DOI: 10.29141/2218-5003-2024-15-1-5 **EDN:** UPYMHS
JEL Classification: R11, R40, R58

Управление цифровой транспортной инфраструктурой региона

С.Г. Пьянкова, Е.С. Заколюкина
Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, РФ

Аннотация. Социально-экономическое развитие страны характеризуется ростом мобильности во всех сферах общественной жизни, расширением экономических связей. Для сохранения конкурентных преимуществ территории требуются эффективные пути сообщения, высокоразвитая транспортная система. Статья посвящена проблематике управления транспортной инфраструктурой на уровне регионов России. Методологическим фундаментом работы выступают концепции государственного управления, цифровой трансформации и теория пространственного развития. В ходе исследования использованы методы синтеза, экспертных оценок, минимаксный метод нормирования данных. Информационная база представлена статистическими данными Федеральной службы государственной статистики за 2016–2021 гг. Сделан вывод, что существующие методики оценки транспортной инфраструктуры не учитывают глобальных тенденций развития общества, в том числе тренд цифровой трансформации. В результате разработана авторская методика оценки цифровой транспортной инфраструктуры. Она предполагает расчет интегрального индекса цифровой транспортной инфраструктуры региона, включающего четыре субиндекса: транспортный, образовательный, информационно-коммуникационный и инновационный. Итогом исследования стало определение интегральных индексов по всем федеральным округам РФ за период с 2016 по 2021 г. Их значения свидетельствуют о критичном отставании регионов от центра, недостаточном уровне развития инноваций, информационно-коммуникационных технологий и низком уровне образования.

Ключевые слова: управление инфраструктурой; региональное управление; цифровая транспортная инфраструктура; инновации; информационно-коммуникационные технологии.

Информация о статье: поступила 11 мая 2023 г.; доработана 9 октября 2023 г.; одобрена 19 декабря 2023 г.

Ссылка для цитирования: Пьянкова С.Г., Заколюкина Е.С. (2024). Управление цифровой транспортной инфраструктурой региона // Управленец. Т. 15, № 1. С. 70–82. DOI: 10.29141/2218-5003-2024-15-1-5. EDN: UPYMHS.

Managing digital transport infrastructure of a region

Svetlana G. Pyankova, Ekaterina S. Zakolyukina
Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The socio-economic situation in the world and the Russian Federation in particular is characterized by increasing mobility in all spheres of public life and the expansion of economic ties. To maintain its competitive advantages, a territory should ensure effective communication lines and a highly developed transport system. The paper investigates the issues of transport infrastructure management in Russia at regional level. The theoretical framework includes the concepts of public management and digital transformation, as well as spatial development theory. The methods of synthesis, expert assessment, and min-max normalization were used. Statistical data were retrieved from the Russian Federal State Statistics Service (Rosstat) for 2016–2021. It was found that the current methodologies for assessing transport infrastructure are not in line with the global trends in the social development, including digital transformation. In the paper, we come up with a new methodology for assessing digital transport infrastructure (DTI) which suggests calculating a composite index of the region's DTI based on four subindices: transport, education, information and communication, and innovation. The study provides composite indices for Russia's all federal districts for the period from 2016 to 2021 indicating that the regions are seriously lagging behind the center, and the development level of innovation, ICT and education is insufficient.

Keywords: infrastructure management; regional governance; digital transport infrastructure; innovation; information and communications technology.

Article info: received May 11, 2023; received in revised form October 9, 2023; accepted December 19, 2023

For citation: Pyankova S.G., Zakolyukina E.S. (2024). Managing digital transport infrastructure of a region. *Upravlenets/The Manager*, vol. 15, no. 1, pp. 70–82. DOI: 10.29141/2218-5003-2024-15-1-5. EDN: UPYMHS.

ВВЕДЕНИЕ

Пространственные особенности и огромный размер территорий в России обусловливают колоссальную роль транспорта. С его помощью осуществляется связь между регионами и их населением, поддерживается экономическая целостность всего государства, реализуется международная торговля.

Для современного этапа развития общественной жизни невозможно полноценное функционирование ни одной отрасли экономики без транспортной составляющей [Rudneva, Kudryavtsev, 2014]. Транспорт участвует в создании новой продукции посредством обеспечения производства материалом, сырьем, оборудованием, доставки уже готовой продукции конечному потребителю. Степень развития транспортной системы, наличие современной инфраструктуры выступают фактором размещения производства, привлечения или оттока населения. Особое внимание и высокий уровень развития транспортной системы в РФ в целом необходимы в силу многих причин. Так, внушительный масштаб территорий России имеет ряд «подводных камней», в том числе наличие труднодоступных территорий, существенно отличающиеся климатические условия, различный ландшафт и т. п. Неблагоприятная геополитическая обстановка, введение санкций против РФ требуют поиска новых маршрутов, транспортных коридоров, более того, необходимо обеспечение единства регионов всего государства в целях безопасности. Использование всевозможных наукоемких технологий во многом связано с ускорением связи, повышением мобильности и безопасности как в хозяйственной деятельности, так и в частной жизни.

Появляются беспилотники, интеллектуальные транспортные системы, средства виртуальной реальности, происходит стремительный переход на «цифру» и т. д. Для поддержания высокой эффективности функционирования транспорта в РФ необходима отвечающая требованиям управленческая политика, способная ответить на имеющиеся вызовы.

Цель исследования – разработка методического инструментария управления транспортной инфраструктурой региона. Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

- теоретического осмысления научных работ по управлению транспортной инфраструктурой;
- изучения разработанных методик оценки функционирования транспортной инфраструктуры и транспортных систем;
- разработки методики оценки цифровой транспортной инфраструктуры.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Масштабная транспортная инфраструктура требует эффективного управления, которое в свою очередь приобретает все больший приоритет [Guo, Zhou, 2020]. Стоит отметить, что в научной литературе зачастую понятия «транспортная система», «транспортный комплекс», «транспортная инфраструктура» используются как синонимы. М.Н. Бахтин [2019] подчеркивает необходимость разграничения данных понятий, так как каждый из вышеприведенных терминов связан с различными аспектами функционирования транспорта. Представляя регион как пространственно-функциональную систему, по мнению исследователя, необходимо использовать синтез функционального и системно-пространственного подходов применительно к определению понятия «транспортная инфраструктура».

В Российской Федерации управление транспортной инфраструктурой осуществляет Министерство транспорта РФ. В соответствии с Федеральным законом от 09.02.2007 № 16-ФЗ «О транспортной безопасности» транспортная инфраструктура является частью транспортного комплекса. Основополагающими документами в этой сфере на сегодня выступают Стратегия цифровой трансформации транспортной отрасли РФ[1], а также Транспортная стратегия РФ до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г.[2]

А.Б. Моттаева [2020], исследуя вопрос развития региональной транспортной инфраструктуры, отмечает важность современных информационных технологий, способствующих повышению безопасности и качества функционирования транспорта, а также предлагает структуру прогнозной транспортной модели. С опорой на зарубежный опыт обосновывается использование интеллектуальных транспортных систем, с помощью которых возможно повысить параметры эффективности и безопасности транспорта посредством специального программного обеспечения, компьютерных систем и технологий связи. Автор отмечает, что необходимы особые подходы и модели для планирования транспортных потоков. При этом развитие транспортной инфраструктуры требует существенных объемов инвестиций [Моттаева, 2020].

Появление интеллектуальных транспортных систем корректирует управление инфраструктурой, автоматизируя процессы сбора, хранения, анализа и управления данными. Как отмечают А. Адибфар и А. Костин, несмотря на автоматический сбор данных, присутствует проблема их неоднородности, несовместимости баз данных, что препятствует полному управлению инфраструктурой, необходима интегрированная база данных, способная консолидировать их управление [Adibfar, Costin, 2019]. Стоит также подчеркнуть, что,

[1] Паспорт Стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации // Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации. https://mintrans.gov.ru/documents/8/11374/.

[2] Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г. (утв. распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р).

как правило, для крупных транспортных инфраструктур характерны сложные проекты [Ngampravatdee et al., 2023].

В научной литературе большое внимание уделяется интеллектуальному планированию и строительству в сфере городского транспорта [Zhao, Zhang, 2020]. Активно исследуются концепция «умного города», применение технологии больших данных в процессе проектирования «умных городов», социальные и экономические эффекты от внедрения подобных разработок. Ч. Ма, Ш. Ма и Ш. Ванг говорят в своей работе о парадигме «Транспорт 5.0», раскрывая идеи по преобразованию транспортной отрасли из «Индустрии 4.0» в «Индустрию 5.0» [Ma, Ma, Wang, 2023]. По мнению ученых, новая парадигма представляет устойчивый «умный» транспорт. К некоторым ключевым аспектам «Транспорта 5.0» относятся эффективность, надежность, экономические преимущества.

Подчеркнем, что «Индустрия 5.0» связана с развитием цифровых технологий в целом. Применительно к транспорту внедрение всевозможных цифровых решений ведет к поведенческим изменениям, сокращению транспортной активности человека. Как отмечает К.О. Евграфова [2014], развитие телекоммуникационных технологий внесло существенные корректировки в структуру взаимодействия социального и физического пространства. Трансформации транспортных систем имеют долгосрочные эффекты, связанные с изменением не только пространства, но и предпочтений, привычек населения. Сегодня ученые относят цифровизацию транспортных коммуникаций к одному из факторов повышения качества жизни населения [Korchagina et al., 2022]. Так, цифровизация транспорта, представленная Интернетом вещей, обеспечивает дистанционное управление как транспортными средствами, так и инфраструктурой в целом [Davidsson et al., 2016]. Потенциал цифровой трансформации транспорта заключается в том, что можно существенно оптимизировать ресурсы, сэкономить личное время каждого человека.

Стоит отметить, что ученые активно разрабатывают системы управления транспортной инфраструктурой в рамках городского пространства [Cottrell et al., 2009]. Исследователи из Лиссабона говорят в своей работе об изменениях в городской мобильности [Cruz, Sarmento, 2020]. По их мнению, схемы мобильности все больше усложняются, становятся непостоянными. Между тем существующие подходы к планированию перевозок, эксплуатации транспорта сосредоточены на типичных маршрутах, соответствующим образом и планируется транспортная система. Традиционный подход предполагает следующий алгоритм: прогнозирование, планирование, применение новых решений в области мобильности по мере необходимости. Изменения в городской мобильности предполагают существенную гибкость, «концепцию совместного пользования», меньшие выбросы парниковых газов. Отметим, что на транспортную активность населения в целом влияет множество факторов, при этом на сегодня нет каких-либо конкретных количественных нормативов данного показателя [Ерыгина, Белякова, Акбулатов, 2020]. Транспортная система представляет собой активный организм, динамичную и развивающуюся систему. По мнению ученых, оптимальным цифровым решением в связи с этим является система Mobility-as-a-Service (MaaS), посредством которой физическая транспортная система становится товаром [Cruz, Sarmento, 2020].

Учеными из Индонезии было разработано приложение WebGIS для управления транспортной инфраструктурой на примере города Серанг [Santoso, Gumelar, Irawan 2019]. Данное приложение представляет способ решения проблем городского транспорта, в том числе пробок, с помощью пространственного анализа и информационных технологий. Приложение WebGIS можно назвать системой онлайн-наблюдения, имеющей многоуровневую клиент-серверную архитектуру, включающую клиентскую часть, серверную часть и каталог данных, хранящихся на виртуальном частном сервере (VPS). Таким образом, все сведения о транспортной инфраструктуре могут быть собраны и сохранены в Интернете.

Европейские ученые подчеркивают важность приложений интеллектуальных транспортных систем в управлении транспортной инфраструктурой [Iordanopoulos et al., 2014]. Как отмечают исследователи, транспортная интеграция в рамках Юго-Восточной Европы необходима для развития и регионального единства.

Исследователь из Румынии И. Кунчев рассматривает такое явление, как интермодальность, в сфере городского транспорта [Cuncev, 2004]. Одной из определяющих характеристик интермодальности является способность нескольких видов транспорта функционировать как система, поэтому управление его может выступать в качестве инструмента управления всей системой транспорта.

Усиливающаяся глобализация повышает требования к транспортной инфраструктуре. Эффективность ее функционирования влияет на экономический рост и развитие в целом. В целях обеспечения эффективной транспортной инфраструктуры необходимо учитывать не только текущие объемы трафика, но и прогнозируемый рост объема перевозок, как грузовых, так и пассажирских [Behrendt, Trojahn, 2012].

В научной литературе встречается мнение, что основой экономики является транспортная сеть[1]. Это сложная система, на которую воздействует множество переменных, таких как мощность инфраструктуры, организация производственных процессов,

[1] Business Bliss Consultants FZE (2018). Analysis of the European Transportation Industry. https://ukdiss.com/examples/the-european-transportation-industry.php.

структура расселения и др. Глобализация экономической деятельности несомненно приводит к трансформациям в данном секторе. Так, одним из приоритетных пунктов в рамках разработки политики в отрасли теперь является воздействие транспорта на окружающую среду. А. Петров и И. Гераськина рассматривают синергетическое управление проектами транспортной инфраструктуры. Данный подход нацелен на инновационное, устойчивое развитие экономических систем [Petrov, Geraskina, 2017]. Новый принцип управления необходим в силу возрастающей неопределенности социально-экономических процессов. По мнению исследователей, инвестиционный проект транспортной инфраструктуры должен быть инновационным и экологически допустимым.

В научных кругах активно исследуется проблема декарбонизации транспорта, которая может привести к существенным переменам в городской мобильности и на рынке транспорта в целом. При этом направления развития, способные обеспечить всевозможные социальные выгоды от решений касательно низкого содержания углерода и нулевых выбросов экономически эффективным способом, на текущий момент не определены [Arsenio et al., 2020]. Стремительный рост транспорта, дефицит ресурсов, нехватка территорий и другие актуальные сегодня проблемы требуют новых решений в области транспортной политики. При этом важно разработать подход, способный разрешить противоречие функционирования транспортной инфраструктуры: обеспечение экономического роста и нанесение экологического ущерба[1]. Э.О. Акиньеми и М.Х.П. Зейджест подчеркивают, что ключевая задача в рамках управления транспортной инфраструктурой заключается в поддержании максимально возможного уровня мобильности населения и товаров в пределах ресурсных и экологических возможностей региона [Akinyemi, Zuidgeest, 2002].

Ученые из Польши акцентировали внимание на важности заинтересованных сторон применительно к транспортной политике [Przybylska, Marzena, Dohn, 2023]. Так, эффективность логистических решений в городах зависит от знания ожиданий и требований имеющихся и потенциальных пользователей транспорта. Таким образом, целесообразно вовлечение различных групп заинтересованных сторон в процесс разработки транспортной политики. Р.Т. Лизинге и М.П. ван Дейк также отмечают большую роль механизмов сотрудничества между заинтересованными сторонами в рамках реализации региональных программ развития транспортной инфраструктуры [Lisinge, van Dijk, 2021].

Низкий уровень развития транспортной инфраструктуры представляет собой один из главных барьеров на пути экономического развития [Spiekermann, Wegener, 2006]. Научно подтверждено, что он отрицательно влияет на функционирование современного города, что отражается в свою очередь на степени социально-экономического развития всего региона. Так, характеристики транспортной инфраструктуры, как объемные, так и качественные, могут препятствовать поставленным экономическим задачам на уровне региона, в том числе относительно пассажирских и транспортно-логистических услуг [Nikolaev et al., 2022]. В рамках города эффективность, доступность пассажирского транспорта прямо пропорциональны степени удовлетворенности качеством жизни населения. В связи с этим целесообразна разработка долгосрочной стратегии развития дорожно-транспортной системы. Индийские ученые рассматривали влияние транспортной инфраструктуры на экономический рост Индии в 1970–2010 гг. [Pradhan, Bagchi, 2013]. Исследователи обнаружили двунаправленную причинно-следственную связь между автомобильным транспортом и экономическим ростом. Выявление и понимание подобной зависимости необходимо для выбора оптимальной политики и принятия действенных управленческих решений в сфере транспорта. Эффективно функционирующая транспортная инфраструктура способствует повышению производственного потенциала страны путем увеличения мобилизации имеющихся ресурсов и повышения их производительности.

Особый интерес к пространственной экономике в настоящее время стимулирует поиск новых точек роста в регионах Российской Федерации. Уже имеющиеся, а также проектные транспортные магистрали могут как способствовать развитию той или иной территории, так и тормозить данный процесс. Ученые выделяют ключевые проблемы управления транспортно-логистической инфраструктурой, а именно:

- отсутствие единого критерия оценки ее эффективности;
- институциональные барьеры, препятствующие развитию транспортно-логистических комплексов территорий;
- необходимость новой схемы и системы управления транспортно-логистической инфраструктурой в новых экономических условиях [Bezrukova et al., 2020].

Также авторы отмечают направления развития предприятий транспортно-логистической инфраструктуры:

- расширение спектра услуг;
- расширение сегмента управления исходя из предпочтений потребителей и программ развития других регионов [Bezrukova et al., 2020].

Низкий уровень развития транспортной инфраструктуры либо ее отсутствие может привести к по-

[1] Integrated Spatial and Transport Infrastructure Development (2016). Springer, Cham. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-15708-5/.

вышению цен, снизить конкурентоспособность, а также инвестиционную привлекательность регионов [Василенок и др., 2023]. Степень эффективности транспортной инфраструктуры влияет на организацию транспортных потоков, от правильности которой зависит бесперебойность поставок. Как отмечают исследователи, в Российской Федерации прослеживается кластерный подход: территория делится на регионы, в каждом регионе создается региональный транспортный кластер. На рис. 1 показаны ключевые принципы управления транспортной инфраструктурой в РФ.

А. Туоминен и Х. Аувинен говорят о важности предвидения в области стратегического планирования на базе транспортной системы [Auvinen, Tuominen, 2014]. Это социотехническая система, в рамках которой предоставляются всевозможные транспортные услуги посредством различных решений и технологий. Ей внутренне присущи шесть измерений: технологическое, социальное, экономическое, политическое, правовое, экологическое. Также она включает четыре компонента: три основных – транспортная инфраструктура, транспортные средства, пользователи; четвертый – управленческий компонент, отвечающий за управление и регулирование. Все обозначенные компоненты функционируют и влияют друг на друга [Auvinen, Tuominen, 2014]. При разработке стратегии развития в транспортном секторе необходимо учитывать такие аспекты, как глобальное потепление, энергоснабжение, урбанизация, вопросы безопасности, цифровизация и др.

Осмысление теоретической базы по управлению транспортной инфраструктурой позволяет сделать следующие выводы:

- в различных исследованиях действительно прослеживается синонимичность понятий «транспортная инфраструктура», «транспортная система», «транспортный комплекс». В данном случае мы согласны с мнением М.Н. Бахтина о необходимости их разграничения. При этом, на наш взгляд, уместно выделить понятие «цифровая транспортная инфраструктура» (ЦТИ), что детально обосновано в наших более ранних научных работах [Пьянкова, Заколюкина, 2022]. Компонентами ЦТИ выступают транспортная, информационная, коммуникационная и инновационная инфраструктуры. Она сравнима с сетью, охватывающей весь транспортный комплекс. Переход к ЦТИ предполагает определенный уровень развития социально-экономической системы и технологий. Также необходимо подчеркнуть, что в данном контексте речь идет не о конкретном типе разработок (большие данные и др.), а о всех достигнутых и применяемых современных технологиях. Определяющими особенностями ЦТИ являются: повышение мобильности субъектов всего транспортного комплекса, увеличение скорости «жизни» транспортной инфраструктуры, обеспечение максимального уровня безопасности всего комплекса и качественный контроль за функционированием транспортной инфраструктуры [Пьянкова, Заколюкина, 2022];
- возникает необходимость в разработке новых методов управления транспортной инфраструктурой, применении новых управленческих моделей и методов в силу: стремительно меняющейся окружающей среды; неопределенности социально-экономических процессов; быстрого распространения современных технологий (информационных, интеллектуальных); усложнения схем мобильности; усиления глобализации; нивелирования негативных последствий для окружающей среды;
- ученые акцентируют внимание на влиянии эффективности функционирования транспортной инфраструктуры на экономический рост.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

По утверждению [Bezrukova et al., 2020], в РФ нет единого критерия оценки эффективности транспортно-логистической инфраструктуры (данное понятие используется в работе исследователей). Действительно, в российской научной литературе достаточно методических рекомендаций, касающихся оценки эффективности транспортной инфраструктуры, ее развития, транспортных систем в целом, при этом научные разработки базируются на разных критериях (табл. 1).

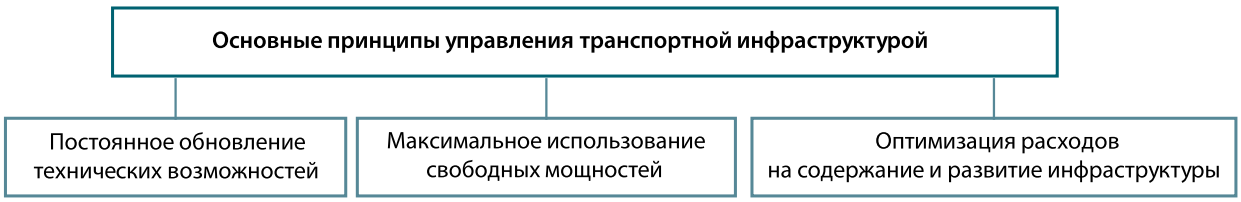

Рис. 1. Принципы управления транспортной инфраструктурой в РФ[1]

Fig. 1. Principles of transport infrastructure management in the Russian Federation

[1] Составлено по: [Василенок и др., 2023].

Таблица 1 – Методики оценки транспортной инфраструктуры и транспортных систем
Table 1 – Methodologies for assessing transport infrastructure and transport systems

Авторы	Ключевые аспекты предлагаемых авторами методических рекомендаций
А.М. Кудрявцев, А.А. Тарасенко (2014 г.)	Оценка эффективности развития транспортной инфраструктуры региона на основе расчета общего показателя развития транспортной инфраструктуры региона методом многомерной классификации на основе многомерных средних
Ю.В. Задворный (2011 г.)	Оценка транспортной системы (основа – минимальный транспортный стандарт)
Ю.В. Катаева (2013 г.)	Методика многоуровневой оценки развития транспортной инфраструктуры, включающая интегральный индекс
О.И. Карасев, А.О. Кривцова (2019 г.)	Оценка степени развития транспортных систем городов (инструмент – индекс развития транспортного комплекса)
С. Наурас (2021 г.)	Методики оценки транспортной системы в городах
А.С. Шпак (2015 г.)	Оценка регионального транспортного комплекса на примере Приморского края (анализ ключевых факторов, влияющих на функционирование регионального транспортного комплекса, и оценка уровня их влияния с помощью SWOT-анализа)
Н.А. Серова (2022 г.)	Методика комплексной оценки как общего уровня развития транспортной инфраструктуры региона, так и составляющих: социальной и производственной
К.И. Панченко, А.Р. Семенова (2022 г.)	Методика оценки степени развития автомобильного транспорта с помощью унифицированного показателя
С.А. Хрусталев (2012 г.)	Методический инструментарий оценки угроз и возможностей реализации инновационных проектов по развитию транспортной инфраструктуры
А.Ю. Ледней (2020 г.)	Схема оценки ценности транспортной инфраструктуры (показатель – индекс добавленной ценности инфраструктуры)
Л.Ю. Бережная (2022 г.)	Методика оценки влияния транспортной инфраструктуры на социально-экономическое развитие приграничных регионов

Составлено по: [Пьянкова, Заколюкина, 2022, 2023], [Бережная, 2022], [Хрусталев, 2012], [Ледней, 2020].

По нашему мнению, большинство исследований, обозначенных в табл. 1 (за исключением С.А. Хрусталева), недостаточно связаны с текущими тенденциями глобального характера, что является их единственным недостатком. Как отмечалось, трансформации социально-экономической жизни (повсеместная цифровизация, развитие информационных технологий, внедрение «умных» технологий, стремительные изменения внешней среды и др.) требуют разработки новых методов управления, в том числе транспортной инфраструктурой.

В качестве подобного инструмента управления предлагаем применять разработанный нами интегральный индекс оценки функционирования цифровой транспортной инфраструктуры ($И_{цти}$) региона. Этот индекс включает четыре субиндекса: транспортный ($И_{тр}$), образовательный ($И_{обр}$), информационно-коммуникационный ($И_{инф\text{-}ком}$) и инновационный ($И_{инн}$).

Формула расчета интегрального индекса имеет следующий вид:

$$И_{цти} = 0{,}4\ И_{тр} + 0{,}2\ И_{обр} + 0{,}2\ И_{инф\text{-}ком} + 0{,}2\ И_{инн}. \quad (1)$$

Удельный вес субиндексов определен с помощью экспертных оценок. Для расчета субиндексов отобраны 48 показателей (П), представленных в свободном доступе на сайте Федеральной службы государственной статистики (табл. 2). Субиндексы рассчитываются по следующим формулам:

$$И_{тр} = П1 + \ldots + П12; \quad (2)$$

$$И_{обр} = П13 + \ldots + П20; \quad (3)$$

$$И_{инф\text{-}ком} = П21 + \ldots + П34; \quad (4)$$

$$И_{инн} = П35 + \ldots + П48. \quad (5)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как известно, одним из этапов построения интегрального индекса является процедура нормирования данных [Клюшникова, Шитова, 2016]. В данном случае применялся минимаксный метод приведения данных в сопоставимый для сравнения вид. Нормированные показатели использованы для расчета субиндексов, итогового интегрального индекса цифровой транспортной инфраструктуры в соответствии с вышеприведенными формулами. В рамках нашего исследования расчеты были сделаны для всех федеральных округов за период с 2016 по 2021 г. (табл. 3).

Как видно из табл. 3, лидером в рейтинге индекса на протяжении всего выбранного периода является Центральный федеральный округ. При этом наблюдается существенный разрыв по показателю с другими

Таблица 2 – Показатели для расчета интегрального индекса цифровой транспортной инфраструктуры
Table 2 – Indicators for calculating the composite index of digital transport infrastructure

Субиндекс	Показатели
Транспортный	1. Число собственных автомобилей на 1 000 чел. населения 2. Отправление грузов железнодорожным транспортом общего пользования 3. Отправление пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования 4. Плотность железнодорожных путей общего пользования 5. Перевозки грузов автомобильным транспортом организаций всех видов деятельности 6. Грузооборот автомобильного транспорта организаций всех видов 7. Перевозки пассажиров автобусами общего пользования 8. Пассажирооборот автобусов общего пользования 9. Удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог 10. Удельный вес автомобильных дорог с усовершенствованным покрытием 11. Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием 12. Число автобусов общего пользования на 100 000 чел. населения
Образовательный	13. Численность профессорско-преподавательского персонала, осуществляющего образовательную деятельность по программам высшего образования 14. Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры 15. Прием на обучение по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры 16. Выпуск бакалавров, специалистов, магистров 17. Численность докторантов 18. Численность аспирантов 19. Численность исследователей с ученой степенью доктора наук 20. Численность исследователей с ученой степенью кандидата наук
Информационно-коммуникационный	21. Организации, использовавшие персональные компьютеры 22. Организации, использовавшие серверы 23. Организации, использовавшие локальные вычислительные сети 24. Организации, использовавшие сеть интернет 25. Использование широкополосного доступа к сети интернет в организациях 26. Организации, имевшие веб-сайт 27. Организации, использовавшие электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, по форматам обмена 28. Удельный вес домашних хозяйств, имевших доступ к сети интернет 29. Удельный вес домашних хозяйств, имевших широкополосный доступ к сети интернет 30. Население, использовавшее сеть интернет 31. Население, использовавшее сеть интернет каждый день или почти каждый день 32. Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 000 чел. населения 33. Численность активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети интернет на 100 чел. населения 34. Численность активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети интернет на 100 чел. населения
Инновационный	35. Организации, выполнявшие научные исследования и разработки 36. Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками 37. Внутренние затраты на научные исследования и разработки 38. Капитальные затраты на научные исследования и разработки 39. Число поданных патентных заявок на изобретения 40. Число поданных патентных заявок на полезные модели 41. Выдано патентов на изобретения 42. Выдано патентов на полезные модели 43. Разработанные передовые производственные технологии 44. Используемые передовые производственные технологии 45. Уровень инновационной активности организаций 46. Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации 47. Затраты на инновационную деятельность организаций 48. Объем инновационных товаров, работ, услуг

Составлено по: Социально-экономические показатели // Федеральная служба государственной статистики. https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204.

Таблица 3 – Интегральный индекс цифровой транспортной инфраструктуры по федеральным округам РФ за 2016–2021 гг.
Table 3 – Composite index of digital transport infrastructure by the federal districts of the Russian Federation, 2016–2021

Федеральный округ	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Центральный	10,10003	10,408028	10,39937	10,493314	10,10597	10,133408
Северо-Западный	5,405268	5,526316	5,380996	5,517408	5,261352	5,199606
Южный	4,062666	4,580028	4,755016	4,562326	3,969078	4,161232
Северо-Кавказский	2,196872	2,099438	1,936708	2,012808	2,266072	2,173644
Приволжский	5,959322	5,88528	6,461414	6,56447	6,17514	5,79378
Уральский	4,83215	4,765322	5,046856	4,73717	4,898358	4,588902
Сибирский	3,479982	3,301998	3,898886	4,131882	4,251152	3,886874
Дальневосточный	2,289474	2,362496	2,590352	2,67616	2,774614	2,588784

округами. Округа разбиты на три группы и для большей наглядности выделены цветами:

- лидеры – значение показателя выше 7 (зеленый цвет);
- средний уровень развития ЦТИ – значение показателя от 4 до 7 (желтый);
- низкий уровень развития – значение показателя до 4 (красный).

Стоит отметить, что существенной динамики в изменении индекса с 2016 по 2021 г. не наблюдается, заметны незначительные колебания (рис. 2).

Стоит обратить внимание, что ранжирование округов по отдельным субиндексам отличается от распределения по итоговому индексу $И_{цти}$. Рассмотрим данные за 2021 г. (табл. 4, рис. 3–7).

По уровню $И_{тр}$ округа находятся примерно на тех же позициях, что и по значению $И_{цти}$ (рис. 3, 4). Отметим, что субиндекс образования крайне низкий по всем регионам, показатель по Центральному федеральному округу существенно высок относительно других регионов, на втором месте – Приволжский федеральный округ (значение 3,03 – тем не менее,

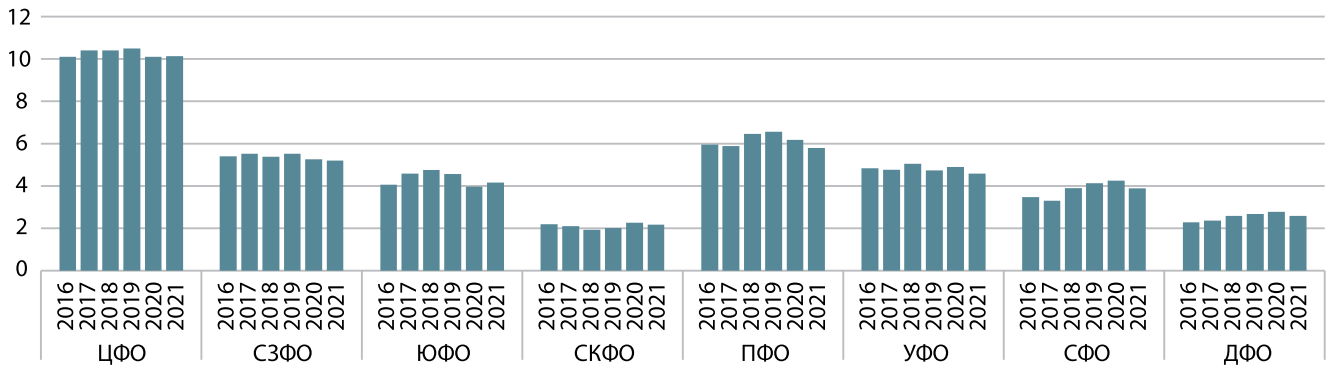

Рис. 2. Динамика интегрального индекса цифровой транспортной инфраструктуры
Fig. 2. Dynamics of the composite index of digital transport infrastructure

Таблица 4 – Значения составляющих субиндексов индекса цифровой транспортной инфраструктуры за 2021 г.
Table 4 – Digital transport infrastructure index: values of subindices, 2021

Федеральный округ	$И_{тр}$	$И_{обр}$	$И_{инф\text{-}ком}$	$И_{инн}$	$И_{цти}$
Центральный	10,09287	8	9,98777	12,49353	10,133408
Северо-Западный	4,27592	1,87087	10,68467	4,89065	5,199606
Южный	5,40325	1,31602	5,98082	2,70282	4,161232
Северо-Кавказский	2,93384	0,09205	4,26582	0,64267	2,173644
Приволжский	6,30744	3,02543	5,83148	7,49711	5,79378
Уральский	4,55424	0,6294	10,17725	3,02938	4,588902
Сибирский	4,62941	1,79914	5,57283	2,80358	3,886874
Дальневосточный	2,06297	0,11248	7,3571	1,3484	2,588784

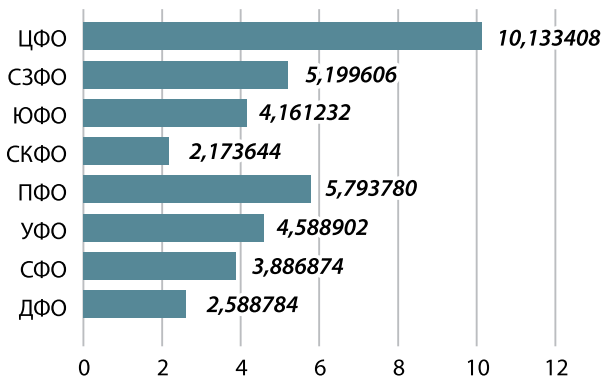

Рис. 3. Значение индекса цифровой транспортной инфраструктуры за 2021 г.

Fig. 3. Digital transport infrastructure index value, 2021

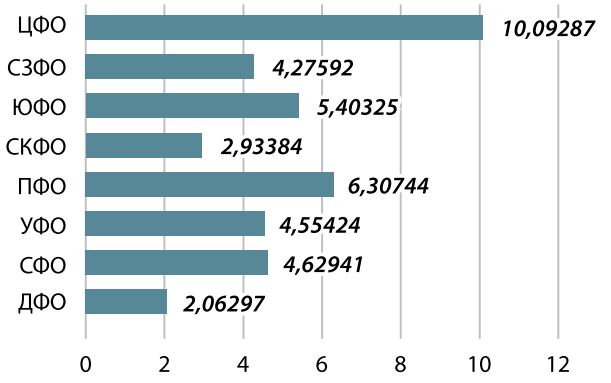

Рис. 4. Значение субиндекса $И_{тр}$ за 2021 г.

Fig. 4. Value of $I_{transport}$ subindex, 2021

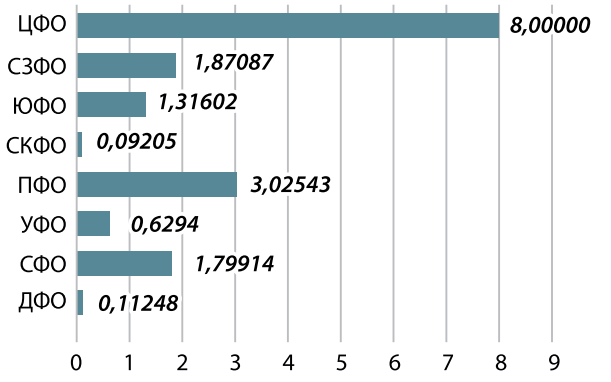

Рис. 5. Значение субиндекса $И_{обр}$ за 2021 г.

Fig. 5. Value of $I_{education}$ subindex, 2021

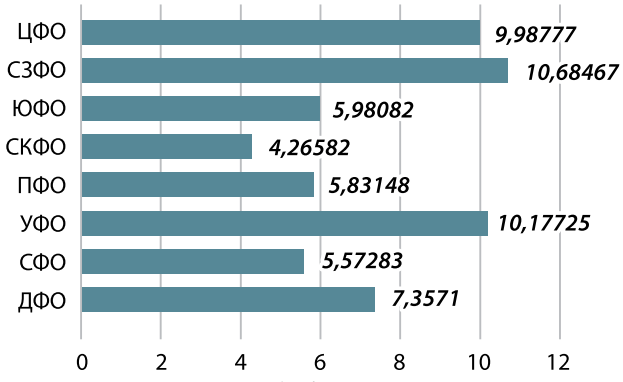

Рис. 6. Значение субиндекса $И_{инф\text{-}ком}$ за 2021 г.

Fig. 6. Value of $I_{information\text{-}communication}$ subindex, 2021

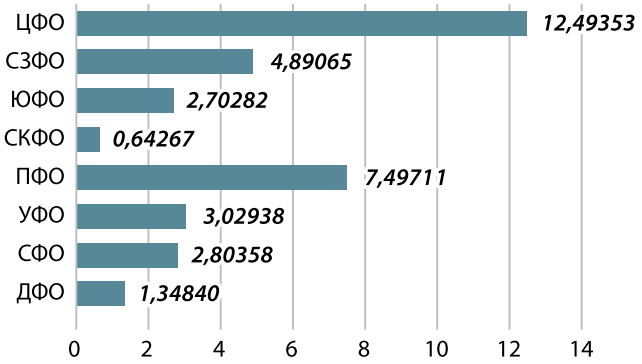

Рис. 7. Значение субиндекса $И_{инн}$ за 2021 г.

Fig. 7. Value of $I_{innovation}$ subindex, 2021

в зоне отставания), значения по остальным округам принимают вид от 0,1 до 1,9 (рис. 5).

По информационно-коммуникационному субиндексу лидирует Северо-Западный федеральный округ, на втором месте – Уральский, на третьем – Центральный. По инновационному субиндексу лидерами являются Центральный и Приволжский округа, средний уровень развития демонстрирует Северо-Западный округ, остальные значительно отстают.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый в исследовании индекс оценки функционирования цифровой транспортной инфраструктуры региона позволяет проанализировать уровень регионального развития. Одной из ключевых особенностей интегрального индекса является учет составляющих его субиндексов. Выявлено, что лидирующие позиции по уровню развития цифровой транспортной инфраструктуры могут быть достигнуты при обеспечении высоких показателей в области не только транспорта, но и инноваций, информационно-коммуникационных технологий, образования. Только совокупное продвижение по данным направлениям может способствовать повышению уровня ЦТИ, что необходимо для соответствия глобальным тенденциям. Сегодня цифровая трансформация – это не только всеобщий тренд, но и осознанно выбранный вектор развития экономики в Российской Федерации, в том числе транспорта. При этом основные понятия и способы оценки в этой области на данный момент четко не определены. Интегральный индекс оценки цифровой транспортной инфраструктуры может быть удобным инструментом регионального управления в РФ, как в рамках транспортной политики, так и при разработке региональных социально-экономических стратегий. Так, проведенный анализ уровня ЦТИ за 2016–2021 гг. продемонстрировал колоссальный разрыв между центром и всеми остальными регионами. Отмечается низкий уровень развития инноваций, информационных технологий, критически низкий уровень образования в нецентральных регионах. С учетом те-

кущей геополитической ситуации необходимо повысить конкурентоспособность страны, устранить диспропорции в развитии территорий РФ, наращивать научно-технический потенциал регионов.

Следует подчеркнуть, что повсеместная цифровая трансформация не только влияет на экономическое развитие региона и страны в целом, но и меняет потребительское поведение современного человека, что может отражаться на целевых потребностях перемещения, что еще раз указывает на необходимость анализа и оценки цифровой транспортной инфраструктуры.

Дальнейшее исследование по заявленной теме предполагает возможные доработки теоретического обоснования, а также расширение или уточнение числа показателей, входящих в расчет интегрального индекса. ■

Источники

Бахтин М.Н. (2019). Транспортная инфраструктура региона: основные подходы к определению понятия // Регион: системы, экономика, управление. № 3 (46). С. 88–93.

Бережная Л.Ю. (2022). Оценка влияния транспортной инфраструктуры на социально-экономическое развитие приграничных регионов: дис. ... канд. экон. наук. Оренбург.

Василенок В.Л., Мартыненко О.В., Негреева В.В., Зиничева Е.Н. (2023). Принципы управления и развития транспортной инфраструктуры в Российской Федерации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. № 3. https://doi.org/10.17586/2310-1172-2023-16-3-100-115

Евграфова К.О. (2014). Транспортная активность населения // Вестник Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (RLMS HSE). Вып. 4. С. 116–130.

Ерыгина Л.В., Белякова Е.В., Акбулатов Т.Э. (2020). Транспортная активность населения северных территорий: факторы и закономерности // Вестник Алтайской академии экономики и права. № 11 (2). С. 227–235. https://doi.org/10.17513/vaael.1415

Клюшникова Е.В., Шитова Е.М. (2016). Методические подходы к расчету интегрального показателя, методы ранжирования // ИнноЦентр. № 1 (10). http://innoj.tversu.ru/Vipusk1(10)2016/2%20-%20Клюшникова.pdf.

Ледней А.Ю. (2020). Разработка методических подходов к оценке экономической эффективности развития транспортной инфраструктуры с учетом объемов и неравномерности перевозок: дис. ... канд. экон. наук. Москва.

Моттаева А. Б (2020). Планирование и моделирование региональной транспортной инфраструктуры // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. № 3. https://doi.org/10.18384/2310-6646-2020-3-101-108

Пьянкова С.Г., Заколюкина Е.С. (2023). Совершенствование методических основ оценки транспортного комплекса региона // Научные труды Вольного экономического общества России. Т. 240, № 2. С. 369–391. https://doi.org/10.38197/2072-2060-2023-240-2-369-391

Пьянкова С.Г., Заколюкина Е.С. (2022). Цифровая транспортная инфраструктура региона: понятийный аппарат и оценка эффективности // Экономика и предпринимательство. № 6. С. 644–651. https://doi.org/10.34925/EIP.2022.143.6.116

Хрусталев С.А. (2012). Механизм управления инновационными проектами по развитию транспортной инфраструктуры: дис. ... канд. экон. наук. Москва.

Adibfar A., Costin A. (2019). Next generation of transportation infrastructure management: Fusion of intelligent transportation systems (ITS) and bridge information modeling (BrIM). In: I. Mutis, T. Hartmann. (Eds.). *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6_6

Akinyemi E.O., Zuidgeest M.H.P. (2002). Managing transportation infrastructure for sustainable development. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, issue 3, vol. 17, pp. 148–161. https://doi.org/10.1111/1467-8667.00263

Arsenio E., Romão M., Gomes J., Prata J. (2020). Assessing future use of autonomous, shared and electric vehicle technologies to meet decarbonisation goals: A case study in Lisbon. *Conference: 8th Transport Research Arena TRA, Helsinki, Finland at Helsinki*, Finland.

Auvinen H., Tuominen A. (2014). Future transport systems: Long-term visions and socio-technical transitions. *European Transport Research Review*, no. 6, pp. 343–354. https://doi.org/10.1007/s12544-014-0135-3

Behrendt F., Trojahn S. (2012). European transport infrastructure – opportunities for an efficient transport network? *Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica*, Cuba, vol. 7.

Bezrukova T., Tereshkina T., Nesterov S., Kuksova I., Pecherskaya O. (2020). Management of transport and logistic infrastructure of the territory: Methodological tools and their improvement. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/817/1/012004

Cottrell W.D., Bryan S., Chilukuri B.R., Kalyani V., Stevanovic A., Wu J. (2009). Transportation infrastructure maintenance management: Case study of a small urban city. *Journal of Infrastructure System*, vol. 15, no. 2, pp. 120–132. https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2009)15:2(120)

Cruz C., Sarmento J. (2020). «Mobility as a service» platforms: Using digitalization to increase the sustainability of transportation systems. https://doi.org/10.20944/preprints202007.0675.v1

Cuncev I. (2004). The management of intermodality in urban transportation. *Conference: CODATU XI: world congress: Towards more attractive urban transportation at Bucharest*.

Davidsson P., Hajinasab B., Holmgren J., Jevinger A., Persson J.A. (2016). The fourth wave of digitalization and public transport: Opportunities and challenges. *Sustainability*, no. 8. https://doi.org/10.3390/su8121248

Guo R., Zhou J. (2020). Research on digital management system of transport infrastructure in the era of big data. SAE Technical Paper. https://doi.org/10.4271/2020-01-5139

Iordanopoulos P., Mitsakis E., Rijavec R., Hausmann A. (2014). Requirements for interoperable intelligent transport system deployment in South East Europe. *Conference: 22nd International Symposium on Electronics in Transport – ISEP at Ljubljana.* https://mpra.ub.uni-muenchen.de/61568/

Korchagina E., Desfonteines L., Ray S., Strekalova N. (2022). Digitalization of transport communications as a tool for improving the quality of life (pp. 22–34). In: *Innovations in Digital Economy*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14985-6_2

Lisinge R.T., Pieter van Dijk M. (2022). Regional transport infrastructure programmes in Africa: What factors influence their performance? *Canadian Journal of African Studies / Revue canadienne des études africaines,* vol. 56, pp. 99–121. https://doi.org/10.1080/00083968.2021.1896369

Ma Z., Ma S., Wang S. (2023). Perspective chapter: Transportation 5.0 – From cyber-physical transportation systems to cyber-physical-social transportation systems. *Industry 4.0 Transformation Towards Industry 5.0 Paradigm - Challenges, Opportunities and Practices*. https://doi.org/10.5772/intechopen.1003674

Ngampravatdee C., Gharehbaghi K., Hosseinian-Far A., Tee K.F., McManus K. (2023). Strategic initiatives for large transport infrastructure planning: Reinforcing sustainability in urban transportation through better stakeholder engagement. *Sustainability,* no. 15. https://doi.org/10.3390/su151813912

Nikolaev A., Elkanova E., Malov A., Dzyuban V. (2022). Sociological aspect of the city transport infrastructure management strategy. *Transportation Research Procedia*, no. 63, pp. 2289–2294. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.260

Petrov A., Geraskina I. (2017). Synergistic approach to the management of transport infrastructure projects. *Transportation Research Procedia*, vol. 20, pp. 499–504. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.081

Pradhan R.P., Bagchi T.P. (2013). Effect of transportation infrastructure on economic growth in India: The VECM approach. *Research in Transportation Economics*, vol. 38, issue 1, pp. 139–148. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.05.008

Przybylska E., Marzena K., Dohn K. (2023). The role of stakeholders in creating mobility in logistics systems of Polish cities. *Sustainability*, vol. 15, no. 3, 1790. https://doi.org/10.3390/su15031790

Rudneva L.N., Kudryavtsev A.M. (2014). *Management development of region's transport infrastructure*. January 2014.

Santoso M.I., Gumelar R., Irawan B. (2019). Development of the WebGIS application for transport infrastructure management in the city of Serang. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012072

Spiekermann K., Wegener M. (2006). The role of transport infrastructure for regional development in South-East Europe. *Journal for Labour and Social Affairs in Eastern Europe*, vol. 9, no. 1, pp. 51–61. http://www.jstor.org/stable/43293143

Zhao Z., Zhang Y. (2020). Impact of smart city planning and construction on economic and social benefits based on big data analysis. *Complexity*. https://doi.org/10.1155/2020/8879132

References

Bakhtin M.N. (2019). Transport infrastructure of a region: Basic approaches to definition. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie / Region: Systems, Economics, Management,* no. 3(46), pp. 88–93. (in Russ.)

Berezhnaya L.Yu. (2022). *Assessing the impact of transport infrastructure on the socio-economic development of border regions*. Cand. econ. sci. diss. Orenburg. (in Russ.)

Vasilenok V.L., Martynenko O.V., Negreeva V.V., Zinicheva E.N. (2023). Principles of management and development of transportation infrastructure in the Russian Federation. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment / Scientific journal NRU ITMO. Series "Economics and Environmental Management",* no. 3. https://doi.org/10.17586/2310-1172-2023-16-3-100-115. (in Russ.)

Evgrafova K.O. (2014). Transport activity of the population. *Vestnik Rossiyskogo monitoringa ekonomicheskogo polozheniya i zdorovya naseleniya NIU VShE (RLMS HSE) / The Russia Longitudinal Monitoring Survey - Higher School of Economics (RLMS-HSE),* issue 4, pp. 116–130. (in Russ.)

Erygina L.V., Belyakova E.V., Akbulatov T.E. (2020). Transport activity of the population of the northern territories: Factors and patterns. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava / Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law,* no. 11(2), pp. 227–235. https://doi.org/10.17513/vaael.1415. (in Russ.)

Klyushnikova E.V., Shitova E.M. (2016). Methodological approaches to calculation of integral index, ranking methods. *InnoTsentr,* № 1(10). http://innoj.tversu.ru/Vipusk1(10)2016/2%20-%20Klyushnikova.pdf. (in Russ.)

Ledney A.Yu. (2020). *Development of methodological approaches to assessing the economic efficiency of transport infrastructure development considering volumes and unevenness of transportation*. Cand. econ. sci. diss. Moscow. (in Russ.)

Mottaeva A.B (2020). Planning and modelling regional transport infrastructure. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Ekonomika / Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics*, no. 3. https://doi.org/10.18384/2310-6646-2020-3-101-108. (in Russ.)

Pyankova S.G., Zakolyukina E.S. (2023). Improving the methodological foundations for assessing the transport complex of the region. *Nauchnye trudy Volnogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii / Scientific Works of the Free Economic Society of Russia,* vol. 240, no. 2, pp. 369–391. https://doi.org/10.38197/2072-2060-2023-240-2-369-391. (in Russ.)

Pyankova S.G., Zakolyukina E.S. (2022). Digital transport infrastructure of the region: Conceptual framework and efficiency assessment. *Ekonomika i predprinimatelstvo / Journal of Economy and Entrepreneurship,* no. 6, pp. 644–651. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49598779. (in Russ.)

Khrustalev S.A. (2012). *Mechanism for managing innovative projects for the development of transport infrastructure*. Cand. econ. sci. diss. Moscow. (in Russ.)

Adibfar A., Costin A. (2019). Next generation of transportation infrastructure management: Fusion of intelligent transportation systems (ITS) and bridge information modeling (BrIM). In: I. Mutis, T. Hartmann. (Eds.). *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6_6

Akinyemi E.O., Zuidgeest M.H.P. (2002). Managing transportation infrastructure for sustainable development. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, issue 3, vol. 17, pp. 148–161. https://doi.org/10.1111/1467-8667.00263

Arsenio E., Romão M., Gomes J., Prata J. (2020). Assessing future use of autonomous, shared and electric vehicle technologies to meet decarbonisation goals: A case study in Lisbon. *Conference: 8th Transport Research Arena TRA, Helsinki, Finland at Helsinki*, Finland.

Auvinen H., Tuominen A. (2014). Future transport systems: Long-term visions and socio-technical transitions. *European Transport Research Review*, no. 6, pp. 343–354. https://doi.org/10.1007/s12544-014-0135-3

Behrendt F., Trojahn S. (2012). European transport infrastructure – opportunities for an efficient transport network? *Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica*, Cuba, vol. 7.

Bezrukova T., Tereshkina T., Nesterov S., Kuksova I., Pecherskaya O. (2020). Management of transport and logistic infrastructure of the territory: Methodological tools and their improvement. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/817/1/012004

Cottrell W.D., Bryan S., Chilukuri B.R., Kalyani V., Stevanovic A., Wu J. (2009). Transportation infrastructure maintenance management: Case study of a small urban city. *Journal of Infrastructure System*, vol. 15, no. 2, pp. 120–132. https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2009)15:2(120)

Cruz C., Sarmento J. (2020). «Mobility as a service» platforms: Using digitalization to increase the sustainability of transportation systems. https://doi.org/10.20944/preprints202007.0675.v1

Cuncev I. (2004). The management of intermodality in urban transportation. *Conference: CODATU XI: world congress: Towards more attractive urban transportation at Bucharest*.

Davidsson P., Hajinasab B., Holmgren J., Jevinger A., Persson J.A. (2016). The fourth wave of digitalization and public transport: Opportunities and challenges. *Sustainability*, no. 8. https://doi.org/10.3390/su8121248

Guo R., Zhou J. (2020). Research on digital management system of transport infrastructure in the era of big data. SAE Technical Paper. https://doi.org/10.4271/2020-01-5139

Iordanopoulos P., Mitsakis E., Rijavec R., Hausmann A. (2014). Requirements for interoperable intelligent transport system deployment in South East Europe. *Conference: 22nd International Symposium on Electronics in Transport – ISEP at Ljubljana*. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/61568/

Korchagina E., Desfonteines L., Ray S., Strekalova N. (2022). Digitalization of transport communications as a tool for improving the quality of life (pp. 22–34). In: *Innovations in Digital Economy*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14985-6_2

Lisinge R.T., Pieter van Dijk M. (2022). Regional transport infrastructure programmes in Africa: What factors influence their performance? *Canadian Journal of African Studies / Revue canadienne des études africaines,* vol. 56, pp. 99–121. https://doi.org/10.1080/00083968.2021.1896369

Ma Z., Ma S., Wang S. (2023). Perspective chapter: Transportation 5.0 – From cyber-physical transportation systems to cyber-physical-social transportation systems. *Industry 4.0 Transformation Towards Industry 5.0 Paradigm - Challenges, Opportunities and Practices*. https://doi.org/10.5772/intechopen.1003674

Ngampravatdee C., Gharehbaghi K., Hosseinian-Far A., Tee K.F., McManus K. (2023). Strategic initiatives for large transport infrastructure planning: Reinforcing sustainability in urban transportation through better stakeholder engagement. *Sustainability,* no. 15. https://doi.org/10.3390/su151813912

Nikolaev A., Elkanova E., Malov A., Dzyuban V. (2022). Sociological aspect of the city transport infrastructure management strategy. *Transportation Research Procedia*, no. 63, pp. 2289–2294. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.260

Petrov A., Geraskina I. (2017). Synergistic approach to the management of transport infrastructure projects. *Transportation Research Procedia*, vol. 20, pp. 499–504. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.081

Pradhan R.P., Bagchi T.P. (2013). Effect of transportation infrastructure on economic growth in India: The VECM approach. *Research in Transportation Economics*, vol. 38, issue 1, pp. 139–148. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.05.008

Przybylska E., Marzena K., Dohn K. (2023). The role of stakeholders in creating mobility in logistics systems of Polish cities. *Sustainability*, vol. 15, no. 3, 1790. https://doi.org/10.3390/su15031790

Rudneva L.N., Kudryavtsev A.M. (2014). *Management development of region's transport infrastructure*. January 2014.

Santoso M.I., Gumelar R., Irawan B. (2019). Development of the WebGIS application for transport infrastructure management in the city of Serang. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012072

Spiekermann K., Wegener M. (2006). The role of transport infrastructure for regional development in South-East Europe. *Journal for Labour and Social Affairs in Eastern Europe*, vol. 9, no. 1, pp. 51–61. http://www.jstor.org/stable/43293143

Zhao Z., Zhang Y. (2020). Impact of smart city planning and construction on economic and social benefits based on big data analysis. *Complexity*. https://doi.org/10.1155/2020/8879132

Информация об авторах

Пьянкова Светлана Григорьевна

Доктор экономических наук, профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления. **Уральский государственный экономический университет**, г. Екатеринбург, РФ. E-mail: silen_06@list.ru

Заколюкина Екатерина Сергеевна

Аспирант кафедры региональной, муниципальной экономики и управления. **Уральский государственный экономический университет**, г. Екатеринбург, РФ. E-mail: k_zako@mail.ru

Information about the authors

Svetlana G. Pyankova

Dr. Sc. (Econ.), Professor of Regional, Municipal Economics and Governance Dept. **Ural State University of Economics**, Ekaterinburg, Russia. E-mail: silen_06@list.ru

Ekaterina S. Zakolyukina

Postgraduate of Regional, Municipal Economics and Governance Dept. **Ural State University of Economics**, Ekaterinburg, Russia. E-mail: k_zako@mail.ru