiya-v-istoricheskoy-retrospektive>. DOI: 10.34706/DE-2018-01-01. EDN VMUSSB. (In Russ.).
2. Negroponte N. *Being digital*. New York: Knopf; 1995. URL: <https://web.stanford.edu/class/sts175/NewFiles/Negroponte.%20Being%20Digital.pdf>.
3. Khalin V.G., Chernova G.V. Digitalization and its impact on the russian economy and society: advantages, challenges, threats, and risks. *Management Consulting*. 2018;10(118):46-63. DOI: 10.22394/1726-1139-2018-10-46-63. EDN YNFXNZ. (In Russ.).
4. Terentiev A.V., Efimenko D.B., Karelina M.Yu. Zoning methods as tools for optimizing automotive transport processes. *Bulletin of Civil Engineers*. 2017;6(65):291-294. DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-6-291-294. EDN YPNFZF. (In Russ.).
5. Evtiukov S., Karelina M., Terentyev A. A Method for multi-criteria evaluation of the complex safety characteristic of a road vehicle. *Transportation Research Procedia*. 2018;36:149-156. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.057 EDN DGMMMDN.
6. Vakulenko S.P., Larin O.N., Lyovin S.B. Theoretical aspects of interaction mechanisms in transport systems. *Mir World of Transport*. 2014;6:14-27. EDN TCUSLT. (In Russ.).
7. Karelina M.Yu., Terentyev A.V., Moiseev V.V., Stroeve V.V. Enhancement of economic efficiency of transport performance using multi-criteria estimation. *Enhancement of Economic Efficiency of Transport Performance Using Multi-Criteria Estimation. Proceedings of the International Conference "Economy in the Modern World" (ICEMW 2018)*. Kazan. Atlantis Press. 2018:167-171. EDN WHSRRL.
8. Terentiev A.V., Yevtukov S.S., Karelina E.A. Development of zoning method for solving economic problems of optimal resource allocation to objects of various importance in context of incomplete information. *Proceedings of the International Scientific Conference "FarEastCon" (ISCFEC 2020)*. Vladivostok. Atlantis Press. 2020. DOI: 10.2991/aebmr.k.200312.108. EDN LJQRIK.
9. Terentyev A. V., Karelina M. Yu., Cherepnina T. Yu. [et al.] Digital object-oriented control models in automobile-road complex systems // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020;832:012058. DOI: 10.1088/1757-899X/832/1/012058. EDN LTGFVV.
10. Tsvetkov V.Ya. Logistics of information flows in distributed systems. *Science and Technologies of Railways*. 2017;1(1):34-44. EDN YLOJUL. (In Russ.).
11. Koryachko V. P., Perepelkin D. A. *Analysis and design of data transmission routes in corporate networks*. Moscow: Hotline-Telecom. 2012:236. EDN RBAWNL. (In Russ.).
12. Efimova O.Yu. Adaptive model of urban passenger transport quality management. *Vestnik Nizhegorodskogo Universiteta im. N. I. Lobachevskogo. Seriya: Bulletin of Lobachevsky University of Nizhny Novgorod. Series: Social Sciences*. 2016;1(41):48-54. EDN VYURMF. (In Russ.).
13. Tsvetkov V.Ya., Alpatov A.N. Management of distributed transport flows. *State Advisor*. 2014;3:55-60. EDN SQYTJN. (In Russ.).
14. Andreev K.P., Terentiev V.V. Information modeling in the design of urban transport networks. *New Science: Theoretical and Practical View*. 2016;117-2: 108–110. EDN UUDSCW. (In Russ.).
15. Znamensky D.N., Fedorov M.P. Construction of a comprehensive model for optimizing the urban transport route network. *Nauchno-Tekhnicheskie Vedomosti. INNOVATIKA Scientific and Technical Bulletin. INNOVATIKA SPbSPU*. 2011;3:154-158. EDN NXVZEN. (In Russ.).

Об авторах

Роман Александрович Халтурин — кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Управления координации научных исследований; **Государственный университет управления (ГУУ)**; 109542, Москва, Рязанский проспект, 99; РИНЦ ID: 644953, SPIN-код: 8883-0316; ra_khalturin@guu.ru;

Дмитрий Владимирович Никитин — аспирант; **Государственный университет управления (ГУУ)**; 109542, Москва, Рязанский проспект, 99; РИНЦ ID: 1281707, SPIN-код: 6071-4960; dv_nikitin@guu.ru;

Игорь Юрьевич Каштанов — аспирант; **Государственный университет управления (ГУУ)**; 109542, Москва, Рязанский проспект, 99; iyu_kashtanov@guu.ru.

Bionotes

Roman Aleksandrovich Khalturin — PhD in Economics, Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Research Coordination; **State University of Management (SUU)**; 109542, Moscow, Ryazansky Prospekt, 99; RSCI ID: 644953, SPIN-code: 8883-0316; ra_khalturin@guu.ru;

Dmitrij V. Nikitin — postgraduate student; **State University of Management**; 99 Ryazanskij pr-t, Moscow, 109542, Russian Federation; RSCI ID: 1281707, SPIN-code: 6071-4960; dv_nikitin@guu.ru;

Igor' Yu. Kashtanov — postgraduate student; **State University of Management**; 99 Ryazanskij pr-t, Moscow, 109542, Russian Federation; iyu_kashtanov@guu.ru.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Роман Александрович Халтурин, ra_khalturin@guu.ru.

Corresponding author: Roman A. Halturin, ra_khalturin@guu.ru.

Статья поступила в редакцию 28.02.2025; одобрена после рецензирования 28.04.2025; принята к публикации 28.08.2025.

The article was submitted 28.02.2025; approved after reviewing 28.04.2025; accepted for publication 28.08.2025.