

Оптимизация направлений высокоскоростных маршрутов российской железной дороги в регионах

Бычкова Анна Андреевна

Мл. науч. сотрудник Лаборатории моделирования пространственного развития территорий
ORCID: 0000-0001-8676-5298, e-mail: bychkova.aa@uiecc.ru

Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия

Аннотация

Железнодорожный транспорт, как одно из важнейших стратегических средств передвижения, постоянно находится в развитии, совершенствовании. Именно поэтому оптимизация маршрутов российской железной дороги в данном случае является неотъемлемым элементом развития. Внедрение высокоскоростного маршрута перевозок пассажиров позволяет повысить пропускную способность, улучшить условия оказания услуг, укрепить позицию в отрасли. В статье отмечена необходимость оптимизации направления от Уральского до Приволжского федеральных округов. Обозначена актуальность исследуемой темы – преимущества железнодорожного транспорта в межвидовой конкуренции на рынке оказания услуг пассажироперевозок. В анализе использован локальный индекс Морана, изучены региональные взаимосвязи, выделены кластеры. Результаты исследования визуально представлены на рисунке, где выделен пунктирной линией потенциальный маршрут высокоскоростного движения «Екатеринбург–Казань». Описаны возможные риски реализации данного пути следования, приведены факторы целесообразности оптимизации (повышение межвидовой конкуренции).

Ключевые слова

Высокоскоростная железная дорога, оптимизация, развитие регионов, отправление пассажиров, транспорт, индекс Морана

Благодарности. Статья подготовлена в соответствии с планом научно-исследовательских работ для Лаборатории моделирования пространственного развития территорий ФГБУН «Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук» на 2022 г.

Для цитирования: Бычкова А.А. Оптимизация направлений высокоскоростных маршрутов российской железной дороги в регионах // Вестник университета. 2022. № 7. С. 82–89.

Optimisation of Russian railways' high-speed routes in the regions

Anna A. Bychkova

Junior Researcher at the Laboratory of modeling of territories' spatial development
ORCID: 0000-0001-8676-5298, e-mail: bychkova.aa@uicc.ru

Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences (Ural Branch), Yekaterinburg, Russia

Abstract

Rail transport is constantly in development and improvement, as it is one of the most important strategic means of transportation. That is why the optimization of Russian railway routes in this case is an integral element of development. The introduction of a high-speed passenger transportation route makes it possible to increase throughput capacity, improve service conditions, and strengthen the position in the industry. The article points out the necessity of optimising the route from the Ural to the Volga federal districts. The relevance of the topic under study lies in the advantage of railway transport in interspecific competition in the market for the provision of passenger transportation services. The author used the local Moran index in the analysis, studied regional interconnections, and identified clusters. The results of the study are visually represented in the figure, where the dotted line highlights the potential route of high-speed traffic Yekaterinburg–Kazan. The article describes the possible risks of implementing this route, cites optimization expediency factors (increase of interspecific competition).

Keywords

High-speed railway, optimisation, regional development, passenger departures, transport, Moran index

Acknowledgements. The article was prepared in accordance with the plan of research works for the Laboratory of modeling of territories' spatial development of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences (Ural Branch) for 2022.

For citation: Bychkova A.A. (2022) Optimisation of Russian railways' high-speed routes in the regions. *Vestnik universiteta*, no. 7, pp. 82–89.

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный (далее – ж/д) транспорт, как стратегически важный объект, внутри Российской Федерации приобретает все большую популярность. В связи с осложнившейся геополитической и эпидемиологической обстановкой вводятся ограничения на перемещения внутри страны некоторыми видами транспорта; это выдвигает железную дорогу на первое место как альтернативный способ передвижения по территории. Поезда дальнего следования имеют высокий спрос, поскольку маршруты соединяют центральную часть страны с восточными и западными регионами, однако проходимость поездов по всем направлениям занимает много времени, поэтому использование составов с повышенным скоростным режимом по заданным маршрутам позволит им курсировать чаще, быстрее доставлять пассажиров до пункта назначения, тем самым перевозить большее количество людей.

Необходимость оптимизации высокоскоростных направлений обусловлена повышенной нагрузкой пассажиропотока, временной длительностью маршрутов, развитием туристических направлений, проведением международных и внутренних мероприятий. Оптимизация в данном исследовании подразумевает улучшение временных границ существующего ж/д направления.

© Bychkova A.A., 2022.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Развитие транспортных направлений в пределах России имеет высококонкурентную борьбу между авиа, авто, ж/д, морским и речным транспортом. Конкуренция в транспортных услугах особенно ощущается при поездках на дальние расстояния, так как передвижение пассажиропотока возможно лишь несколькими видами транспорта (покрытия водным пространством для полноценного передвижения внутри страны недостаточно из-за геологических и климатических особенностей). В основном выбор стоит между ж/д и авиатранспортом, поэтому в транспортных компаниях уделяют особое внимание комфортабельности перевозок. Поскольку существует вероятность потери части рынка услуг дальнего следования, приоритет развития существующих маршрутов состоит в клиентоориентированности. Для железнодорожного транспорта это заключается в сокращении временных границ маршрутов, так как продолжительность поездки на поезде является основным недостатком в отличие от авиaperелета.

В данном исследовании выдвинута следующая гипотеза: регионы с повышенными взаимосвязями отправки пассажиров и высокой плотностью ж/д полотна являются потенциальными направлениями для оптимизации, улучшения инфраструктуры.

Для обоснования целесообразности освоения высокоскоростного маршрута движения по железной дороге требуется моделирование территориальных взаимосвязей на основе пассажироперевозок.

Задачи:

- сформировать данные по существующим высокоскоростным направлениям, определить территориальные расположения и протяженность маршрутов;
- исследовать взаимосвязи пассажиропотока и миграционного прироста в зависимости от плотности ж/д полотна.

Высокая актуальность и практическая ценность исследования состоит в формировании данных для дальнейшей разработки новых потенциальных направлений высокоскоростных маршрутов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В научной литературе довольно редко встречаются различные вопросы потенциального развития высокоскоростного движения российских железных дорог, однако конкретная необходимость внедрения выделена в материалах таких авторов, как: Н.С. Бушуев, Д.О. Шульман, В.Н. Ожерельев, М.В. Ожерельева, А.Б. Никитин, Н.А. Журавлева. Каждый из авторов выделяет недостающие аспекты развития скоростного транспорта, отмечает проблемы, препятствующие развитию, такие как слабая пропускная способность (пассажиро-час), нехватка инновационного технического оснащения, старые электропоезда, недостаточный мониторинг основной деятельности. Оптимизация рабочих процессов, улучшение деятельности, внедрение высокоскоростного движения позволит не только увеличить пассажиропоток, но и запустить процесс обновления кадрового состава регионов, примыкающих к ж/д пути.

Н.С. Бушуев и Д.О. Шульман в научных работах поднимают важную для развития ж/д транспорта тему перспектив развития высокоскоростных железнодорожных магистралей в России, отмечают, что увеличение скоростного движения позволит повысить конкуренцию на рынке транспортных услуг населению [1].

В.Н. Ожерельев и М.В. Ожерельева отметили в трудах, что внедрение высокоскоростной железной дороги позволит создать новые рабочие места и применить инновационные технологии, поезда [2].

Никитин А.Б. в научных исследованиях описывает технические особенности реализации высокоскоростного транспорта на потенциальном направлении «Москва–Казань–Екатеринбург». Так как система высокоскоростного движения оснащена инновационными технологиями, станции и сам маршрут следования должны быть снабжены специализированными световыми знаками по ходу движения, промежуточные станции – системой централизованной диспетчерской, а также бесконтактным управлением объектами [3].

В качестве управления рисками А.Б. Никитин, Н.А. Журавлева предложили уделить внимание следующим задачам [4]:

- регулярный мониторинг технологического состояния мобильных составов;
- надзор ремонтных действий по содержанию устройств;
- управление базой сведений о поломках и починке технических средств;
- материально-техническое обеспечение инфраструктуры;
- управление электронными документами на технические средства.

Высокоскоростные магистрали железных дорог станут еще одним альтернативным способом перемещения к уже существующим маршрутам внутри одного вида транспорта, это позволит распределить нагрузку функционирующего движения, повысить межвидовую конкурентоспособность.

Также стоит учитывать риски, которые могут препятствовать осуществлению функционирования высокоскоростной железной дороги на участке пути Екатеринбург–Казань. Рассматривая угрозы воздействия, следует выделить группу высокорискованных: прежде всего, это климатические условия, санкционные меры, уменьшение финансирования, снижение спроса и т.д.

С целью обоснования необходимости высокоскоростного направления исследуются пассажирские потоки в регионах по основным показателям (отправка пассажиров и миграционные потоки). Выбранные факторы являются главными параметрами передвижения населения по различным причинам: туристические маршруты, переселение, временные и постоянные рабочие проекты, поездки с оздоровительными целями и т.д. Применение локального индекса Морана [5] позволяет выявить плотность взаимосвязей между регионами по железнодорожным путям, показатель рассчитывается по формуле [6]:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_j - \bar{X}), \quad (1)$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n-1} - \bar{X}^2, \quad (2)$$

где: x – величина значения x на территории i , x_j – величина значения x на территории j , w – элементы матрицы пространственных весов.

В результате расчетов формируются кластеры по квадрантам значений: HH (англ. high-high), то есть территории с высокими результатами анализируемого фактора, находящиеся в окружении схожих по значению местностей, и LL (англ. low-low), то есть регионы с низкими значениями, которые находятся в окружении местностей с подобными небольшими результатами. В категории HL (англ. high-low) области имеют высокие результаты, но окружены территориями с низкими значениями, автокорреляция отрицательна, и обратная ситуация: LH (англ. low-high) – регионы с низкими исследуемыми показателями находятся в окружении субъектов России с высокими значениями [7]. Анализируя данные за несколько периодов, можно заметить, что кластеры могут поменять позиции, «перетекать» в зависимости от экономической обстановки внутри страны, однако стоит учитывать, что зарубежные страны оказывают не меньшее воздействие. Также развитие железнодорожного транспорта может иметь положительный/отрицательный эффект при смене кластеров на основе исследуемых факторов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Важное влияние на оптимизацию региональных направлений оказывает бюджетное финансирование, оно дает возможность реализовать новые программы, модернизировать объекты ж/д сети, обновить техническое оснащение транспортного комплекса. Корректировка, изменение части функциональной деятельности, а также внедрение новых технологий несут определенные финансовые издержки. Как правило повышение качества полотна дорожного пути требует дополнительных затрат. В 2015 г. была утверждена стратегия развития холдинга Российские железные дороги (далее – РЖД) до 2030 г. С целью снижения финансовых расходов, связанных с модернизацией, увеличением транспортной сети, запланировано финансирование за счет средств государства и частного капитала [8].

Спрогнозированы два сценария инвестиций в строительство высокоскоростных магистралей (далее – ВСМ) железнодорожного пути по низким и высоким расходам, по повышенному варианту на уровне 1261,6 млрд руб., по сниженному варианту – на уровне 564,9 млрд руб. (без НДС и затрат на отвод земли) [9].

Показатель миграционного прироста является основой для определения регионов, в которых прослеживается положительный рост населения по фактору переселения. Определены 25 регионов России с положительной высокой миграцией, что характеризует повышенный спрос на услуги «РЖД». По аналогии с положительной динамикой прироста населения проанализирован фактор отправления пассажиров: в таблице 1 серым цветом выделены регионы, не имеющие высокоскоростных маршрутов следования.

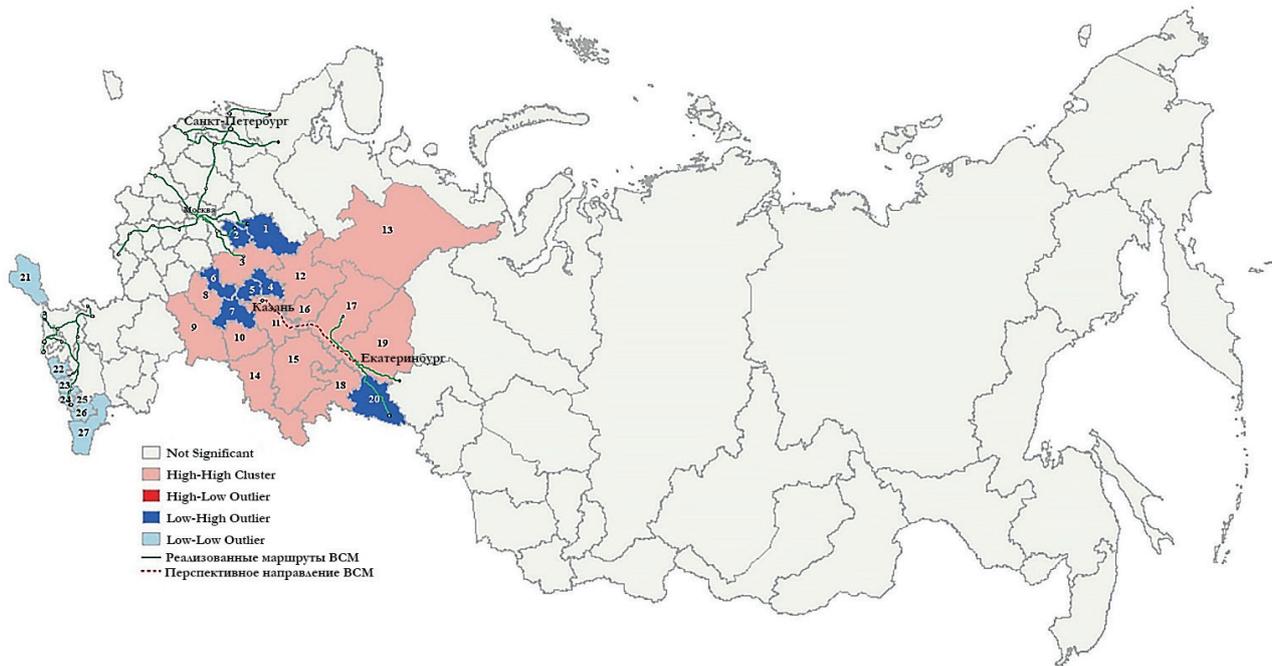
Исходные данные анализа передвижения населения за 2020 г.

Регион Российской Федерации	Миграционный прирост, всего чел.	Отправление пассажиров ж/д, тыс. чел
Московская область	51 250	228 982
Краснодарский край	33 511	13 475
Ленинградская область	31 860	21 781
город Севастополь	15 207	
Ростовская область	13 241	7 711
Калининградская область	10 681	4 153
Республика Крым	9 940	3 784
Калужская область	6 861	4 093
Тюменская область	6 075	4 672
Республика Саха (Якутия)	6 065	195
Ханты-Мансийский АО-Югра	5 499	1 427
город Санкт-Петербург	5 260	44 479
Республика Татарстан	4 640	5 898
Белгородская область	4 229	1 129
Волгоградская область	3 682	2 753
Свердловская область	3 653	11 785
Курская область	2 930	1 522
Республика Ингушетия	2 105	17
Новосибирская область	2 015	18 567
Новгородская область	1 929	898
Республика Адыгея	1 863	171
Красноярский край	1 842	13 475
Нижегородская область	1 628	12 990
город Москва	1 609	354 998
Брянская область	1 273	4 398

Составлено автором по материалам источников [10; 11]

В настоящее время на территории России уже действует высокоскоростная дорога в таких регионах, как Санкт-Петербург, Ленинградская область, Новгородская область, Республика Адыгея, Краснодарский край, Москва, Владимирская область, Нижегородская область, Ярославская область, Костромская область, Владимирская область, Ивановская область, Тульская область, Орловская область, Курская область, Белгородская область, Тверская область, Смоленская область, Пермский край, Свердловская область, Псковская область, Республика Северная Осетия–Алания, Кабардино-Балкарская Республика, Ставропольский край, Ростовская область, Республика Карелия, Курганская область, Тюменская область. Функционирующие маршруты отмечены сплошной линией на рисунке 1. Высокоскоростные поезда курсируют в основном в северо-западной и юго-западной частях страны (Северо-Западный, Центральный, Южный, Северо-Кавказский федеральные округа), небольшой участок дороги расположен в Уральском федеральном округе. Высокоскоростные поезда имеют несколько направлений: пригородные, городские, пригородно-городские маршруты. На Московской железной дороге курсируют пригородные, городские и премиум «Ласточки». На Октябрьской – пригородные и премиум. На Свердловской – пригородные. На Северо-Кавказской – пригородные и премиум.

В результате применения индекса Морана были выделены кластеры взаимодействия, они отмечены на рисунке 1 (НН, НЛ, ЛЛ, ЛН). Оптимальными для изучения являются территории с повышенным взаимодействием. Это области НН, поскольку они имеют высокую плотность дорожного покрытия и спрос на услуги пассажироперевозок. Эти кластеры являются локальными индикаторами, поскольку характеризуют меру взаимосвязей, влияния.



1 – Костромская область; 2 – Ивановская область; 3 – Нижегородская область; 4 – Республика Марий Эл; 5 – Чувашская Республика; 6 – Республика Мордовия; 7 – Ульяновская область; 8 – Пензенская область; 9 – Саратовская область; 10 – Самарская область; 11 – Республика Татарстан; 12 – Кировская область; 13 – Республика Коми; 14 – Оренбургская область; 15 – Республика Башкортостан; 16 – Удмуртская Республика; 17 – Пермский край; 18 – Челябинская область; 19 – Свердловская область; 20 – Курганская область; 21 – Республика Крым; 22 – Карачаево-Черкесская Республика; 23 – Кабардино-Балкарская Республика; 24 – Республика Северная Осетия–Алания; 25 – Республика Ингушетия; 26 – Чеченская Республика; 27 – Республика Дагестан

Составлено автором по материалам исследования

Рис.1. Локальные индикаторы пространственной автокорреляции для высокоскоростных направлений по показателю отправок пассажиров в 2020 г.

Из выделенных территорий особое внимание в исследовании уделяется Приволжскому федеральному округу поскольку там расположена Республика Татарстан, которая имеет высокие положительные показатели транспортировки населения, так как Казань привлекает к себе много туристов. Данный федеральный округ имеет смежную границу с Уральским федеральным округом, где функционирует ВСМ. Соединяя центры двух регионов (Екатеринбург–Казань) единым высокоскоростным маршрутом (отмечен на рис. 1 пунктирной линией), высокоскоростная железная дорога позволит оптимизировать временные границы между территориями и присоединить другие области, такие как Пермский край, Республика Удмуртия, тем самым увеличивая поток пассажиров.

Оптимизация движения пассажирских поездов в регионах должна основываться на экономическом законе спроса с учетом характеристик локальных транспортных рынков. Высокоскоростную магистраль планируется «провести» по территории четырех регионов России: Свердловской области, Пермскому краю, Республике Удмуртия и Республике Татарстан. В зоне влияния будущей ВСМ проживает около 12 256 804 человек (по данным на 1 января 2021 г.) [12].

Реализация ВСМ в направлении Казани будет также актуальна для Тюменской области, поскольку уже существует маршрут «Тюмень–Екатеринбург», и внедрение ВСМ станет соединением-продолжением этого пути. В Тюменской области, по данным на 1 января 2021 г., проживает 3 378 053 человек, регион также относится к территориям с положительной динамикой транспортировки пассажиров за 2020 г.

Внедрение высокоскоростной железной дороги в направлении Казани позволит не только оптимизировать пропускную способность (пассажиро-час), но и реализовать потенциал, так как высокоскоростное движение будет внедрено по этому маршруту впервые.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный информационно-аналитический ресурс позволяет получать данные о перспективных направлениях развития высокоскоростной железной дороги для перевозки пассажиров на территории России, а также определять тенденции развития спроса и динамику показателей пассажирских

перевозок. Развитие высокоскоростных магистралей благоприятно влияет на совокупный рост территории, поскольку транспорт является связующим звеном в улучшении туристического направления и миграции. ВСМ российских железных дорог позволят диверсифицировать потоки пассажиров, тем самым снизить нагрузку с пути «Екатеринбург–Казань», так как часть населения будет использовать скоростное направление с новыми техническими возможностями, а другие останутся клиентами обычного направления дальнего следования (как правило, это люди, отрицающие новые технологии, приверженцы первоначальных электропоездов, консерваторы).

В результате исследования было определено потенциальное направление для внедрения высокоскоростной магистрали ж/д системы, изучены существующие 39 направлений, в основном расположенные в южной части страны, проанализированы 78 регионов, из них в 25 областях выявлены повышенный показатель перевозок пассажиров, а также положительная динамика миграционного прироста. В долгосрочном планировании маршрут «Екатеринбург–Казань» может стать основанием для продолжения и прокладки пути до Московской области и города Москва.

Изученные данные и предложенный оптимизационный маршрут по освоению региональных перевозок пассажиров может быть использован транспортными компаниями для принятия решений в области планирования регионального развития на территории России.

Библиографический список

1. Бушуев Н.С., Шульман Д.О. О перспективах развития высокоскоростных железнодорожных магистралей в России. *Бюллетень результатов научных исследований*. 2017;3:7–14.
2. Ожерельев В.Н., Ожерельева М.В. Экономические перспективы высокоскоростной железной дороги в России. *Вестник Брянского государственного технического университета*. 2017;1(54):218–224. <https://doi.org/10.12737/24945>
3. Никитин А.Б. Особенности системы управления движением поездов на высокоскоростной магистрали «Москва–Казань–Екатеринбург». *Бюллетень результатов научных исследований*. 2017;3:47–56.
4. Никитин А.Б., Журавлева Н.А. Управление рисками при организации высокоскоростного движения в России. *Инновации и инвестиции*. 2017;6:27–31.
5. Красных С.С. Автокорреляционная модель высокотехнологичного экспорта регионов Российской Федерации. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент*. 2020;14(4):44–48. <https://doi.org/10.14529/em200405>
6. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographic Analysis*. 1995;27:93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
7. Бычкова А.А. Автокорреляционный анализ пассажиропотока железнодорожных вокзалов в городах Свердловской области. В кн.: Трескова П.П. (отв. ред.) *VIII Информационная школа молодого ученого: Сборник научных трудов*. Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ»; 2020. С. 197–202. <https://doi.org/10.32460/ishmu-2020-8-0020>
8. Российская Федерация. *Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 № 877-р «О стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» (вместе с «Планом мероприятий по реализации в 2008–2015 годах Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года»)*. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92060/7079f740e73bdf5e2b02bc7ab207b45e6b464b50/? (дата обращения: 16.05.2022).
9. Открытое акционерное общество «Российские железные дороги». *Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации от 23 ноября 2015 г. №43*. <https://company.rzd.ru/api/media/resources/1345191?action=download> (дата обращения: 21.05.2022).
10. Росстат. *Регионы России. Социально-экономические показатели 2020*. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/LkooETqG/Region_Pokaz_2020.pdf (дата обращения: 10.05.2022).
11. Министерство транспорта Российской Федерации. *Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень январь–декабрь 2020 года*. <http://mintrans.gov.ru/file/463645> (дата обращения: 11.05.2022).
12. Росстат. *Оценка численности постоянного населения по субъектам Российской Федерации на 1 января 2021 года*. https://gks.ru/bgd/free/b00_24/IssWWW.exe/Stg/d000/i000070r.htm (дата обращения: 11.05.2022).

References

1. Bushuyev N.S., Shulman D.O. On prospects for the development of high-speed railway lines in Russia, *Bulletin of scientific research results*. 2017;3:7–14.
2. Ozhereliev V.N., Ozherelieva M.V. Economic outlooks of high-speed railway in Russia. *Bulletin of Bryansk State Technical University*. 2017;1(54):218–224. <https://doi.org/10.12737/24945>

3. Nikitin A.B. The specificities of train control system at Moscow–Kazan–Yekaterinburg high-speed network. *Bulletin of Scientific Research Results*. 2017;3:47–56.
4. Nikitin A.B., Zhuravleva N.A. Risk management in organizing high-speed traffic in Russia, *Innovations and Investments*. 2017;6:27–31.
5. Krasnykh S.S. Autocorrelation model of high technological export of regions of the Russian federation. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*, 2020;14(4):44–48. <https://doi.org/10.14529/em200405>
6. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association - LISA. *Geographic Analysis*. 1995;27:93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
7. Bychkova A.A. Autocorrelation analysis of passenger traffic at railway stations in the cities of Sverdlovsk region. In: Treskova P.P. (ed.) *VIII Information School of Young Scientists: Collection of scientific papers*. Yekaterinburg: OOO Izdatelstvo UMT's UPI; 2020. P. 197–202. <https://doi.org/10.32460/ishmu-2020-8-0020> (In Russian).
8. Russian Federation. *Decree of the Government of the Russian Federation dated 17 June 2008 No. 877-r "On the Strategy for the Development of Railway Transport in the Russian Federation until 2030" (together with the "Action Plan for realization in 2008-2015 of Strategy of railway transport development in the Russian Federation until 2030")*. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92060/7079f740e73bdf5e2b02bc7ab207b45e6b464b50/? (accessed 16.05.2022).
9. Russian Railways. *Programme for the organization of high-speed railway service in the Russian Federation dated 23 November 2015, No. 43*. <https://company.rzd.ru/api/media/resources/1345191?action=download> (accessed 21.05.2022).
10. Rosstat. *Regions of Russia. Socio-economic indicators 2020: Statistical digest; 2020*. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/LkooETqG/Region_Pokaz_2020.pdf (accessed 10.05.2022). (In Russian).
11. Ministry of Transport of the Russian Federation. *Transport of Russia. Informational and statistical bulletin: January–December 2020*. <http://mintrans.gov.ru/file/463645> (accessed 11.05.2022).
12. Rosstat. *Estimated number of resident population by constituent entities of the Russian Federation as of January 1, 2021*. https://gks.ru/bgd/free/b00_24/IssWWW.exe/Stg/d000/i000070r.htm (accessed 11.05.2022).