

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ



DOI: 10.26794/2304-022X-2025-15-4-94-109  
 УДК 656.07;332.012.2,024.3,055;334.021.1;338.26(045)  
 JEL C53, P25, R40, 58

## Оценка устойчивости организации управления транспортной системой города на основе структурного моделирования

Т.М. Гайноченко

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

### АННОТАЦИЯ

Транспортный комплекс, обеспечивающий жизнедеятельность территорий и населенных пунктов страны, требует новых инструментов анализа, способных оказывать поддержку при принятии управленческих решений в условиях децентрализованного управления и влияния демографических, институциональных и природно-климатических ограничений. Актуальность темы исследования обусловлена значимостью устойчивого развития арктических городов и городских агломераций как стратегических территорий, обеспечивающих национальную безопасность и социально-экономическую устойчивость страны. Целью научной работы стало моделирование динамической структуры экономических подпроцессов в подсистеме общественного транспорта транспортной системы города или городской агломерации для оценки результативности ее деятельности и выявления отклонений от траектории устойчивого развития. В ходе исследования применен структурно-синергетический метод моделирования, позволяющий проводить количественную и качественную оценку взаимозависимостей в сложных городских транспортных системах. На примере Мурманска за 2013–2022 гг. построены модели ежегодного изменения структуры функционирования городского общественного транспорта, которая представлена четырьмя видами подпроцессов: основными, вспомогательными, жизнеобеспечивающими и препятствующими развитию. Результатом исследования стала оценка влияния децентрализованных решений ключевых стейкхолдеров на устойчивость функционирования городского общественного транспорта Мурманска и выявление характера и направленности синергетических эффектов. Предложены направления дальнейшей модернизации методологии и методики структурного моделирования за счет совершенствования статистического учета индикаторов. Разработанные подходы могут быть использованы в качестве инструмента диагностики и мониторинга устойчивости транспортных систем в арктических регионах. Полученные результаты представляют практический интерес для федеральных, региональных и муниципальных органов управления, аналитических центров и инфраструктурных компаний, участвующих в реализации политики устойчивого транспорта и городской мобильности.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие; арктические города; транспортная система; общественный транспорт; структурно-синергетическое моделирование; устойчивость; динамика системы; координация стейкхолдеров; городская мобильность; региональное управление

**Для цитирования:** Гайноченко Т.М. Оценка устойчивости организации управления транспортной системой города на основе структурного моделирования. Управленческие науки = Management Sciences. 2025;15(4):94-109. DOI: 10.26794/2304-022X-2025-15-4-94-109

## ORIGINAL PAPER

## Assessment of the Sustainability of Urban Transport System Management Based on Structural-Synergetic Modeling

T.M. Gainochenko

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

The transport complex, which ensures the vital functioning of territories and settlements across the country, requires new analytical tools capable of supporting managerial decision-making under conditions of decentralized governance and the influence of demographic, institutional, and natural-climatic constraints. The relevance of this study is determined by the importance of sustainable development in Arctic cities and urban agglomerations as strategic territories that

© Гайноченко Т.М., 2025

ensure national security and socio-economic resilience. The **purpose** of this research is to model the dynamic structure of economic subprocesses within the public transport subsystem of an urban or metropolitan transport system in order to assess its performance and identify deviations from the trajectory of sustainable development. The study employs a structural-synergetic modeling method, which allows for both quantitative and qualitative evaluation of interdependencies in complex urban transport systems. Using the example of Murmansk over the period 2013–2022, models were developed to reflect the annual changes in the structure of the city's public transport functioning. This structure includes four types of subprocesses: core, auxiliary, life-supporting, and development-constraining. The study **resulted** in an assessment of the impact of decentralized decisions made by key stakeholders on the sustainability of Murmansk's public transport system, as well as the identification of the nature and direction of synergetic effects. Directions for further modernization of the methodology and techniques of structural modeling are proposed, focusing on the improvement of statistical accounting for relevant indicators. The developed approaches can serve as diagnostic and monitoring tools for assessing the sustainability of transport systems in Arctic regions. The results obtained are of practical interest to federal, regional, and municipal authorities, analytical centers, and infrastructure companies involved in the implementation of sustainable transport and urban mobility policies.

**Keywords:** sustainable development; Arctic urban systems; transport system; public transport; structural-synergetic modeling; sustainability; system dynamics; stakeholder coordination; urban mobility; regional governance

**For citation:** Gainochenko T.M. Assessment of the sustainability of urban transport system management based on structural-synergetic modeling. *Управленческие науки = Management sciences*. 2025;15(4):94-109. DOI: 10.26794/2304-022X-2025-15-4-94-109

## ВВЕДЕНИЕ

В социально-экономической жизни городов и городских агломераций Российской Федерации общественный транспорт выполняет одну из важнейших государственных функций — обеспечивает свободу передвижения граждан. Вместе с тем объем и качество предоставляемых населению услуг зависят от целого ряда внешних и внутренних факторов, влияющих на эффективность пассажирских перевозок. Управление общественным транспортом организовано и регулируется по-разному. Так, в последние годы наибольшее распространение получила практика задействования частного транспорта. При администрациях городов сформированы службы единого заказчика для транспортного обслуживания населения, создаются фонды, финансирующие данный тип услуг. Подходы к организации оперативного контроля работы общественного транспорта также различаются: с одной стороны, многие задачи выполняются предприятиями городской администрации, с другой стороны — высокая степень свободы в выполнении коммерческих функций предоставляется операторам подвижного состава. Финансирование городского пассажирского транспорта происходит дифференцировано: учитываются исторически сложившаяся топография улично-дорожной сети, межвидовая конфигурация подвижного состава (используемого для организации перевозок населения), демографические и миграционные процессы в городе или городской агломерации, природно-климатические условия функционирования операторов обще-

ственного транспорта, уровень доходов горожан и стиль их жизни.

Формирование целостной системы управления общественным транспортом в каждом городе или городской агломерации является важной проблемой. При ее решении следует опираться на надежный информационно-аналитический инструментарий, позволяющий получать достоверные оценки результативности как целенаправленных и случайных действий участников такого сложного организма, как общественный транспорт — часть транспортной системы города или городской агломерации.

Методы и инструменты оптимального планирования работы последней достаточно хорошо изучены и успешно применяются. Системное моделирование транспортных систем специализировано под решение разного класса задач. Например, для поиска оптимальных транспортных связей при планировании пассажирских перевозок используются различные модификации гравитационной модели. Вместе с тем методы и расчеты оптимизации сложных систем далеко не всегда учитывают особенности взаимодействия их разнородных по функционалу и организации элементов — например, такие факторы, как случайность и нелинейность, существенно снижают результативность методов оптимизации даже в высокодетерминированных системах. Например, ошибки, связанные с внедрением методов массового обслуживания для прогнозирования необходимого уровня развития объектов транспортной инфраструктуры, могут достигать 30–50% [1]. Применение методологии жизненного цикла и механизмов имитационного моделирования позволяет существенно

повысить качество проектно-аналитической работы, но ограничено пространственно-временными характеристиками объектов, для которых они дают положительный результат [2–4].

Программно-целевое и проектное управление также не лишено недостатков, так как требует координации и синхронизации действий заинтересованных сторон, состав, возможности и стратегии которых могут значительно отклоняться от траектории устойчивого развития сложного объекта. Так, например, для совершенствования транспортного комплекса территорий и населенных пунктов Арктической зоны РФ (АЗРФ) необходимо согласование принимаемых решений на всех уровнях (муниципальном, региональном и национальном) с учетом геополитических и геоэкономических процессов. Обеспечение платежеспособного спроса на услуги транспорта в АЗРФ невозможно только за счет управленческих компетенций местных властей и институциональных и индивидуальных операторов транспортной инфраструктуры и подвижного состава. Внедрение системы сбалансированных индикаторов через установление ключевых показателей эффективности для сторон, заинтересованных в формировании транспортных комплексов на этой территории, не может в полной мере отразить все особенности стадий развития ее субъектов [5]. Вместе с тем из теории известно, что поддержание пропорциональности между частями системы при переходах от периода количественного роста к этапу качественного развития является наиболее важной задачей управления. Более того, в децентрализованных системах дисбаланс развития оказывается значительно выше, чем в централизованных, что объясняется более высоким уровнем степени свободы участников. Так, кроме присущих самой транспортной системе уровней самоорганизации и управления [6], возникает необходимость учета определенной информации со стороны всех остальных участников, заинтересованных в получении транспортных услуг. Следовательно, при отсутствии синхронизации их решений и действий организационные связи между участниками качественно и количественно трансформируются за счет наиболее инерционных элементов (с особенно длительными периодами адаптации), к числу которых в транспортной системе городов относится подсистема общественного транспорта, обслуживающая городское население и пригород. Постепенное снижение ее качества компенсируется ростом доли частного легкового автотранспорта с постепенным

ухудшением использования улично-дорожной сети города и снижением качества городской среды [7,8].

Совершенствование методов оценки результативности работы общественного транспорта в городах Российской Федерации получило дальнейшее развитие через применение социометрических методов. Например, экспертами Ассоциации транспортных инженеров и компанией «Симетра» с 2021 г. составляется рейтинг городов России по качеству обслуживания населения общественным транспортом<sup>1</sup> на основе таких групп показателей, как физическая и ценовая доступность, функциональность транспортной системы, комфорт и удобство, безопасность и устойчивое развитие<sup>2</sup>. В Институте экономики транспорта и транспортной политики НИУ ВШЭ разработана и апробирована методика проведения аудита состояния систем массового пассажирского транспорта (МПТ) в 50 городах страны на основе оценки комплекса показателей [5], отражающих структуру подвижного состава по следующим категориям: классы вместимости; доля электротранспорта и выделенных для МПТ полос; задублированность маршрутов, а также предложений относительно вместимости подвижного состава в разное время суток и его видов.

Следует отметить, что при всей своей ценности выполненные научно-исследовательские работы не учитывают в полной мере факторы, влияющие на деятельность транспортной системы городов и городских агломераций. Например, уровень бюджетного финансирования операторов общественного транспорта; динамику реальных доходов населения и изменение его численности; наличие конкуренции со стороны личного автотранспорта и ее масштабы (в том числе статистику автомобилизации, стоимость топлива, организацию парковочного пространства и приоритетность условий движения общественного транспорта в городах); обновление инфраструктуры улично-дорожной сети города или городской агломерации; системное планирование развития маршрутной сети. Учесть интересы граждан муниципальные органы, частные и государственные операторы общественного транспорта могут только на основе комплексного изучения эффектов, формирующихся в ходе работы транспортной системы.

<sup>1</sup> Рейтинг городов России по качеству общественного транспорта 2023. URL: <https://publictransport.simetragroup.ru/rating>

<sup>2</sup> URL: <http://publictransport.simetragroup.ru/rating>

В контексте интеллектуальной экономики (под которой понимается экономическая модель, основанная на приоритете знаний, инноваций и развитии методологии изучения сложных объектов), совокупные экономические процессы, протекающие в подсистеме общественного транспорта города или городской агломерации, следует рассматривать через призму экосистемной организации транспортного производства. Поэтому использование термина «интеллектуальная экономика» указывает на необходимость учитывать не только традиционные аспекты хозяйственной деятельности и принимаемых стейххолдерами решений по развитию рассматриваемой подсистемы, но и синергетические эффекты, возникающие в ней при взаимодействии между участниками транспортной экосистемы города. Согласно определению Г.Б. Клейнера, под интеллектом социально-экономических систем в настоящее время понимается «...способность... формировать, анализировать и предъявлять адекватную системную картину мира, отражающую структуру функционирования и динамику систем, существенным образом связанных с данной» [9]. Следовательно, инструментарий для изучения поведения подсистемы общественного транспорта города и городской агломерации, которой отводится важная роль в достижении цели устойчивого развития ООН № 11 «Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов»<sup>5</sup>, должен учитывать свойства сложных пространственно-распределенных объектов и предъявляемые к ним требования.

Вышеперечисленные причины обусловили выбор в качестве объекта данного исследования подсистемы общественного транспорта в транспортной системе Мурманска как совокупности процессов в рамках деятельности ключевых операторов — АО «Электротранспорт» и АО «Мурманскавтотранс», пользователей и владельцев частных автотранспортных средств, а также регуляторов. Предметом исследования являются динамические аспекты организационных отношений, определяющие характер ее функционирования и развития.

## МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно современным представлениям о взаимодействиях в живой, неживой и организационной среде именно функциональные и линейные свя-

зи считаются фундаментальными (основополагающими) организационными. Функциональные связи отвечают за детализацию целей, задач, решений, распределения ответственности в процессах и системах применительно как к объективной реальности, так и их субъективной деятельности, а линейные — за их объединение (интеграцию).

Структурная конфигурация этих связей может выстраиваться во времени и пространстве как последовательно, так и параллельно. Тем самым неизбежно дублирование, формирование резервов и, следовательно, закрепление определенных количественных пропорций в организационных отношениях между частями целого, что определяет уровень организации процессов и систем и выражает их сущность. То есть за счет распределения функций возможна как идентификация целого, так и оценка достигнутого синергетического эффекта.

Целое, с закрепленными в нем (или за ним) целями, задачами, функциями, решениями, ответственностью, выступает в качестве элемента (или одного из элементов) звена организации и имеет в его структуре свое место (позицию) и роль (значимость). Увеличение количества элементов и звеньев усложняет подобную структуру, а ее стабильность и устойчивость обеспечивается за счет механизма обратных связей.

Несмотря на то, что последний формирует динамику взаимоотношений в процессах и системах объективной реальности и субъективной деятельности, долгое время использовалась лишь его способность возвращать организацию в состояние равновесия. Это было обусловлено тем, что равновесие в естественных, гуманитарных и социо-экономических науках признавалось желаемым конечным состоянием функционирования и развития. В социально-экономических организациях же состояние равновесия — гомеостазис (или самодостаточность) — означало достижение такого уровня, когда все задачи выполнены и производительная сила растрата на снижение неопределенности (энтропии). Следовательно, дальнейшее изменение не имело смысла.

Таким образом, самодостаточность как цель, а не как необходимое условие, порождала мысли о неизбежности упадка, конце истории, разрушении общества, замкнутости систем, и любая форма настоящего застоя оказывалась предпочтительнее гарантированного ухудшения в будущем.

Появление концепций динамического равновесия в открытых системах позволило пересмотреть

<sup>5</sup> URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/cities/>

прежние пессимистические оценки относительно перспектив их развития сложных систем [10]. Формулировка «вещество, энергия, информация и динамические свойства системы, а также ее структура взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих компонентов вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные перемены в состоянии остальных компонентов» [11] послужила законом внутреннего динамического равновесия.

Таким образом, стала признаваться роль и значение динамических аспектов организации — потенциал ее функционирования определяется всеми статическими факторами, рассмотренными ранее, которые в своем единстве и взаимодействии обеспечивают оперативность и гибкость процессов и систем. Устойчивость, равномерность и оптимальность развития последних в социально-экономических организациях достигаются за счет непрерывности и ритмичности формирующих необходимый уровень внутренней самоорганизации. Поддержание непрерывности и ритмичности происходит за счет разделения и кооперации любой совместной целенаправленной деятельности, что является механизмом создания разнообразных организационных форм [12–14].

Открытые системы активно обмениваются ресурсами и продуктами жизнедеятельности. Поскольку любое взаимодействие подразумевает определенные отношения между участниками процесса, степень его эффективности зависит от текущего состояния самой системы. Организация, обладающая адекватным механизмом саморегуляции, способна компенсировать возникающее противодействие, нейтрализуя его или порождая новые элементы, необходимые для приспособления к изменившимся условиям. Так, подсистема общественного транспорта в городе, будучи открытой системой, взаимодействует не только с пассажирами и операторами перевозок, но и с дорожной инфраструктурой в рамках финансово-экономических условий и нормативных ограничений. Соответственно, адекватная оценка синхронности процессов, протекающих как внутри данной подсистемы (например, объем транспортной работы, развитие маршрутной сети, обновление подвижного состава), так и во внешней среде города (рост автомобилизации, изменения бюджетного финансирования, демографические сдвиги и т.д.), является ключом к пониманию ее устойчивости и эффективности.

Взаимодействие с внешней средой может принимать не только линейный, но и нелинейный характер. Во втором случае даже незначительное изменение параметров одного элемента может приводить к серьезным колебаниям или отклонениям других и влиять на всю цепочку процессов. Поэтому основной проблемой становится не поиск абсолютной стабильности или безупречной надежности функционирования, а поддержание динамического равновесия, отражающего желаемое состояние системы — в данном случае движение в направлении ЦУР № 11.

Решение данной задачи представляется возможным с помощью анализа структуры совокупного экономического процесса обеспечения города или городской агломерации общественным транспортом. По определению О. А. Биякова такой процесс представляет собой комплексную систему взаимосвязанных подпроцессов (производственных, потребительских, инфраструктурных и иных), протекающих в рамках единого экономического пространства и определяющих итоговую динамику и результативность развития территории [15]. Иными словами, совокупный экономический процесс охватывает все стадии формирования и использования ресурсов с учетом факторов, способствующих или препятствующих прогрессу, а структурное моделирование позволяет через его декомпозицию определять степень коллинеарности целевых векторов развития ключевых стейкхолдеров транспортных систем городов и городских агломераций, а также направленность синергетического эффекта. Данний метод был апробирован автором в статье [16], поэтому подробно не излагается в данной работе.

В ходе исследования декомпозиция совокупного экономического процесса подсистемы общественного транспорта транспортной системы Мурманска осуществлялась по четырем видам подпроцессов, оцениваемых на основе трех индикаторов, интегральное значение которых формировалось на базе весовых коэффициентов и места в иерархии подпроцесса. Существенное ограничение на выбор индикаторов накладывало требование метода структурного моделирования процессов, а именно — наличие статистических наблюдений за продолжительный период времени. В данном исследовании был выбран интервал с 2013 по 2022 г.

Для изучения основных процессов были отобраны три индикатора: количество перевезенных пассажиров (М1), пассажирооборот (М2) и протяженность маршрутов общественного транспорта

(M3), характеризующие достигнутые результаты хозяйственной деятельности основных операторов общественного транспорта Мурманска. Вспомогательные подпроцессы анализировались с помощью таких показателей, как средний возраст парка подвижного состава, используемый на маршрутах (S 1), численность занятых на общественном транспорте (S 2) и уровень финансовой поддержки развития общественного транспорта за счет бюджетных средств (S 3), учитывающих возможности подсистемы общественного транспорта города предоставлять транспортные услуги населению. При рассмотрении подпроцессов жизнеобеспечения принимались во внимание численность населения города (LS 1), реальный уровень заработной платы в соответствующем регионе (LS 2), а также размер потребительской корзины (LS 3), то есть индикаторы, определяющие условия функционирования подсистемы общественного транспорта города. Для характеристики препятствующих развитию подпроцессов были отобраны следующие показатели: количество частных легковых автомобилей на 1000 населения города (P1), уровень инфляции в регионе (P2) и стоимость электроэнергии для промышленного сектора потребителей (P3), что

обусловлено высоким уровнем их влияния на пропускную способность улично-дорожной сети города и возможность перехода на новые источники энергии с учетом природно-климатических и топографических особенностей ее функционирования.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОДПРОЦЕССОВ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ ГОРОДА-ГЕРОЯ МУРМАНСКА

В табл. 1 представлены нормированные значения индикаторов, характеризующие совокупный экономический процесс развития подсистемы общественного транспорта транспортной системы Мурманска, полученные путем применения процедуры медианного слаживания временных рядов (так как ее результаты снижают уровень статистической ошибки при проведении расчета ускорений движения показателей, вошедших в описание структуры подпроцессов совокупного экономического процесса).

В табл. 2 представлены расчетные значения ускорений (торможений) компонентов совокупного экономического процесса развития транспортной системы Мурманска, необходимые для оценки

Таблица 1 / Table 1

**Нормированные значения индикаторов совокупного экономического процесса развития подсистемы общественного транспорта транспортной системы города-героя Мурманска / Normalized Values of Indicators of the Aggregate Economic Development Process in the Public Transport Subsystem of the Hero City Murmansk**

Структура совокупного экономического процесса		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Основные подпроцессы	M1	-1,4	-13,4	17,1	5,8	-25,7	-66,6	56,7	125,4
	M2	10,6	-28,2	8,6	38,3	-35,5	-74,1	97,0	-12,3
	M3	-17,5	11,6	3,6	-23,4	-17,1	-6,4	16,2	-5,7
Вспомогательные подпроцессы	S 1	-0,4	3,1	-4,0	0,4	5,5	-11,8	-64,9	17,6
	S 2	7,0	-4,6	1,4	-4,9	-3,2	10,6	5,4	-1,3
	S 3	110,2	-100,2	-28,7	-7,1	33,8	0,0	3,7	44,4
Жизнеобеспечивающие подпроцессы	LS 1	22,8	-23,0	-0,2	1,2	-1,0	-5,8	-46,6	34,5
	LS 2	-3,8	5,5	-7,7	6,2	-2,3	-1,4	2,3	3,4
	LS 3	13,1	1,8	-2,7	-12,1	-4,9	8,0	2,5	2,9
Подпроцессы, препятствующие развитию	P1	-19,7	3,3	-0,1	7,5	-15,1	-0,7	10,0	10,5
	P2	-10,0	-55,6	18,2	32,6	-21,2	14,0	21,8	29,2
	P3	7,8	-0,2	-0,2	18,3	-65,4	94,3	43,6	-157,4

Источник / Source: рассчитано автором / Calculated by the author.

Таблица 2 / Table 2

**Расчетные значения ускорений (торможений) компонентов совокупного экономического процесса развития подсистемы общественного транспорта транспортной системы Мурманска /  
Calculated Values of Accelerations (Decelerations) of the Components of the Aggregate Economic Development Process in the Public Transport Subsystem of the Murmansk Transport System**

Структура совокупного экономического процесса		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Основные подпроцессы	M1	-1,4	-13,4	17,1	5,8	-25,7	-66,6	56,7	125,4
	M2	10,6	-28,2	8,6	38,3	-35,5	-74,1	97,0	-12,3
	M3	-17,5	11,6	3,6	-23,4	-17,1	-6,4	16,2	-5,7
Вспомогательные подпроцессы	S 1	-0,4	3,1	-4,0	0,4	5,5	-11,8	-64,9	17,6
	S 2	7,0	-4,6	1,4	-4,9	-3,2	10,6	5,4	-1,3
	S 3	110,2	-100,2	-28,7	-7,1	33,8	0,0	3,7	44,4
Жизнеобеспечивающие подпроцессы	LS 1	22,8	-23,0	-0,2	1,2	-1,0	-5,8	-46,6	34,5
	LS 2	-3,8	5,5	-7,7	6,2	-2,3	-1,4	2,3	3,4
	LS 3	13,1	1,8	-2,7	-12,1	-4,9	8,0	2,5	2,9
Подпроцессы, препятствующие развитию	P1	-19,7	3,3	-0,1	7,5	-15,1	-0,7	10,0	10,5
	P2	-10,0	-55,6	18,2	32,6	-21,2	14,0	21,8	29,2
	P3	7,8	-0,2	-0,2	18,3	-65,4	94,3	43,6	-157,4

Источник/ Source: рассчитано автором / Calculated by the author.

результативности использования ее потенциала и моделирования динамической структуры ее экономических подпроцессов.

Данный метод позволяет сопоставлять разнородные по характеру и скорости протекания подпроцессы друг с другом.

Так, например, с 2021 г. в Мурманске наблюдалось резкое ускорение процесса перевозок пассажиров общественным транспортом в пределах существующей маршрутной сети, что привело к сближению фактической динамики индикаторов подпроцессов развития подсистемы общественного транспорта транспортной системы и целевого вектора.

Это следует из данных табл. 3, в которой представлено фактическое и целевое ранжирование подпроцессов совокупного экономического процесса развития данной подсистемы. Вместе с тем в моделях 2021 и 2022 гг. эффект от принятого административного решения о формировании Мурманской агломерации<sup>4</sup> еще не проявился. Он

состоит в выстраивании индикаторов M2 и M3 в соответствии с целевым вектором, отражающим объективное стремление получить синергетический эффект от агломерационных процессов и изменения протяженности и структуры маршрутной сети общественного транспорта.

Замедление темпов ускорения стоимости электроэнергии для промышленного сектора (P3) оказалось положительное влияние, смягчив часть ограничений, тормозивших развитие троллейбусного сообщения в городе. В то же время положительная тенденция прошлых лет, связанная с замедлением автомобилизации, прекратилась: процесс роста числа частных автомобилей на 1000 жителей (P1) снова стал ускоряться. Более того, ускорение темпов регионального уровня инфляции (P2) сдерживает развитие общественного транспорта в транспортной системе города. Это не отвечает целевому вектору — движению в направлении достижения ЦУР № 11.

Количественная оценка синхронности изменения подпроцессов развития подсистемы общественного транспорта транспортной системы Мурманска (рис. 1) получена на основе сопоставления факти-

<sup>4</sup> В состав Мурманской агломерации входят Мурманск, ЗАТО Североморск, а также Кольский район, ее численность составляет 352 тыс. чел. по состоянию на 01.01.2023.

Таблица 3 / Table 3

**Фактическое и целевое ранжирование подпроцессов совокупного экономического процесса развития подсистемы общественного транспорта транспортной системы города-героя Мурманска / Actual and Target Ranking of Subprocesses in the Aggregate Economic Development Process of the Public Transport Subsystem of the Hero City Murmansk**

<b>Структура совокупного экономического процесса</b>		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	<b>Целевой вектор</b>
Основные подпроцессы	M1	8	8	2	6	10	11	3	1	1
	M2	4	10	3	1	11	12	1	10	2
	M3	11	1	5	12	8	10	6	9	3
Вспомогательные подпроцессы	S 1	7	6	4	8	6	3	2	11	4
	S 2	6	7	6	9	4	4	8	8	5
	S 3	1	12	12	10	1	6	9	2	6
Жизнеобеспечивающие подпроцессы	LS 1	2	9	9	7	2	9	12	3	7
	LS 2	9	2	11	5	3	8	11	6	8
	LS 3	3	4	10	11	5	5	10	7	9
Подпроцессы, препятствующие развитию	P1	12	3	7	4	7	7	7	5	10
	P2	10	11	1	2	9	2	5	4	11
	P3	5	5	8	3	12	1	4	12	12

Источник / Source: рассчитано автором / Calculated by the author.

ческой и целевой структур движения индикаторов (отобранных для моделирования совокупного экономического процесса развития рассматриваемой подсистемы) с применением двух коэффициентов ранговой корреляции — Спирмена и Кенделла. Целевая отражает желаемые положительные изменения в работе общественного транспорта как по объему перевезенных пассажиров, так и по средней дальности поездок и протяженности маршрутной сети. Привлекательность общественного транспорта зависит от качества оказываемых услуг.

В данной модели это условие косвенно учитывается в индикаторах вспомогательных подпроцессов. На 4-м месте в целевом векторе — показатель S 1, характеризующий средний возраст парка подвижного состава, используемого на маршрутах. Процесс обновления последнего, начавшийся с 2021 г., получил отражение в модели 2022 г. Существенное увеличение объема направленной на него финансовой поддержки за счет бюджетных средств (S 3) при замедлении роста численности занятых на общественном транспорте (S 2) (табл. 2) деформировало фактическую динамику индикаторов по сравнению с целевыми и отразилось на результа-

тивности использования потенциала транспортной системы города. Группа жизнеобеспечивающих процессов (LS 1–3) располагается на третьем месте по приоритету ускорения ее индикаторов, так как отражает долгосрочные цели развития арктических территорий, и ее реализация (при всей важности демографической политики) зависит от создания благоприятной среды проживания в краткосрочном периоде.

Мурманск отличается значительным уровнем автомобилизации и высокими ценами на электроэнергию для потребителей из промышленного сектора и заметной инфляцией, поэтому представляется целесообразным поиск путей сдерживания роста значений данных индикаторов, «находящиеся на 9–11 уровнях в целевом ранжировании».

С учетом логики ранжирования и фактической структуры динамики индикаторов по группам подпроцессов за период с 2013 по 2022 г., средний уровень эффективности принимаемых решений (в соответствии с приоритетом целей) на этом интервале достиг одной трети от потенциально возможного (0,356). Следовательно, усилия основных городских операторов общественного транспорта,



*Рис. 1 / Fig. 1. Результативность использования потенциала подсистемы общественного транспорта транспортной системы Мурманска / Transport Subsystem of the Murmansk Transport System in Utilizing Its Potential*

Источник / Source: смоделировано автором / Modelled by the author.

как и их поддержка со стороны муниципальных, региональных и федеральных властей, оставались недостаточными для того, чтобы противостоять неблагоприятным миграционным тенденциям, росту численности частного автотранспорта и стоимости электроэнергии для промышленного сектора потребителей. Таким образом, синергетический эффект взаимодействия включенных в модель стейкхолдеров и принимаемых ими организационных и частных решений в исследуемом периоде был невысоким и составлял от 10 до 40% от максимально возможного уровня.

Однако следует отметить, что в интервале с 2019 по 2021 г. все города столкнулись с последствием введения мер по недопущению распространения коронавирусной инфекции, что значительно ухудшило использование потенциала их подсистем общественного транспорта.

На рис. 2 представлены модели динамической структуры экономических подпроцессов развития подсистемы общественного транспорта транспортной системы Мурманска, подкрепленные качественной оценкой направленности синергетического эффекта от взаимодействия стейкхолдеров (табл. 4). В результате на основе анализа ускорения или торможения движения показателей по каждому из подпроцессов можно сделать вывод о типе

развития подсистемы общественного транспорта и результативности режима ее функционирования в каждом году исследуемого периода.

Исследование динамической структуры экономических подпроцессов показало заметные колебания между неустойчивыми спадом и ростом в совокупном экономическом процессе подсистемы общественного транспорта. Улучшение работы стало прослеживаться только с 2021 г. Это соответствует рейтингу качества транспортных услуг в городах [9], согласно которому Мурманск смог подняться с 17-го места в 2022 г. (61,5 балла из 100) на 10-е (71,8 баллов из 100). В соответствии с данными компании SIMETRA, с 2022 по 2023 г. улучшились такие показатели, как устойчивость развития и безопасность общественного транспорта: с 44 (2022 г.) до 55 (2023 г.); ценовая доступность: 51 (2022 г.) — 68 (2023 г.); функциональность транспортной сети — 59 (2022 г.) и 76 (2023 г.); комфорт и удобство — 70 (2022 г.) — 77 (2023 г.).

Вместе с тем физическая доступность ухудшилась — 80 (2022 г.) — 77 (2023 г.): отмечается некоторое сокращение пространственного покрытия города маршрутной сетью и увеличение времени, необходимого для достижения остановочных пунктов и мест назначения.

Таблица 4 / Table 4

**Качественная оценка совокупного экономического процесса в подсистеме общественного транспорта транспортной системы Мурманска / Qualitative Assessment of the Aggregate Economic Process in the Public Transport Subsystem of the Murmansk Transport System**

Ускорение (+)/ торможение (-) подпроцессов	Основные процессы	Вспомогательные подпроцессы	Жизнеобеспечивающие подпроцессы	Подпроцессы, препятствующие развитию	Динамическая структура экономических процессов	Тип развития	Тип совокупного экономического процесса
2015	-1,846	28,864	12,818	-10,282	MS>LS>P	Устойчивый рост	Результативный с улучшением уровня развития
2016	-11,566	-27,039	-8,863	-14,396	LS>P>MS	Неустойчивый спад	Нерезультативный с улучшением уровня развития
2017	11,415	-4,681	-2,958	5,120	MS>P>LS	Неустойчивый рост	Результативный с сохранением уровня развития
2018	8,027	-3,307	-0,601	17,310	P>MS>LS	Неустойчивый спад	Нерезультативный с сохранением уровня развития
2019	-26,407	4,678	-2,306	-29,033	LS>MS>P	Неустойчивый рост	Результативный с ухудшением уровня развития
2020	-54,180	8,616	-1,197	26,490	P>LS>MS	Неустойчивый спад	Нерезультативный с ухудшением уровня развития
2021	58,464	33,079	-20,716	21,483	MS>P>LS	Неустойчивый рост	Результативный с сохранением уровня развития
2022	54,289	2,056	17,989	-24,769	MS>LS>P	Устойчивый рост	Результативный с улучшением уровня развития

Источник/ Source: рассчитано автором / Calculated by the author.

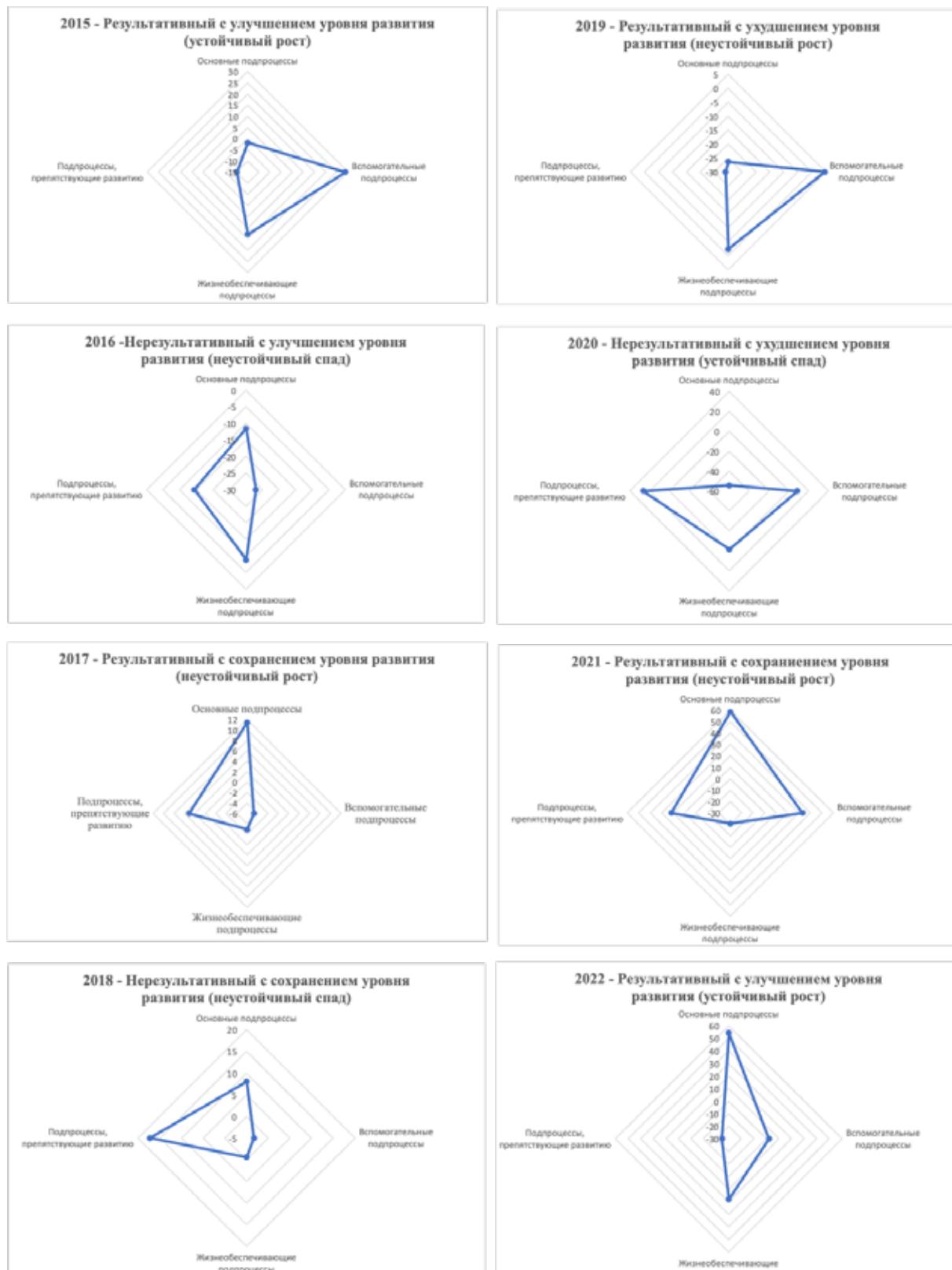
## РЕЗУЛЬТАТЫ СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ В ГОРОДАХ И ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ

В группе вспомогательных подпроцессов для характеристики качества обеспечения транспортной работы массового пассажирского транспорта Мурманска одним из параметров анализа был выбран средний возраст подвижного состава (S 1). В работе сделано допущение о наличии значительной взаимосвязи между S 1 и качеством услуг, предоставляемых ключевыми операторами — АО «Электротранспорт»

и АО «Мурманскавтотранс»<sup>5</sup>: снижение первого показателя ведет к повышению второго. В соответствии с Федеральным проектом «Модернизации пассажирского транспорта в городских агломерациях»<sup>6</sup> произошло обновление 50% парка автобусов и троллейбусов, обслуживающих Мурманскую агломерацию. Модели 2021 и 2022 гг. учитывают данную тенденцию. Несмотря на то, что экспертным сообществом

<sup>5</sup> URL: <https://транспортсевера.рф/#/>

<sup>6</sup> Паспорт Федерального проекта «Модернизации пассажирского транспорта в городских агломерациях» file:///Users/tatana/Downloads/FP\_Passazhirskij\_transport.pdf



**Рис. 2 / Fig. 2. Модели динамической структуры экономических подпроцессов в подсистеме общественного транспорта транспортной системы города-героя Мурманска / Models of the Dynamic Structure of Economic Subprocesses in the Public Transport Subsystem of the Hero City Murmansk Transport System**

Источник / Source: смоделировано автором / Modelled by the author.

средний возраст подвижного состава этих парков признается валидным [5], для более точного описания качества вспомогательных подпроцессов желательно использовать в качестве параметра модели техническую готовность подвижного состава массового пассажирского транспорта. Однако в настоящее время степень раскрытия информации в публикуемых статистических сборниках не позволяет провести соответствующие расчеты данного показателя.

Второй индикатор в группе вспомогательных подпроцессов — численность занятых на общественном транспорте (S 2) — косвенно отражает уровень развития и интенсивность использования маршрутной сети города. Однако S 2 не лишен недостатков в части достоверности учета уровня задублированности маршрутов, который представляет значительный интерес для совершенствования структурного моделирования экономических процессов на общественном транспорте в городах и городских агломерациях, так как показывает, насколько синхронно развивается транспортное обслуживание центра и периферии.

Параметры сложности и количество циклов в транспортной сети определяют уровень надежности технологической составляющей качества доступности общественного транспорта в городе или городской агломерации. Топология транспортной сети как ресурс играет важную роль в повышении качества предоставляемых населению услуг за счет возможностей выравнивания транспортной связности территории, и в то же время отражает медленные процессы самоорганизации.

Третьим индикатором в группе вспомогательных подпроцессов стал уровень финансовой поддержки развития общественного транспорта за счет бюджетных средств (S 3). В Мурманской агломерации на протяжении всего периода исследования недодофинансирование данной сферы компенсировалось высокими темпами автомобилизации, что нашло отражение в моделях динамической структуры экономических подпроцессов на общественном транспорте за счет включения индикатора Р1 (количество частных легковых автомобилей на 1000 населения города) в состав подпроцессов, препятствующих развитию общественного транспорта.

Компенсация выпадающих доходов за перевозку пассажиров в 2015–2017 гг. сменялась полным отсутствием бюджетной поддержки в 2018–2020 гг. Механизм софинансирования обновления подвижного состава через инфраструктурные кредиты

ВЭБ. РФ заработал с 2021 г., что проявилось в моделях 2021 и 2022 гг. через фиксацию улучшения типа совокупного экономического процесса — с результативного с сохранением уровня развития на результативный с улучшением уровня развития.

В 2020 г. наметилась тенденция перехода от устойчивого спада к устойчивому росту. Этому способствовало снижение стоимости электроэнергии для промышленного сектора потребителей (Р3). Результативность использования потенциала общественного транспорта в Мурманской агломерации стала восстанавливаться и составила 36% от максимально возможного уровня. Несмотря на усиление инфляции (Р2) в регионе и продолжающейся тенденции падения численности населения (LS 1), реальный уровень заработной платы (LS 2) и размер потребительской корзины (LS 3) росли с опережением.

Меняется государственная политика в отношении территорий и населенных пунктов АЗРФ и инструменты ее развития. Для общественного транспорта Мурманской агломерации важным становится тот факт, что его дальнейшее развитие будет осуществляться не на основе критериального показателя численности населения, а благодаря роли входящих в нее территорий в обеспечение национальной безопасности и их значимости как базы для развития крупнейшего арктического международного порта в России, центра северного завоза и одного из двух морских спасательно-координационных комплексов, а также вследствие реализации инфраструктурных и логистических проектов стратегического значения, а также ключевого образовательного и научного центра Российской Арктики<sup>7</sup>.

Мурманская агломерация характеризуется значительной концентрацией транспортной работы в границах города и низкой — на ее периферии. Требуется поиск оптимального распределения пассажиропотока между операторами подвижного состава разной вместимости. Драйвером устойчивости развития транспортной сети агломерации при условии централизации планирования и управления транспортной работой выступит индикатор М3 (протяженность маршрутов общественного транспорта) из группы основных подпроцессов. Кроме того, согласованность режимов функционирования

<sup>7</sup> Опорные населенные пункты — каркас Российской Арктики. URL: <https://nashsever51.ru/storage/temporary/24/03/06/156462/47cdd109-1303-48df-a944-0d4ae3334461.pdf>

разных категорий транспортных потоков зависит от таких аспектов, как реализуемая политика приоритетности условий движения и организация парковочного пространства на улично-дорожной сети<sup>8</sup>. В дальнейшем представляется целесообразным включение в модель динамической структуры экономических подпроцессов на общественном транспорте индикатора, отражающего как соотношение скоростей движения частного и общественного транспорта, так и процессы координации планирования и организации улично-дорожной сети и ее эксплуатация участниками движения.

Рост результативности использования массового пассажирского транспорта может быть обеспечен за счет вовлеченности органов самоуправления и местного населения в разработку корпоративных и региональных стратегических планов развития Мурманской агломерации. Анализ накопленного в этой сфере опыта [17] показал низкий уровень эффективности шагов, предпринятых с целью объединения действий ключевых стейкхолдеров (см. рис. 1 и 2). Согласно мнению ученых, в частности А.Д. Волкова, относительно социальной устойчивости арктических городов [18], существенными причинами миграционного оттока населения являются снижение уровня социального лицензирования деятельности крупных градообразующих компаний и значимости соглашений о выгодах, а ключевыми — усиление тренда к экстерриториальности в управлении градообразующими компаниями в 2010-х гг. Перенос центров принятия управлений решений в регионы присутствия и реализация программ реструктуризации за счет сокращения численности персонала часто приводили к потере доходов местного населения без возможности их компенсации за счет каких-либо источников, кроме переселения за пределы арктических городов [19]. Таким образом, недостаточная коллинеарность целевых векторов бизнеса и местного сообщества вносят свой вклад в снижение как результативности использования общественного транспорта, так и потенциала данной подсистемы. Вместе с тем выявленные недостатки являются основой для дальнейшей работы в этом направлении, о чем свидетельствуют примеры социально-экономического партнерства крупнейших

вертикально-интегрированных компаний АЗРФ и согласованные приоритетные проекты, включенные в стратегический план «На Севере — жить!»<sup>9</sup>, а также разработанные на его основе мастер-планы дальневосточных и арктических городов. Эффект от их реализации может проявить себя в моделях следующих периодов наблюдения.

## ВЫВОДЫ

Значимость устойчивого развития арктических городов, городских агломераций и территорий обусловлена широким спектром функций, которые они выполняют в рамках обеспечения национальных интересов страны. Координация и согласованность стратегического управления АЗРФ осуществляется не только органами государственного и муниципального управления, но и представителями разных форм бизнеса и местного населения. Системообразующим элементом этих процессов должны стать транспортные системы арктических территорий и их подсистемы — общественный транспорт. Поддержание желаемого состояния последнего отвечает геополитическим интересам страны, а также согласуется с глобальными целями ООН в области устойчивого развития.

Следовательно, возникает потребность не только в определении количественных и качественных разногласий всех заинтересованных участников совокупного экономического процесса развития транспортных систем городов и городских агломераций АЗРФ относительно приоритетов развития, но и в поиске практических шагов для достижения желаемого результата.

Современный уровень развития исследовательского инструментария позволяет проводить подобные анализ и оценку посредством структурного моделирования процессов. Выявление динамического порядка показателей, характеризующих основные, вспомогательные, жизнеобеспечивающие, а также препятствующие развитию транспортных систем городов и городских агломераций подпроцессы, позволяет, во-первых, определять результативность влияния принимаемых решений на устойчивость функционирования транспортных систем городов и городских агломераций, а во-вторых, оценивать направленность изменений в объекте воздействия.

Представленные в данной работе результаты моделирования типа совокупного экономического

<sup>8</sup> По состоянию на конец периода моделирования данные аспекты согласования режима функционирования общественного транспорта Мурманской агломерации отсутствовали.

<sup>9</sup> Стратегический план «На Севере — жить!». URL: <https://nashsever51.ru/projects/pnszh>

процесса на общественном транспорте Мурманска за период с 2013 по 2022 г. показали, что в 2022 г. наметилась тенденция к повышению уровня его развития. Это зафиксировано и в результатах рейтинга общественного транспорта в городах РФ, составленного компанией SIMETRA. Согласно его данным, за 2023 г. существенно улучшились такие показатели работы общественного транспорта Мурманска, как ценовая доступность, функциональность транспортной сети, комфорт и удобства, при незначительном

снижении физической доступности. Это может быть обусловлено переходным периодом от развития в границах города к их расширению до размеров городской агломерации.

Дальнейшее совершенствование методики ограничивается уровнем обеспечения статистическими данными, в полной мере отражающими протекающие в транспортных системах городов и городских агломераций процессы, а также организацией их мониторинга на систематической основе.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Alexandrov A., Bannikov D., Sirina N. Agent-based modeling of service maintenance and repair of rolling stock. *IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science*. 2019;403:012193. DOI: 10.1088/1755–1315/403/1/012193
2. Амирова З.Б., Аристова Л.Б., Баженов Ю.М. и др. Актуализация транспортной стратегии России как необходимое условие обеспечения экономического прорыва и национальной безопасности страны на этапах геополитического противостояния. Нижний Новгород: ВГУВТ; 2023. 482 с.
3. Горин В.С., Персианов В.А., Степанов А.А. и др. Научная мысль в развитии транспорта России: историческая ретроспектива, проблемные вопросы и стратегические ориентиры. М.: Транслит; 2019. 496 с.
4. Персианов В.А., Курбатова А.В., Курбатова Е.С. Особенности управления городским транспортом за рубежом. Актуальные проблемы управления – 2018. Мат. 23-й Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 14–15 ноября 2018 г.). Москва: ГУУ; 2019:87–89.
5. Зюзин П.В. Транспортные системы городов России: современное состояние и перспективы развития. Мат. XXIII Ясинской междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества (Москва, 2022 г.). М.: Изд. дом Высшей школы экономики; 2022. 80 с. URL: <https://goo.su/OVjNp>
6. Gorev A., Popova O., Solodkij A. Demand-responsive transit systems in areas with low transport demand of “smart city”. *Transportation Research Procedia*. 2020;50:160–166. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.020
7. Popova O., Gorev A., Solodkij A. Bus route network planning in cities beyond the Arctic Circle. *Transportation Research Procedia*. 2021;57:470–478. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.09.074
8. Персианов В.А., Степанов А.А., Гайноченко Т.М. Проблемные вопросы методологии исследований и управления транспортом России на завершающем этапе реструктуризации отрасли. *Управление*. 2017;5(3):11–16.
9. Клейнер Г.Б. Управление современным предприятием на основе интеллектуальной теории фирмы. *Экономическое возрождение России*. 2022;(1):31–38. DOI: 10.37930/1990–9780–2022–1–71–31–38
10. Stacey R., Griffin D., eds. Complexity and the experience of managing in the public sector. London: Routledge; 2006. 208 р.
11. Фрейдина Е.В. Исследование систем управления: учеб. пособие. М.: Омега-Л; 2008. 367 с.
12. Ray T. S. An approach to the synthesis of life. In: Langton G. C., Taylor C., Farmer J. D., Rasmussen S., eds. Artificial life II. Reading, MA: Addison-Wesley; 1992:371–408. (Santa Fe Institute Studies in the Science of Complexity. Vol. 10).
13. Allen P. M. Evolving complexity in social science. In: Altman G., Koch W. A., eds. Systems: New paradigms for the human sciences. New York, NY: Walter de Gruyter; 1998:3–38.
14. Allen P. M., Strathern M., Baldwin J. S. Evolutionary drive: New understanding of change in socio-economic systems. *Emergence: Complexity and Organization*. 2006;8(2):2–19. DOI: 10.emerg/10.17357.7e03fa2f043304e26369428b524d7783
15. Бияков О.А. Теория экономического пространства: методологический и региональный аспекты. Томск: ТГУ; 2004. 151 с.
16. Гайноченко Т.М. Применение структурного моделирования для оценки типа развития общественного транспорта в городах и городских агломерациях. *Научные проблемы водного транспорта*. 2025;(82):135–148. DOI: 10.37890/jwt.vi82.566

17. Корчак Е. А. Проблемы и возможности развития моногородов российской Арктики. *Арктика и Север.* 2023;(50):23–46. DOI: 10.37482/issn2221–2698.2023.50.23
18. Волков А.Д., Симакова А.В. Арктический моногород: восприятие населением своего будущего в перспективах его развития. *Регионология.* 2022;30(4):851–881. DOI: 10.15507/2413–1407.121.030.202204.851–881
19. Рябова Л.А., Дидақ В.В. Социальная лицензия на деятельность ресурсодобывающих компаний как новый инструмент муниципального развития. *Вопросы государственного и муниципального управления.* 2015;(3):61–82.

## REFERENCES

1. Alexandrov A., Bannikov D., Sirina N. Agent-based modeling of service maintenance and repair of rolling stock. *IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science.* 2019;403:012193. DOI: 10.1088/1755–1315/403/1/012193
2. Amirova Z. B., Aristova L. B., Bazhenov Yu.M., et al. Updating Russia's transport strategy as a necessary condition for ensuring an economic breakthrough and national security of the country at the stages of geopolitical confrontation. Nizhny Novgorod: Volga State University of Water Transport; 2023. 482 p. (In Russ.).
3. Gorin V.S., Persianov V.A., Stepanov A.A., et al. Scientific thought in the development of Russian transport: A historical retrospective, problematic issues and strategic guidelines. Moscow: Translit; 2019. 496 p. (In Russ.).
4. Persianov V.A., Kurbatova A. V., Kurbatova E. S. Features of urban transport management abroad. In: Actual problems of management – 2018: Proc. 23<sup>rd</sup> Int. sci.-pract. conf. (Moscow, November 14–15). Vol. 2. Moscow: State University of Management; 2019:87–9. (In Russ.).
5. Zyuzin P.V. Transport systems of Russian cities: Current state and development prospects. In: Proc. 23<sup>rd</sup> Yasin (April) int. sci. conf. on problems of economic and social development (Moscow, 2022). Moscow: HSE Publ.; 2022. 80 p. URL: <https://www.hse.ru/data/2024/03/01/2082501800/Transport%20systems%20of%20Russian%20cities-report.pdf> (accessed on 16.01.2025). (In Russ.).
6. Gorev A., Popova O., Solodkij A. Demand-responsive transit systems in areas with low transport demand of “smart city”. *Transportation Research Procedia.* 2020;50:160–166. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.020
7. Popova O., Gorev A., Solodkij A. Bus route network planning in cities beyond the Arctic Circle. *Transportation Research Procedia.* 2021;57:470–478. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.09.074
8. Persianov V.A., Stepanov A.A., Gainochenko T.M. Research methodology and management on transport: Main issues at the final stage of Russian transport sector reforms. *Upravlenie = Management (Russia).* 2017;5(3):11–16. (In Russ.).
9. Kleiner G. B. Managing modern business using intelligence-based theory of the firm. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii = Economic Revival of Russia.* 2022;(1):31–38. (In Russ.). DOI: 10.37930/1990–9780–2022–1–71–31–38
10. Stacey R., Griffin D., eds. Complexity and the experience of managing in the public sector. London: Routledge; 2006. 208 p.
11. Freidina E.V. Research of control systems: Textbook. Moscow: Omega-L; 2008. 367 p. (In Russ.).
12. Ray T. S. An approach to the synthesis of life. In: Langton G. C., Taylor C., Farmer J. D., Rasmussen S., eds. Artificial life II. Reading, MA: Addison-Wesley; 1992:371–408. (Santa Fe Institute Studies in the Science of Complexity. Vol. 10).
13. Allen P. M. Evolving complexity in social science. In: Altman G., Koch W.A., eds. Systems: New paradigms for the human sciences. New York, NY: Walter de Gruyter; 1998:3–38.
14. Allen P. M., Strathern M., Baldwin J. S. Evolutionary drive: New understanding of change in socio-economic systems. *Emergence: Complexity and Organization.* 2006;8(2):2–19. DOI: 10.emerg/10.17357.7e03fa2f043304e26369428b524d7783
15. Biyakov O. A. Theory of economic space: Methodological and regional aspects. Tomsk: Tomsk State University; 2004. 151 p. (In Russ.).
16. Gainochenko T. M. Application of structural modeling to assess the type of public transport development in cities and urban agglomerations. *Nauchnye problemy vodnogo transporta = Russian Journal of Water Transport.* 2025;(82):135–148. (In Russ.). DOI: 10.37890/jwt.vi82.566

17. Korchak E.A. Challenges and opportunities for the development of single-industry towns in the Russian Arctic. *Arktika i Sever = Arctic and the North*. 2023;(50):23–46. (In Russ.). DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.50.23
18. Volkov A. D., Simakova A. V. Arctic single-industry city: The population's perception of their future in the prospects for its development. *Regionologiya = Regionology: Russian Journal of Regional Studies*. 2022;30(4):851–881. (In Russ.). DOI: 10.15507/2413-1407.121.030.202204.851-881
19. Riabova L.A., Didyk V.V. Social license to operate for the resource extraction companies as a new instrument of municipal development. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya = Public Administration Issues*. 2015;(3):61–82. (in Russ.).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / ABOUT THE AUTHOR



**Татьяна Михайловна Гайноченко** — кандидат экономических наук, доцент кафедры общего и проектного менеджмента факультета «Высшая школа управления», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

**Tatyana M. Gainochenko** — Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. of the Department of General and Project Management, Faculty of the Higher School of Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

[https://orcid.org/ 0000-0002-8907-3737](https://orcid.org/0000-0002-8907-3737)

tmgajnochenko@fa.ru

*Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.*

*Conflicts of Interest Statement: The author has no conflicts of interest to declare.*

*Статья поступила в редакцию 26.03.2025; после рецензирования 03.04.2025; принятая к публикации 29.10.2025.*

*Автор прочитала и одобрила окончательный вариант рукописи.*

*The article was submitted on 26.03.2025; revised on 03.04.2025 and accepted for publication on 29.10.2025.*

*The author read and approved the final version of the manuscript.*