

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

Радченко Д.М., Пономарев Ю.Ю.

**Пространственное развитие транспортной
инфраструктуры и степень ее влияния на совокупную
факторную производительность в России**

Москва 2019

Аннотация. В соответствии с поручениями Президента Российской Федерации, перед российской экономикой стоит задача попадания в пятерку крупнейших экономик мира. Одним из основных способов решения данной задачи может стать повышение совокупной факторной производительности, в том числе за счет развития транспортной инфраструктуры как опорного каркаса российской экономики. Это приводит к необходимости актуализации существующих стратегических и программных документов, определяющих развитие российской транспортной системы, в направлении повышения вклада в СФП через связность территорий, повышение мобильности трудовых ресурсов и безопасное ускорение транспортировки товаров. Поэтому корректная оценка степени сформированности транспортной инфраструктуры на региональном уровне, положительных эффектов, которые возникают в зоне ее тяготения, и влияния ее развития на совокупную факторную производительность, чему посвящено проведенное РАНХиГС исследование, является крайне актуальной задачей.

Abstract. In accordance with the instructions of the President of the Russian Federation, the Russian economy is faced with the task of getting into the top five largest economies in the world. One of the main ways to solve this problem can be to increase the aggregate factor productivity, including through the development of transport infrastructure as a supporting framework for the Russian economy. This leads to the need to update the existing strategic and program documents that determine the development of the Russian transport system in the direction of increasing the contribution to the TFP through the connectivity of the territories, increasing the mobility of labor resources and safe acceleration of the transportation of goods. Therefore, a correct assessment of the degree of formation of the transport infrastructure at the regional level, the positive effects that arise in the area of its development, and the impact of its development on the aggregate factor productivity, which the research conducted by the RANEPA is dedicated to, is an important task.

Радченко Д.М. младший научный сотрудник лаборатории инфраструктурных и пространственных исследований ИОРИ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

Пономарев Ю.Ю. заведующий научно-исследовательской лабораторией инфраструктурных и пространственных исследований ИОРИ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

Данная работа подготовлена на основе материалов научно-исследовательской работы, выполненной в соответствии с Государственным заданием РАНХиГС при Президенте Российской Федерации на 2018год

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Анализ и систематизация существующих теоретических и эмпирических подходов к оценке уровня развития транспортной инфраструктуры	6
1.1 Традиционные способы измерения качества инфраструктуры	6
1.2 Показатель доступности как составляющая уровня развития инфраструктуры	9
1.3 Альтернативные способы измерения уровня развития и качества инфраструктуры	11
2 Эмпирический анализ уровня пространственного развития транспортной инфраструктуры в России	23
2.1 Анализ текущего и ретроспективного уровней развития транспортной инфраструктуры (по ее видам) в России на региональном уровне.....	23
2.2 Анализ транспортной обеспеченности на региональном и муниципальном уровне.....	40
3 Эмпирический анализ влияния уровня развития транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность в экономике	57
3.1 Описание используемой базы данных	57
3.2 Эмпирический анализ совокупной факторной производительности в России	58
3.3 Эмпирическая оценка влияния уровня развития транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность.....	61
3.4 Результаты эмпирического анализа	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	71

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с поручениями Президента Российской Федерации, перед российской экономикой стоит задача достижения темпов экономического роста, превышающих мировые. Одним из основных способов решения данной задачи может стать повышение совокупной факторной производительности, в том числе за счет развития транспортной инфраструктуры как опорного каркаса российской экономики. Это приводит к необходимости актуализации существующих стратегических и программных документов, определяющих развитие российской транспортной системы, в направлении повышения вклада в СФП через связность территорий, повышение мобильности трудовых ресурсов и безопасное ускорение транспортировки товаров. Поэтому корректная оценка степени сформированности транспортной инфраструктуры на региональном уровне, положительных эффектов, которые возникают в зоне ее тяготения, и влияния ее развития на совокупную факторную производительность является крайне актуальной задачей.

Существующие линейные показатели развития транспортной инфраструктуры (протяженность, плотность), которые используются в экономических исследованиях и при простом сравнительном межрегиональном анализе (см. например, отчеты OECD (2003) [1], World Bank (2004) [2]), имеют ряд недостатков с точки зрения оценки степени пространственной сформированности транспортной инфраструктуры, особенно выраженных для стран, обладающих обширными территориями, характеризующимися гетерогенностью системы расселения и, соответственно, пространственного распределения объектов транспортной инфраструктуры. Это может приводить к смещениям в оценках степени влияния развития транспортной инфраструктуры на ключевые макроэкономические показатели

Альтернативой линейным показателям, является построение индекса пространственного развития транспортной инфраструктуры, основанного на оценке доли экономической активности (численность населения, объемы валовой добавленной стоимости) в зоне тяготения существующей транспортной инфраструктуры, чему посвящен ряд современных исследований (например, работа (Rodrigues da Silva и др. [3]).

Оценке влияния развития транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность на агрегированном уровне посвящено достаточно много исследований (например, (Aschauer (1989) [4]), однако в российской экономической литературе и стратегических документах альтернативные научно-обоснованные подходы к оценке степени сформированности транспортной инфраструктуры и влияния ее развития на совокупную факторную производительность на более детализированном (региональном

или отраслевом) уровне проработаны достаточно слабо, что подчеркивает высокую актуальность настоящего исследования.

Для достижения указанной цели работы решаются следующие задачи:

- анализ и систематизация существующих подходов к оценке уровня пространственного развития транспортной инфраструктуры;
- анализ и систематизация теоретических и эмпирических подходов к выявлению основных факторов (в сфере развития транспортной инфраструктуры), оказывающих влияние на совокупную факторную производительность;
- построение индекса пространственного развития транспортной инфраструктуры в России;
- разработка методологии и проведение эмпирической оценки влияния развития транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность с учетом уровня ее пространственной сформированности.

В качестве исходных данных в работе используются научные и аналитические публикации российских и зарубежных источников.

В первом разделе проводится анализ и систематизация существующих теоретических и эмпирических подходов к оценке уровня развития транспортной инфраструктуры. Во втором разделе приводится методика анализа уровня пространственного развития транспортной инфраструктуры в России, а также результаты анализа уровня пространственного развития транспортной инфраструктуры в России. В третьем разделе представлены результаты оценки влияния уровня развития транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность на региональном и муниципальном уровне.

1 Анализ и систематизация существующих теоретических и эмпирических подходов к оценке уровня развития транспортной инфраструктуры

1.1 Традиционные способы измерения качества инфраструктуры

Скорость и темпы развития экономики в значительной степени зависят от уровня развития транспортной инфраструктуры, предназначенной для перераспределения ресурсов и основных услуг. Качество и эффективность этой инфраструктуры обеспечивает непрерывность экономической и деловой активности. Спрос на инфраструктуру и сопутствующие ей услуги возрастает по мере того, как растут потребительские ожидания и ожидания производителей в части снижения транспортных издержек, расширения границ рынков и т.д.

Одним из самых простых и распространенных является показатель протяженности транспортной сети, который рассчитывается по следующей формуле:

$$L(Net|X) = \sum_{r \in X} l_i \quad (1)$$

Чаще всего используется для оценки объема инвестиций в инфраструктуру и расчета транспортных издержек. Кроме того, данный показатель используется в кросс-секционном анализе для сравнения регионов в рамках одной страны и позволяет проанализировать временную эволюцию транспортной инфраструктуры.

Как отмечалось ранее, хороший показатель должен служить в первую очередь базой для сравнения двух изучаемых объектов. Таким образом, показатель протяженности транспортной инфраструктуры не подходит для подобного рода сравнений, особенно в условиях, когда территории сильно дифференцированы по площади и расположению транспортной инфраструктуры. Однако, он может быть использован в качестве альтернативы для оценки объемов инвестиций в инфраструктурные проекты (иными словами, для оценки издержек) [5].

Следующий традиционный индикатор - плотность транспортной сети:

$$D(Net|X) = \frac{\sum_{r \in X} l_i}{A_X} = \frac{L(Net|X)}{A_X} \quad (2)$$

Использование данного показателя позволяет устранить некоторые недостатки показателя протяженности транспортной сети и представляет собой отношение между общей протяженностью дорожной сети и площадью изучаемой территории. В таком виде показатель транспортной обеспеченности более применим для оценки доступности инфраструктуры в регионе и зачастую используется крупными организациями, например, Всемирным банком [2] и Институтом прикладных экономических исследований Бразилии

[6]. Недостатком данного способа расчета достаточности транспортной инфраструктуры является сильная предпосылка о равномерном распределении инфраструктуры по исследуемой территории (см., например, работы Dobranskyte-Niskota [7] Babcock и Alakshendra [8]).

В то время как показатели, оценивающие протяженность дорожной сети, демонстрируют некоторые недостатки при использовании их в пространственном контексте, этот индикатор лучше предыдущего, поскольку он позволяет сделать поправку на площадь изучаемой территории. При вычислении данного показателя предполагается, что распределение инфраструктуры по территории равномерно, когда в реальности это не так в силу социально-экономических и естественных географических ограничений. Таким образом, данная предпосылка не соответствует общепринятому и широко освещенному в классической транспортной литературе (см, например, Cox [9], Taaffe и др., [10], Morris и др., [11], Rodrigue и др., [12]) тезису, гласящему, что «доступность» инфраструктуры обратно пропорциональна расстоянию. В связи с этим данный показатель достаточно затруднительно обосновать с теоретической точки зрения.

Еще одним традиционным индикатором степени развития транспортной сети является плотность транспортной сети (с учетом численности населения):

$$D(Pop, Net|X) = \frac{\sum_{r \in X} l_i}{P_X} = \frac{L(Net|X)}{P_X} \quad (3)$$

Необходимо отметить, что при расчете данного показателя не принимаются во внимание области с высокой концентрацией населения; предполагается, что население распределено по изучаемой территории равномерно. Данная предпосылка достаточно сильно ограничивает возможность использования данного коэффициента. Общей проблемой для показателей плотности транспортной сети является не только неравномерное распределение инфраструктуры, но и наличие точек концентрации (крупных агломераций и просто городов). Однако данную проблему можно решить, перейдя на более детализированный уровень и рассматривая отдельно густо- и слабораселенные территории, либо используя поправочный коэффициент на городские территории.

1.1.1 Специфика отечественных подходов

В отечественной литературе, помимо традиционных способов оценки степени развитости транспортной инфраструктуры, используется также блок альтернативных показателей, которые строятся на основе базовых линейных и также пытаются учитывать уровень развития транспортной инфраструктуры с учетом экономической активности. Это коэффициенты Энгеля, Гольца, Успенского и Василевского.

Коэффициент Энгеля представляет собой отношение общей протяженности транспортных путей к численности населения и освоенной площади территории:

$$K_{\text{Э}} = \frac{L}{\sqrt{SH}} \quad (4)$$

где L – общая протяженность транспортных путей,

H – численность населения,

S – площадь освоенной территории.

Коэффициент Гольца:

$$K_{\Gamma} = \frac{L}{\sqrt{S\Pi}} \quad (5)$$

где Π – число населенных пунктов (городов),

Коэффициент Василевского, как и коэффициент Успенского, показывает степень обеспеченности транспортом производства:

$$K_{\text{В}} = \frac{L}{\sqrt[3]{SHQ_{\Pi}}} \quad (6)$$

где Q_{Π} – общий объем продукции, выпускаемой на территории и подлежащей вывозу.

Коэффициент Успенского рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{У}} = \frac{L}{\sqrt[3]{SHQ_{\text{В}}}} \quad (7)$$

где $Q_{\text{В}}$ – общий объем продукции, подлежащей вывозу.

Его отличие от коэффициента Василевского состоит в том, что учитывается не только произведенная в самом регионе продукция, но и ввезенная в него.

К основным недостаткам данных показателей можно отнести следующее:

- не учитывают ограниченность эффектов, генерируемых железнодорожной инфраструктурой на линейной части пути;
- не учитывают географические особенности местности;
- не учитывают конфигурацию транспортной сети,
- коэффициенты Энгеля и Успенского не позволяют оценить непосредственно развитие транспортной инфраструктуры, а только обеспеченность региона.

Для учета недостатков, описанных выше, предлагаются различные модификации показателей, например, для коэффициента Гольца при использовании его для оценки развитости системы железных дорог можно учитывать только те населенные пункты, в которых есть действующие железнодорожные станции.

1.2 Показатель доступности как составляющая уровня развития инфраструктуры

1.2.1 Эволюция определения пространственной доступности

В литературе есть две разные (но пересекающиеся) концепции доступности: концепция транспортной доступности и концепция пространственной доступности. Показатели транспортной доступности отражают доступность инфраструктуры для пользователей. Концепция пространственной доступности является более широким понятием, которое формируется на пересечении аспектов, связанных с функционированием транспортной инфраструктуры, региональной социально-экономической сферы, а также географических особенностей.

Как транспортная, так и пространственная доступность имеет ключевое значение для экономической географии, территориального планирования и развития территорий. Несмотря на это, в настоящий момент, в отличие от транспортной доступности, нет универсального определения того, что можно считать пространственной доступностью.

По мнению Scheurer и Curtis (2007) [13], формирование концепции пространственной доступности («accessibility») происходило параллельно с формированием концепции трафика («mobility / traffic»). Трафик - это то, что рассматривает показатели и характеристики транспортной системы.

Litman (2003) [14] считает, что концепция трафика обычно рассматривала передвижение моторизованного транспорта и/или перемещение людей и грузов, в то время, как концепция пространственной доступности явно учитывает взаимодействие транспорта и региональной социально-экономической сферы.

Также можно отметить то, что есть явная взаимосвязь концепции трафика и транспортной доступности: есть ряд взаимных компромиссов и уступок между этими показателями. К примеру, автомобильные дороги высоких технических категорий, предназначенные для максимального трафика, как правило имеют невысокие показатели доступности с прилегающих территорий в виду требований к их техническим характеристикам (например, для автомобильных дорог категорий 1А и 1Б в российской классификации – это отсутствие пересечений в одном уровне с другими автомобильными дорогами, ограничения на частоту съездов и другие). С другой стороны, территории с хорошими показателями транспортной (инфраструктурной) доступности могут испытывать затруднения в плане пробок и парковочных мест, которые естественным образом связаны с перегрузкой общественных благ при высокой интенсивности их использования.

На основании Scheurer и Curtis (2007) [13], Дубовик (2013) [15] можно выделить 5 категорий оценок пространственной доступности, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Категории оценок пространственной доступности

Категория	Примеры в литературе	Показатель / Подход к оценке	Плюсы и/или минусы
1. Категория показателей пространственного разграничения (Spatial Separation Measures)	Spatial Separation Model Bhat и др. (2000) [16] Infrastructure Measures Geurs и van Eck (2001) [17] Travel Cost Approach Baradaran и Ramjerdi (2001) [18]	Определяет сложность (сопротивление) преодоления расстояния от точки отправления до точки назначения, или между узлами.	Широкий набор эмпирических данных и источников данных. Не учитываются особенности региональной социально-экономической сферы (т.е. фактор привлекательности региона).
2. Категория контурных показателей (показателей изолиний) (Contour Measures)	Cumulative Opportunity Model Bhat и др. (2000) [16] Contour Measures Geurs и van Eck (2001) [17]	Определяет достижимые во времени районы (контуры) вокруг рассматриваемого узла, и оценивает количество возможностей внутри контура (работы, работников, потребителей и т.п.)	Учитывает и инфраструктурные ограничения (при использовании в качестве параметра доступного времени на поездку), и особенности региональной социально-экономической сферы. Не всегда есть четкое понимание того, каким в действительности является ограничение времени на поездку.
3. Категория гравитационных показателей (показателей потенциалов) (Gravity Measures)	Gravity Model Bhat и др. (2000) [16] Potential Accessibility Measure Geurs и van Eck (2001) [17]	Дает оценку пространственной доступности региона относительно остальных регионов. Показатель пропорционален «степени привлекательности» отдаленного региона и обратно-пропорционален функции от расстояния между регионами.	Более тщательный, но вместе с тем менее прозрачный, учет степени сложности преодоления пространства.
4. Категория пространственно-временных показателей (призмы) (Time-Space Measures)	Time-Space Measures Bhat и др. (2000) [16] Geurs и van Eck (2001) [17] Person-Based Measures Geurs и van Wee (2004) [19]	Оценки пространственной доступности с точки зрения индивида с учетом его пространственно-временных ограничений. Могут определяться как «пространственно-временные призмы», которые отражают области, потенциально достижимые для индивида.	Подходит для анализа маршрутной цепочки использования различных видов транспорта индивидом. В случае использования показателя, может быть целесообразно проведение сбора/опроса общественного мнения, что ограничивает область применения отдельным соответствующим регионом.

Категория	Примеры в литературе	Показатель / Подход к оценке	Плюсы и/или минусы
5. Категория топологических показателей (Network Measures)	Space syntax Network Measures Porta и др. (2006a) [20] Porta и др. (2006b) [21]	Акцент на топологических особенностях транспортной инфраструктуры. Дается оценка пространственной доступности («центральности») участка (узла) транспортной сети по отношению к остальным участкам (узлам) сети.	Обычный подход («primal approach») более легок для понимания, и дает возможность учесть расстояние (длину улиц). Реберный («dual approach») подход делает акцент на учете топологии сети.

Источник: составлено авторами на основе работ Scheurer и Curtis (2007) [13], Дубовик (2013) [15]

1.3 Альтернативные способы измерения уровня развития и качества инфраструктуры

В литературе можно встретить достаточно большое количество разнообразных индексов, однако большая часть из них основана на традиционных показателях. Так, например, достаточно широкое распространение получили индикаторы, основанные на времени, проводимом в пути от точки А до точки Б. Одним из них является показатель кратчайшего времени в пути, и, соответственно, чем меньше данное значение для изучаемого региона, тем выше уровень развития транспортной инфраструктуры в нем. Рассчитывается данный показатель по следующей формуле:

$$A_i = \sum_{j=1}^n T_{ij}, \quad i, j \in \overline{1, n}, \quad i \neq j \quad (8)$$

где T_{ij} – минимальное время в пути из пункта i в пункт j ,

n – общее число населенных пунктов.

Ниже будет рассмотрено несколько примеров использования данного индекса как в базовой формулировке, так и усложненного (например, за счет учета времени, проводимого в пути внутри каждого из населенных пунктов), а также несколько оригинальных подходов к оценке развития транспортной инфраструктуры.

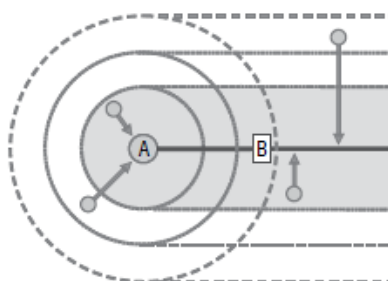
1.3.2 Индексы пространственного развития [5]

Возвращаясь к теме альтернативных способов оценки степени развития транспортной инфраструктуры и ее влиянию на экономику, следует отметить ряд работ, основанных на теории графов и концепции затухания экономической активности по мере удаления от инфраструктуры.

Альтернативой линейным показателям, характеризующим уровень развитости транспортной инфраструктуры, которые используются в международной и российской практике, является построение индекса пространственного развития транспортной

инфраструктуры, основанного на оценке доли экономической активности (численность населения, объемы валовой добавленной стоимости и т.д.) в зоне тяготения существующей транспортной инфраструктуры, чему посвящен ряд современных исследований (в частности, работы Rodrigues da Silva [3] Magalhães [5] и др).

На рисунке 1 графически представлены различия между двумя типами притяжения экономической активности – концентрическим и линейным. В случае линейного расположения транспортной инфраструктуры (случай «В» на рисунке 1) распределение экономической активности равномерно вдоль всего участка. К линейному типу относятся автомобильные дороги. В случае концентрического характера воздействия на экономическую активность, ее концентрация приходится на отдельные точки инфраструктуры и постепенно ослабевает по мере отдаления от них (случай А на рисунке 1). К такому типу относятся порты и аэропорты, а также железные дороги.



Источник: Rodrigue и др. [12]

Рисунок 1 – Концентрический и линейный характер притяжения экономической активности

В связи с этим в академической среде возникла потребность в индикаторе, способном учитывать специфику формирования участков транспортной инфраструктуры.

Magalhães [5] в работе 2018 г. предлагает использовать для оценки степени достаточности и развитости транспортной инфраструктуры разработанный им индекс пространственного развития (Transportation Spatial Coverage Index, TSCI).

Индекс пространственного развития рассчитывается по следующей формуле:

$$TSCI_X = \frac{\sum_1^n \gamma(i)A_i}{A_X}, \quad (9)$$

$TSCI_X \in [0; 1]$ - индекс пространственного развития для региона X,

$\gamma(i)$ - весовая функция для i-той зоны, например,
 $\gamma(i) = 1 - 0.1(i - 1)$ for $\{i \in N | i \leq 11\}$ при использовании 11 зон,

A_i - площадь i-той зоны,

A_X - площадь региона X.

Соответственно, чем больше значение данного индекса, тем лучше в регионе развита транспортная инфраструктура. В качестве зоны здесь выступает область притяжения

экономической активности на некотором заданном расстоянии от объекта инфраструктуры. Чем больше расстояние, тем слабее влияние. В исследовании прилегающая к инфраструктуре территория делится произвольно на 10 зон по 5 км каждая, также присутствует 11-я зона, к которой относится вся территория, расположенная в 50 км и далее от объекта инфраструктуры. Каждой зоне присваивается весовое значение, обозначающее уровень экономической активности в ней: например, для зоны 0-5 км значение равно единице, для зоны 50+ км – нулю. Для упрощения расчетов автором был выбран линейный вид весовой функции:

$$\gamma(i) = 1 - 0.1(i - 1) \text{ для } \{i \in \mathbb{N} | i \leq 11\}, \quad (10)$$

где i – порядковый номер зоны.

Таким образом, данный индекс позволяет оценить степень «оснащенности» региона транспортной инфраструктурой, избегая при этом проблемы отсутствия необходимых данных на микроуровне. Поскольку от выбора формы весовой функции по большому счету зависит адекватность получаемых в итоге результатов, автор отдельно отмечает необходимость правильного подбора параметров функции в зависимости от специфики изучаемого региона. Веса могут быть скорректированы в соответствии с распределением населения по территории или в зависимости от географических особенностей региона (например, участки, на которых возведение новой инфраструктуры в принципе невозможно (водоемы и гористая местность) могут быть исключены из расчетов).

В работе Magalhães проводит расчет индекса транспортной доступности на примере Бразилии на уровне муниципалитетов. По итогам расчетов все муниципалитеты были разделены на 5 групп в соответствии с полученным значением индекса и нанесены на карту, причем, чем темнее окрашена территория, тем выше значение индекса на данной территории. При зонировании территорий были использованы равномерные веса с шагом 0,1 для каждой из 11 зон шириной по 5 км каждая (от 0 до 50 км, соответственно) как для автомобильной, так и для железнодорожной сети.

Для демонстрации преимуществ использования предложенного автором индекса (TSCI), он также проводит аналогичный расчет традиционных индексов протяженности и плотности транспортной сети по формулам (1) и (2) соответственно.

Для расчета индикатора для железных дорог использована вся сеть железных дорог за исключением метро. Предполагается, что доступ к инфраструктуре возможен только в местах расположения станций. Зона «влияния» каждой из станций ограничена радиусом 50 км.

Помимо «пространственной» чувствительности, индекс пространственного развития выгодно отличает от рассмотренных в данной работе прочих индикаторов еще и

то, что он имеет ограничения на максимальное и минимальное значение (1 и 0 соответственно), что следует из его формулировки (9). Другими словами, может быть задано оптимальное (желаемое) значение данного показателя с помощью выбора весовой функции (10).

Таким образом, можно отметить несколько сильных сторон индекса пространственного развития (TSCI):

- 1 индекс универсален и может применяться как для различных видов транспорта, так и для сопутствующей транспортной инфраструктуры;
- 2 не требует использования большого объема статистических данных;
- 3 процесс расчетов не усложняется по мере повышения детализации рассматриваемой транспортной сети (при пересечении буферы влияния наслаиваются друг на друга и в итоге выбирается буфер с наибольшим весовым коэффициентом);
- 4 не требует точной оценки протяженности дорожной сети (что может быть затруднительно).

Тем не менее, автор отмечает, что остается открытым ряд вопросов, который может послужить основой для дальнейших исследований. Так, не очевидна процедура построения агрегированного индекса пространственного развития (и в целом его необходимость), а также то, как он может быть сформулирован в условиях взаимозависимости различных видов транспорта. Отмечается, что слабой стороной данной методологии является процесс определения весовой функции. Автором была предложена самая простая ее форма, призванная упростить процесс расчетов, тем не менее для ее определения может использоваться большое число критериев, от социально-экономических до географических, что в значительной степени повлияет на результат расчетов. Помимо этого, автор в рамках исследования не затрагивает вопрос применимости данного индекса в эконометрических исследованиях в качестве независимой переменной и задается вопрос о его применимости в качестве замены традиционным измерителям транспортной обеспеченности. Также вызывает интерес возможность использования топографических данных при расчете показателя.

Альтернативный подход к расчету индекса пространственного развития предлагает da Silva в совместной работе с Manzato и Dias 2015 года [22], посвященной оценке влияния развитости инфраструктуры на урбанизационные процессы в штате Сан Пауло, Бразилия. По общему смыслу и логике построения данная работа аналогична другой работе da Silva, рассмотренной ниже. Предлагаемая в данном случае модификация показателя основана на идее включения в расчет пропускной способности дороги в ее структуры. Пропускная способность дороги определяется количеством полос движения на каждом

рассматриваемом участке. Иными словами, если на одной дороге на разных ее участках количество полос движения различно, то каждый из таких участков оценивается по отдельности.

Формула для расчета модифицированного индекса пространственного развития IC_{CAP} выглядит следующим образом:

$$IC_{CAP} = \frac{w_1 IC_{x_1} + w_2 IC_{x_2} + \dots + w_m IC_{x_m}}{w_1 + w_2 + \dots + w_m} \quad (11)$$

где w_m – значения весовой функции для каждого участка,

IC_{x_m} – показатель покрытия дорогами для отдельного участка дороги с m полос движения, который рассчитывается по оригинальной формуле Magalhães [5]:

$$TSCI_X = \frac{\sum_1^n \gamma(i) A_i}{A_X}, \quad (12)$$

где $TSCI_X \in [0; 1]$ – индекс пространственного развития для участка X ,

$\gamma(i)$ – весовая функция для i -той зоны, например, $\gamma(i) = 1 - 0.1(i - 1)$ for $\{i \in \mathbb{N} | i \leq 11\}$ при использовании 11 зон,

A_i – площадь i -той зоны,

A_X – площадь участка X .

Кроме того, в данной работе авторы используют две формы весовой функции: линейную и нелинейную (полином пятой степени). В итоге авторы приходят к выводу, что выбор типа весовой функции в незначительной степени влияет на конечный результат, поэтому предлагают использовать более простой в вычислениях линейный тип.

В исследовании 2016 года, проведенном OECD [23] и посвященном оценке уровня развития транспортной инфраструктуры Кореи, в качестве индикаторов изменений в развитии инфраструктуры используются два показателя: степень связанности (connectivity) и уровень доступа (access). Авторы отмечают, что основной эффект от транспортной инфраструктуры распределен не равномерно по всей территории страны, а концентрируется вблизи самой инфраструктуры. Однако это не означает, что область влияния инфраструктуры строго ограничена, наоборот, ее влияние распространяется достаточно далеко, но по мере удаления постепенно ослабевает. Данный тезис согласуется с другими работами, посвященными данной теме (например, Magalhães [5], Rodrigue и др. [12]).

В исследовании влияние транспортной инфраструктуры оценивается на уровне малых административных единиц Кореи: городов, районов и округов, поскольку, согласно законодательству Кореи, все они находятся на одном уровне в иерархии административного устройства.

Отдельно в работе подчеркивается преимущество используемых индикаторов по сравнению с классическими линейными (например, общей протяженностью дорог или их плотностью). Отмечается, что они позволяют учесть потенциальную мобильность не только в самом исследуемом регионе, но и за его пределами.

Степень связанности измеряет «легкость» доступа к высокоскоростной автомобильной дорожной сети. Она рассчитывается как среднее кратчайшее расстояние до ближайшей автомагистрали из каждой ячейки сетки площадью в 1 км². Таким образом, она позволяет оценить, насколько быстро население исследуемого региона способно добраться до ключевых объектов дорожной инфраструктуры, и в этом индекс схож с показателем потенциальной мобильности, который сочетает в себе потенциал как местной, так и общенациональной мобильности. Расстояние от центра ячейки до автомобильной магистрали измеряется по принципу «птичьего полета», т.е. по евклидовому расстоянию. Затем показатель связанности рассчитывается следующим образом:

$$Conn_i = \sum_{\forall j \in area_i} \frac{pop_j * dist_j}{pop_i}, \quad (13)$$

где *conn* – показатель связанности,

pop – численность территории,

dist – расстояние от ячейки до автомагистрали,

j – индекс ячейки,

i – индекс изучаемой территории.

Второй показатель, уровень доступа, очерчивает границы доступных возможностей для фирм и населения. Таким образом, по сути, данный показатель является аналогом показателя доступности по времени. В работе рассматривается три временных интервала: 0-60, 60-120 и 120-180 минут. Такие границы были выбраны, поскольку согласно данным статистики, опубликованным ОЭСР в 2010 году, среди всех стран ОЭСР в среднем именно в Корее жители проводят наибольшее количество времени в дороге [24]. Данный показатель рассчитывается на основе данных ГИС и оцифрованных подробных карт с нанесенной дорожной инфраструктурой.

В работе также рассматривается влияние развития инфраструктуры на региональную демографию, на экономическое развитие, на производственный сектор.

На выбор местоположения всех типов производственных предприятий положительно влияет связь района с сетью скоростных дорог. Тем не менее, фирмы отличались по уровню своих предпочтений в тех районах, которые уже были хорошо оснащены транспортной инфраструктурой на момент проведения исследования, и регионах, где уровень транспортной доступности повысился из-за создания автомагистралей

Западного побережья. Среднее число новых малых предприятий возросло примерно на 10%, поскольку расстояние до ближайшей скоростной автомагистрали сократилось на 28,5 км. Это может быть связано с ростом местного рыночного потенциала, а также с большей чувствительностью к издержкам производства (авторы полагают, что малые предприятия с большей вероятностью склонны к расположению в недорогих районах).

Согласно результатам исследования, новые высокотехнологичные предприятия отдавали предпочтение районам с недавно построенной транспортной инфраструктурой, а низкотехнологичные предпочли места, расположенные вблизи уже существующих скоростных автомагистралей.

Для действующих производственных фирм расширение крупной автомобильной сети Кореи также создало ряд преимуществ, что в основном проявилось в увеличении объема производства. Авторы отдельно отмечают, что в основном увеличение занятости стимулирует рост производства, поскольку ни капитальные запасы, ни совокупная факторная производительность существенно не меняются.

Li и др. в работе 2016 года ставят перед собой иную задачу, а именно анализ и оценку влияния высокоскоростного железнодорожного транспорта на перераспределение деловой активности на уровне отдельных городов в агломерации [25]. Чтобы измерить изменение экономической активности в разных городах, вызванное строительством высокоскоростной железной дороги, используется модель географически взвешенной регрессии (geographically weighted regression, GWR). В данном исследовании основное внимание уделяется пространственному перераспределению экономической деятельности, вызванному строительством скоростной железной дороги и предпринимается попытка количественно выявить характер изменения экономической активности на уровне города.

Также авторы используют ряд индексов для анализа транспортной сети, основанных на теории графов, а именно степень вершины (degree of a node), кликовое число (clique), степень централизации сети и плотность структуры сети.

Модель может быть сформулирована следующим образом:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^n \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \epsilon_i \quad (14)$$

где (u_i, v_i) – координаты i -го города в пространстве,

$\beta_k(u_i, v_i)$ – коэффициент при k -той переменной в городе i ,

n – число переменных,

ϵ_i – значение ошибки.

Оценка коэффициентов модели осуществляется с помощью метода взвешенных наименьших квадратов по формуле:

$$\hat{B}_i = (X^T W_i X)^{-1} X^T W_i Y \quad (15)$$

где W_i – весовая матрица.

Веса w_{ij} в весовой матрице – возрастающая функция расстояния dis_{ij} между городом i и соседним ему городом j .

В городах, через которые проходят линии высокоскоростной железной дороги, наблюдается приток инвестиций в недвижимость и материальные активы. При этом авторы отмечают, что наблюдается обратный характер потребления (происходит приток потребления в города на периферии, удаленные от новой транспортной инфраструктуры). Это объясняется тем, что со строительством высокоскоростного сообщения повышается доступность таких городов и расширяются границы рынков компаний за счет появления железной дороги в соседних регионах.

С момента возникновения высокоскоростной железной дороги все большее число средних по размеру городов, расположенных вдоль нее, находится в радиусе одного часа от основных станций. В регионах без высокоскоростной железной дороги, расположенных рядом с городским регионом Шанхая, авторы отмечают следующую закономерность: некоторые города с неторгуемыми товарами начинают притягивать к себе потребление (т.е. наблюдается приток экономической деятельности), при этом это объясняется тем, что появление высокоскоростной железной дороги в соседних регионах косвенным образом повышает доступность и для них.

Таким образом, авторы приходят к следующему выводу: наличие высокоскоростной железной дороги по-разному влияет на различные виды экономической деятельности. Она вызывает приток инвестиций в центральные и средние города, подсоединенные к транспортной сети и повышает доступность удаленных от инфраструктуры городов с точки зрения уровня потребления в них.

1.3.3 Индексы доступности по времени

Еще одним альтернативным способом измерения степени развития транспортной инфраструктуры является использование индексов доступности по времени, или временных индексов доступности. Временной индекс доступности показывает, какую долю от площади изучаемой территории занимают зоны доступности. В свою очередь, зоны доступности представляют собой некую область, граница которой проходит по тем участкам дорог, до которых можно добраться из центра зоны за определенное время. Данный показатель достаточно широко используется в исследованиях благодаря достаточно простой интерпретируемости. Дополнительным преимуществом данного индекса также является его нетребовательность к статистическим данным, что делает его достаточно простым в расчетах. Однако, как отмечает Geurs [26], временные индексы

доступности не удовлетворяют большинству теоретических предпосылок, определяющих качественные индикаторы. Во-первых, данный индекс не учитывает взаимосвязь между видами транспорта и возникающие в результате такой взаимосвязи синергетические эффекты. Во-вторых, не учитывается конкуренция между видами транспорта, т.е. пространственное распределение спроса на инфраструктуру и возможные пространственные ограничения для расположения не только самой инфраструктуры, но и точек притяжения (социальных объектов, промышленных центров, рабочих мест). В-третьих, показатель не учитывает индивидуальные особенности и предпочтения, т.е. предполагается, что все виды транспорта в равной степени привлекательны для потенциальных пользователей независимо от стоимости и продолжительности поездки.

Получаемые на основе данного показателя оценки степени развитости транспортной инфраструктуры оказываются чрезвычайно чувствительны к изменению показателя времени, проведенного в пути, и, следовательно, не очень способны объяснить изменение доступности во времени [27].

На основе альтернативного подхода к определению границ проведен расчет индексов доступности по времени, например, в ОЭСР. В частности, подобный подход использовался в исследовании, посвященном классификации регионов стран по степени урбанизации (преимущественно городские, средние, преимущественно сельские) [1].

С целью классификации исследуемых регионов авторами был проведен анализ доступности транспортной инфраструктуры. Анализ подразумевает оценку времени, которое необходимо потратить определенной доле населения региона для достижения наиболее густонаселенного города в регионе. Регион считается удаленным, если по крайней мере 50% его населения должны проехать 60 минут или более, чтобы добраться до населенного центра с населением более 50 000 человек.

Данные о конфигурации дорожной сети были использованы для расчета времени, необходимого для достижения центров крупных городов.

Помимо численности населения и распределения его по территории авторы используют ряд дополнительных параметров, позволяющих скорректировать показатель времени, проводимого в пути. Данные показатели могут зависеть от нескольких факторов, в частности, от скорости движения, плотности движения в городских районах и от наклона дорог. Чтобы учесть эти три фактора, для трех стран (Мексики, Канады и США) были рассчитаны индекс наклона дороги и индекс плотности. Индекс наклона дороги в данном случае выступает в качестве альтернативы для топографических особенностей местности. Индекс плотности, в свою очередь, выступает в качестве альтернативы для показателя степени плотности движения вблизи городских регионов. Для расчета данного показателя

каждому участку дороги присваивается значение показателя в зависимости от ее типа и в зависимости от того, расположен ли данный участок внутри или снаружи полигона, обозначающего городскую территорию.

На основе данной информации может быть рассчитано время пересечения участка (СТ) следующим образом:

$$CT_i = \frac{l * I_{slope} * I_{density}}{SL * \frac{1000}{60}} \quad (16)$$

где

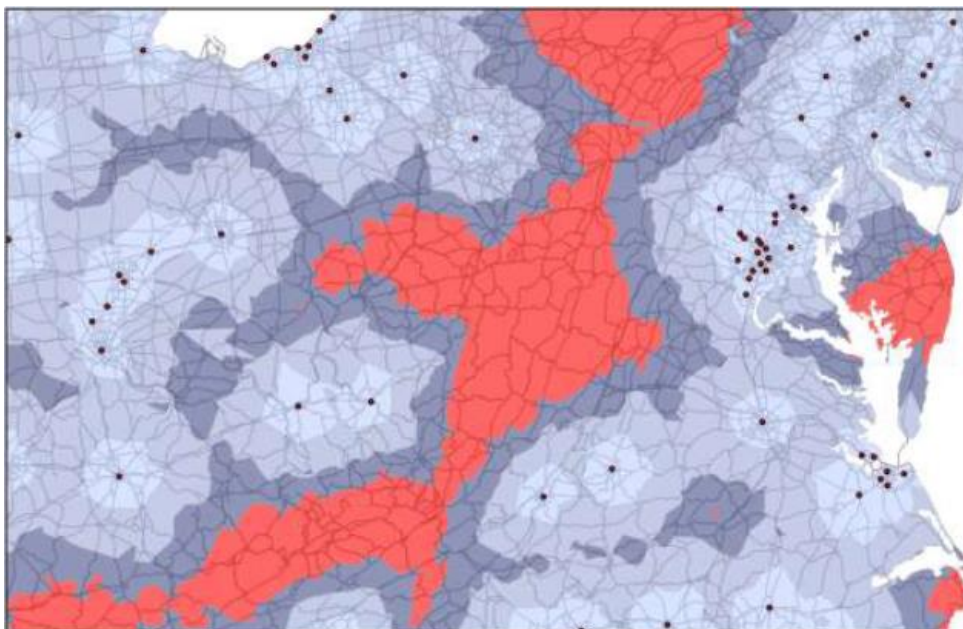
l – длина участка дороги,

I_{slope} – индекс наклона дороги,

$I_{density}$ – индекс плотности,

SL – максимальная разрешенная скорость на участке.

Далее на основании полученной ранее информации о плотности населения, конфигурации дорожной сети и особенностях перемещения по ней были определены «зоны доступности» (service areas). Зоны доступности представляют собой некую область, граница которой проходит по тем участкам дорог, до которых можно добраться из центра зоны за определенное время. В исследовании ОЭСР рассматривается несколько ограничений по времени, а именно 30, 60 и 90 минут. Пример построенной таким образом зоны доступности для восточной части США приведен на рисунке 2.



Источник: OECD [1].

Рисунок 2 – Границы зон доступности для США

Черными точками на карте обозначены города, в которых численность населения превышает 50 000 человек. Зоны доступности представлены в виде концентрических

полигонов разного цвета: от светло-голубых, границ которых можно достичь за 30 минут и менее, до красных, границ которых можно достичь не менее чем за 90 минут.

Аналогичным образом были построены зоны доступности для Мексики и Канады. Данная часть исследования позволяет расширить первоначальную классификацию с трех групп до пяти (расширив ее территориями, находящимися вблизи крупных городов и на периферии).

Говоря о влиянии степени развития транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность, можно отметить работу Li и др. в 2011г., в которой авторами был проведен анализ взаимосвязи между развитием транспортной инфраструктуры и ростом совокупной факторной производительности, на основе панельных данных Китая по 17 основным городам, сквозь которые проходит ключевая железнодорожная артерия районов Лонг-Хай и Лан-Синь, расположенных вдоль «Нового шелкового пути».

На первом этапе авторами был проведен расчет совокупной факторной производительности. Для оценки уровня выпуска транспортной отрасли в районах расположения «Нового шелкового пути» была использована производственная функция Кобба-Дугласа в следующей форме:

$$\begin{aligned} \ln \text{GDP}_{it} &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_{it} + \alpha_2 \ln L_{it} + \alpha_3 t + (v_{it} - \mu_{it}) \\ \mu_{it} &= \{\mu_i \exp[\eta(t - T)]\} \sim \text{iid} N^+(\mu, \sigma_\mu^2) \end{aligned} \quad (17)$$

где K – показатель объема капитала,

L – показатель объема труда,

$\alpha_0 - \alpha_3$ – оцениваемые параметры,

i – номер города,

t – обозначение года (T – год начала моделирования),

v_i – случайная ошибка, распределенная по нормальному закону,

μ – ожидания, распределенные по нормальному закону,

η – изменяющийся во времени параметр технологической эффективности.

На следующем этапе авторы встраивают показатели транспортной инфраструктуры в модель оценки совокупной факторной производительности. При этом используются две модели пространственных ошибок: простая (SEM) и модифицированная (SLM).

В качестве независимых переменных авторами выбраны несельскохозяйственное производство и уровень образования (на душу населения). Для оценки инфраструктурной составляющей были выбраны два индекса: плотность покрытия железными дорогами X_1 и плотность покрытия автомобильными дорогами X_2 (на 1 км²).

Наилучший результат демонстрирует SLM спецификация с пространственными и временными фиксированными эффектами одновременно, обладая при этом наибольшим значением R^2 . Кроме того, в данной спецификации все переменные входят в модель с положительным знаком (в отличие от спецификации только с фиксированными эффектами на время), что в большей степени соответствует логике построения модели.

Кроме оценки эффектов от инфраструктуры на совокупную факторную производительность на временном промежутке между 2001 и 2004 годом авторы также проводят повторную оценку с 2005 по 2008 гг., т.к. в это время проходила вторая волна строительства крупных инфраструктурных объектов в Китае. Согласно полученным авторами результатам, в 2005-2008 значимый вклад в совокупную факторную производительность из всех категорий рассмотренных транспортных путей вносят только скоростные автомагистрали (expressways) и железные дороги.

Авторы отмечают, что на временном отрезке с 2001 по 2004 гг. эластичность совокупной факторной производительности по площади автомагистралей второго уровня (т.е. прилегающих к основным транспортным артериям страны) составляет 0,0866%, что является наибольшим значением среди всех рассмотренных категорий дорог; эластичность совокупной факторной производительности по площади железных дорог равна, в свою очередь, 0,0502%.

2 Эмпирический анализ уровня пространственного развития транспортной инфраструктуры в России

2.1 Анализ текущего и ретроспективного уровней развития транспортной инфраструктуры (по ее видам) в России на региональном уровне

В Российской Федерации, как и в большинстве других развитых стран, транспорт выступает одной из важнейших базовых отраслей национальной экономики, определяющей общий уровень социально-экономического развития и инфраструктурной освоенности территории страны.

Единство экономического пространства России, ее территориальная целостность обеспечивается функционирующей транспортной инфраструктурой, системой транспортных коммуникаций, соединяющих между собой различные регионы страны. Наряду с этим, существующие транспортные коммуникации обеспечивают необходимую связь экономики Российской Федерации с мировой экономикой, являясь при этом материальной основой процессов ее интеграции в глобальную экономическую систему.

Развитая транспортная инфраструктура играет важнейшую роль в обеспечении устойчивости социально-экономического развития России и ее регионов, создавая необходимые условия для поддержания экономического роста в долгосрочной перспективе, дальнейшего повышения конкурентоспособности национальной и региональных экономик и, в конечном счете – роста уровня и качества жизни населения.

С учетом необходимости диверсификации структуры отечественной экономики, последовательного увеличения в структуре валового внутреннего продукта доли продукции с высокой добавленной стоимостью, а также удельного веса продукции обрабатывающих производств, становится особенно важным вопрос о переходе от преимущественно экстенсивной к интенсивной модели развития всей транспортной системы Российской Федерации, что потребует своевременной разработки и внедрения широкого комплекса инновационных прорывных технологий, обеспечивающих значительное повышение качества транспортных услуг.

Обеспечение доступности качественных и безопасных транспортных услуг является необходимым условием повышения эффективности хозяйственной деятельности, дальнейшего развития производства и бизнеса, стабильного функционирования и развития социальной сферы. С учетом этого, значение транспорта и транспортной инфраструктуры в социально-экономическом развитии России в территориальном разрезе характеризуется системой объемных, стоимостных и качественных индикаторов, отражающих степень обеспеченности транспортной инфраструктурой, а также сравнительных объемов

транспортных услуг, оказываемых населению и субъектам хозяйственной деятельности.

Объемные индикаторы транспортных услуг отражают степень реализации межрегиональных и внешнеэкономических связей, а также масштабы перемещения населения с целью обеспечения его производственных и социальных потребностей. При этом географическая и технологическая доступность транспортных услуг обуславливает ожидаемые перспективы для российских регионов развития их экономики и социальной сферы.

Необходимо отметить, что, с одной стороны, параметры стоимостных индикаторов перевозок продукции (включая транспортные тарифы) влияют на ее конечную цену, определяя ее конкурентоспособность в пределах соответствующей зоны сбыта данной продукции. С другой стороны, величина стоимости пассажирских перевозок в том или ином регионе определяет текущий уровень мобильности местного населения.

В свою очередь, различные качественные индикаторы предоставления транспортных услуг в территориальном разрезе характеризуют, соответственно, скорость, своевременность, ритмичность, экологичность, а также безопасность функционирования всей транспортной системы в стране в целом и в каждом отдельном регионе.

В связи с этим всесторонний анализ и комплексная оценка обеспеченности регионов Российской Федерации транспортной инфраструктурой, различными ее видами позволят повысить эффективность принимаемых на различных уровнях управленческих (регулятивных) решений в экономической и социальной сферах, а также качество принимаемых законов и иных нормативных актов федерального и регионального уровней.

Широко распространенным методическим подходом к проведению комплексной оценки инфраструктурной обеспеченности регионов является разработка и применение различных интегральных показателей, синтезирующих частные индикаторы, в свою очередь характеризующие уровень развития в регионах отдельных видов транспортной инфраструктуры и нормированные, как правило, по отношению к среднероссийским значениям.

Например, для модели местной сети автомобильных дорог предложено использовать характеристики, более детально отражающие систему расселения в сельских районах и сельскохозяйственное производство, а также коэффициенты, которые определяются применяемыми гипотезами о размещении на данной территории населенных пунктов, что в итоге предполагало использование для проведения исследования сложной функции общей протяженности местной сети автомобильных дорог, которая, в соответствии с предложенным подходом, определяется следующими параметрами: площадью сельскохозяйственных угодий, численностью сельских населенных мест, численностью

сельского населения, численностью городского населения, а также общим объемом продукции сельского хозяйства.

Синтез частных показателей инфраструктурной обеспеченности в интегральные характеристики в региональных исследованиях осуществляется различными методами и, в частности, с использованием различных модификаций метода Беннетта, основанного на аддитивной, логарифмически аддитивной или мультипликативной оценках с использованием нормированных частных индикаторов и с введением (в необходимых случаях) иерархической системы весов.

Преимуществом указанного методического подхода является его наглядность и простота, определяемая, в том числе доступностью всей необходимой исходной информации из данных текущей статистической отчетности.

В то же время основной недостаток данного метода заключается, прежде всего, в его ориентированности на количественную оценку материальной базы инфраструктурных отраслей при отсутствии оценок в отношении качественных и количественных характеристик, предоставляемых инфраструктурой на этой базе услуг, а также возможностей для развития производства и жизнедеятельности населения.

Наряду с этим, целый ряд искажений, с позиций принятия адекватных управленческих решений, по сути, обусловлен предельной упрощенностью исходных показателей, что фактически затрудняет трактовку получаемых результатов и выбор эталонных параметров.

На преодоление отмеченных недостатков были направлены теоретические разработки целого ряда исследователей (включая, в том числе работы В.Н. Бугроменко, К.Б. Канского, А.В. Комарова, А.С. Шустова, учитывающие, в частности, такие факторы, как топологические особенности территории, пропускную способность и скорость доставки по участкам сети). Так, например, В.Н. Бугроменко при проведении оценки обеспеченности территории сетью дорог была предпринята попытка учета ее топологии и технического уровня ее звеньев [28]. В основе предложенного им методического подхода лежит определение так называемой интегральной транспортной доступности, трактуемой как совокупность возможностей достижения любой точки данной территории.

Значительное продвижение в исследованиях уровня инфраструктурной обеспеченности регионов Российской Федерации стало возможным в результате развития и повышения доступности ГИС-технологий, что позволяет оценивать сравнительную обеспеченность той или иной территории различными инфраструктурными объектами, в первую очередь, сетевыми, при этом опираясь на их реальное пространственное размещение по отношению к другим значимым объектам экономики и социальной сферы.

Соответствующий методический подход был предложен и активно разрабатывался в СОПС Минэкономразвития России авторским коллективом под руководством В.Н. Разбегина [29].

Разработанный В.Н. Разбегиным метод оценки позволяет осуществлять расчет расстояния от каждой точки рассматриваемой территории до соответствующих инфраструктурных объектов, при этом производить оконтуривание зон с заданным уровнем доступности, вычислять их площадь и осуществлять построение частных показателей инфраструктурной обеспеченности на основе нормирования этих площадей к общей площади рассматриваемой территории, либо определенной комбинации площади, численности населения и других стандартных макропараметров, характеризующих оцениваемую территорию с точки зрения потенциальной необходимости оказания соответствующих инфраструктурных услуг.

Так, для оценки обеспеченности регионов России транспортной инфраструктурой использовался, в частности, коэффициент транспортной доступности, рассчитываемый по следующей формуле:

$$K_{ггд} = \frac{S^r}{S} (\%) \quad (18)$$

где S – площадь субъекта Российской Федерации;

S^r – площадь территории в границах субъекта Российской Федерации, каждая точка которой отстоит от сети железных дорог и/или автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием не более, чем на r километров.

При использовании коэффициента транспортной доступности значение r (радиуса доступности) может изменяться в зависимости от целей оценивания.

Оценка транспортной доступности регионов (субъектов Российской Федерации) на основе указанного коэффициента по состоянию за 2010 г. приводится в таблице 2, в которой отражена группировка регионов по 9 уровням транспортной доступности железных и автомобильных дорог.

В то же время, на основе предложенного подхода может быть определен общий уровень транспортной доступности любой точки на всей территории Российской Федерации (в км) до железных дорог и автомобильных дорог с твердым покрытием, которая приводится в соответствии с рисунком 3 (без учета Республики Крым и г. Севастополь).

Таблица 2 – Группировка регионов Российской Федерации по коэффициенту транспортной доступности железных и автомобильных дорог с твердым покрытием (при радиусе доступности 30 км) за 2010 г. [29]

Номер группы	Субъекты Российской Федерации в составе группы по % доступности
I группа (99-100%)	г. Санкт-Петербург, г. Москва, Области: Брянская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Липецкая, Орловская, Рязанская, Белгородская, Владимирская, Калининградская, Курская, Московская, Новгородская, Пензенская, Смоленская, Тамбовская, Тульская, Челябинская, Самарская, Тверская, Ростовская, Саратовская, Ульяновская, Нижегородская, Псковская, Ярославская, Оренбургская, Республики: Мордовия, Северная Осетия – Алания, Марий Эл, Адыгея, Татарстан, Кабардино-Балкарская, Удмуртская, Чувашская Края: Краснодарский, Ставропольский
II группа (96-98%)	Ленинградская область, Республики: Карачаево-Черкесская, Башкортостан, Ингушетия, Дагестан
III группа (91-95%)	Чеченская Республика, Области: Волгоградская, Курганская, Костромская
IV группа (86-90%)	Кировская область, Алтайский край
V группа (71-85%)	Области: Астраханская, Кемеровская, Вологодская, Свердловская, Еврейская автономная, Республики: Калмыкия, Карелия, Хакасия, Пермский край
VI группа (46-70%)	Приморский край, Новосибирская область, Сахалинская область, Омская область, Республика Алтай, Тюменская область, Амурская область, Мурманская область
VII группа (31-45%)	Республика Бурятия, Забайкальский край, Республика Коми, Архангельская область
VIII группа (16-30%)	Республика Тыва, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Иркутская область, Томская область, Камчатский Край, Хабаровский край
IX группа (1-15%)	Магаданская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край, Республика Саха (Якутия), Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ

Источник: составлено авторами на основе [30, 31].

Предложенный методический подход нашел практическое применение в различных региональных исследованиях, в частности, для оценки транспортной доступности, обеспеченности энергосетями, уровня газификации, обеспеченности различными видами связи и т.п. по отдельным субъектам Российской Федерации, а также федеральным округам.

Высокая транспортная доступность, отражающая более чем 90 процентный охват территории соответствующего субъекта Российской Федерации, отмечается во всех регионах Центрального, Северо-Кавказского и Приволжского (за исключением Пермского края и Кировской области) федеральных округов, а также в большинстве регионов Южного федерального округа (за исключением Республики Калмыкия и Астраханской области) и в Курганской области.

Вместе с тем, необходимо отметить, что значительно преобладающая часть территории Российской Федерации находится в зоне с низкой и крайне низкой транспортной доступностью. В указанной зоне расположены регионы Севера европейской части России (Республика Коми, Архангельская и Мурманская области, Ненецкий автономный округ), а также почти все регионы Сибирского и Дальневосточного федеральных округов.

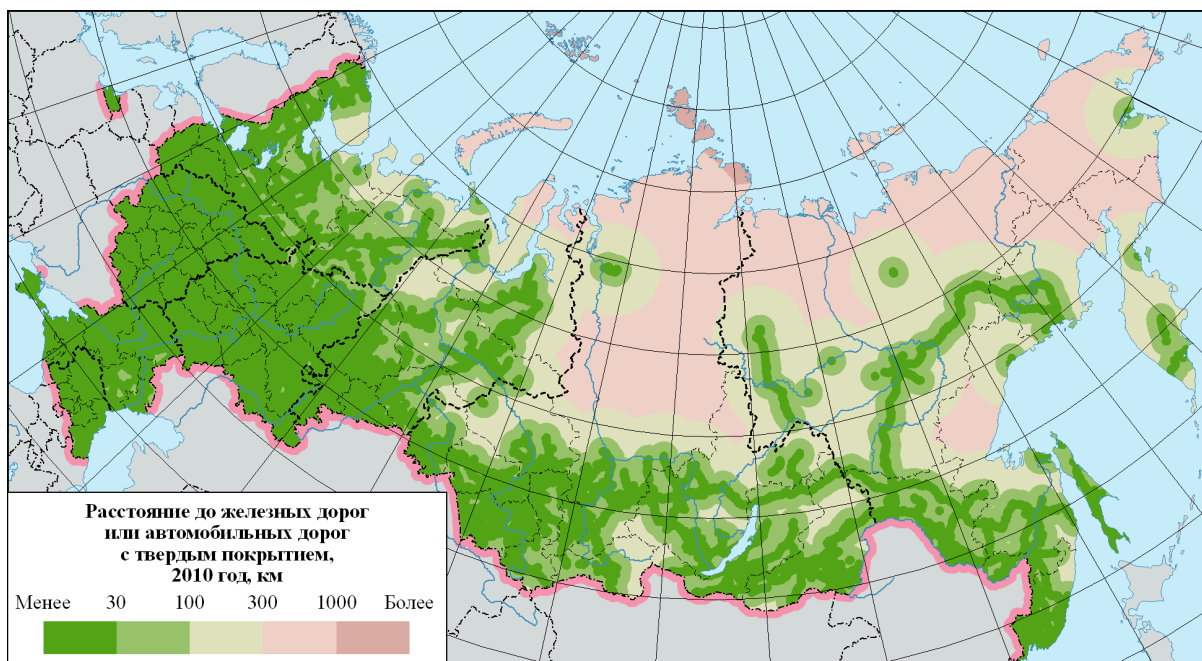
Доля территорий с тридцатикилометровой транспортной доступностью до железных или автомобильных дорог с твердым покрытием в общей площади этих субъектов Российской Федерации не превышает и двух третей, а для 12 регионов страны эта доля составляет менее 30%. Одной из наиболее острых проблем отмеченных регионов является оторванность от транспортных узлов и коммуникаций значительного числа населенных пунктов, прежде всего поселков городского типа и сельских поселений, что резко ограничивает мобильность экономически активного населения и создает существенные препятствия для развития локальных рынков труда.

В этой связи существенно возрастает нагрузка на другие виды транспорта и, соответственно, другие элементы транспортной инфраструктуры регионов, и прежде всего, на аэропорты и речные порты в северных и восточных районах Российской Федерации.

В то же время, распределение зон транспортной доступности на территории Российской Федерации, позволяет выделить достаточно обширные ее районы, обеспечение транспортных услуг в которых возможно исключительно на основе авиаперевозок. Данные районы характеризуются более чем трехсоткилометровой доступностью до сети железных или автомобильных дорог с твердым покрытием и расположены, главным образом, в Красноярском, Камчатском и Хабаровском краях, Магаданской области, Республике Саха, Чукотском автономном округе.

Проведение сравнительного анализа транспортной доступности отдельных районов (локальных территорий) в составе федеральных округов и субъектов Российской Федерации дает возможность на субфедеральном уровне оптимизировать комплекс мер по развитию региональной сети транспортных коммуникаций, включая автомобильные дороги местного значения с твердым покрытием.

Вместе с тем учитывая, что наиболее значимая роль в транспортной инфраструктуре регионов Российской Федерации принадлежит инфраструктуре автомобильного и железнодорожного транспорта, методический подход к проведению комплексной интегральной оценки соответствующего блока региональной инфраструктуры был также проработан ранее в СОПС Минэкономразвития России в рамках других исследований, в частности, в рамках более общей интегральной оценки инфраструктурной обеспеченности регионов [32].



Источник: Разбегин, В.Н., Михайлов, Д.И. и др. [33].

Рисунок 3 – Расстояние до железных дорог или автомобильных дорог с твердым покрытием, 2010 год, км

Указанная комплексная интегральная оценка позволила синтезировать сравнительную оценку обеспеченности территории регионов Российской Федерации сетями автомобильных дорог и железнодорожных путей, сравнительного среднедушевого уровня обеспеченности регионов основными фондами отраслей транспорта (с учетом их износа), а также сравнительную оценку интенсивности деятельности в них транспортных предприятий.

Разработанная в СОПС система показателей интегральной оценки инфраструктурной обеспеченности субъектов Российской Федерации включила в себя следующие обобщающий (интегральный), частные (базовые), а также ряд дополнительных индикаторов:

1. Интегральный индекс уровня обеспеченности региона транспортной инфраструктурой.
2. Частные (базовые) индикаторы обеспеченности региона транспортной инфраструктурой, составляющие основу Интегрального индекса:
 - сравнительная (со средним значением по Российской Федерации) плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (по Коэффициенту Энгеля);
 - сравнительная (со средним значением по Российской Федерации) плотность железных дорог общего пользования (по Коэффициенту Энгеля);

- сравнительная (со средней по Российской Федерации) величина стоимости основных фондов транспорта (с учетом износа) на душу населения;
- сравнительная (со средней по Российской Федерации) величина грузооборота автомобильного транспорта на душу населения.

Наряду с этим, при анализе обеспеченности регионов Российской Федерации транспортной инфраструктурой предполагалось использовать также следующие дополнительные индикаторы, которые для целей сравнительной оценки по каждому региону могут быть рассчитаны в индексном виде, то есть по отношению к соответствующему среднему показателю по России:

- отправление грузов железнодорожным транспортом общего пользования на душу населения;
- перевозки грузовым автомобильным транспортом организаций всех видов экономической деятельности на душу населения;
- удельный вес дорог с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог;
- удельный вес автомобильных дорог общественного пользования с усовершенствованным покрытием в общей протяженности дорог.

Применение при сравнительном анализе обеспеченности регионов Российской Федерации транспортной инфраструктурой *метода ее интегральной оценки* на конец отчетного периода базируется на использовании регулярно обновляемых данных годовой статистической отчетности.

Исходные (базовые) оценочные индикаторы должны определяться по данным за отчетный (предшествующий текущему) год или за иной год с учетом установленного временного лага их появления в официальной отчетности Росстата.

Синтез отдельных частных показателей развития транспортной инфраструктуры регионов в интегральный индекс производится на основе применения формулы многомерной средней.

Для приведения разнородных частных (базовых) показателей обеспеченности транспортной инфраструктурой к требуемому сопоставимому виду рекомендуется использовать процедуру предварительной стандартизации (нормализации) их значений. На основе указанной процедуры все региональные индикаторы могут быть преобразованы в стандартизованные региональные показатели (x_{sit}) - безразмерные индексные величины, которые характеризуют отношение количественного значения каждого частного (базового) индикатора обеспеченности региона транспортной инфраструктурой к количественному значению этого же индикатора по Российской Федерации в целом. При этом каждый

частный стандартизованный показатель по Российской Федерации в среднем принимается равным 1.00 (единице).

С учетом изложенного, Интегральный показатель (индекс) уровня развития транспортной инфраструктуры (уровень обеспеченности транспортной инфраструктурой) по каждому региону Российской Федерации определяется по следующей формуле:

$$x_{it} = \frac{\sum_{s=1}^l x_{sit} * k_{st}}{\sum_{s=1}^l k_{st}} \quad (19)$$

где

x_{it} - интегральный индекс уровня развития транспортной инфраструктуры i -го региона Российской Федерации в t -ом году (или ином временном периоде), сопоставимый со средним уровнем ее развития по Российской Федерации, принятым за 1.00 (или 100%);

k_{st} - величина весового коэффициента значимости s -го частного (базового) показателя обеспеченности региона транспортной инфраструктурой в t -ом году (определяется на основе экспертной оценки): $k_{st} = 1.0$.

Определение интегрального показателя уровня развития региональной транспортной инфраструктуры по каждому субъекту Российской Федерации производится по формуле простой средней из соответствующих частных (базовых) индикаторов сравнительной степени его обеспеченности транспортной инфраструктурой.

Определяемый указанным методом Интегральный индекс x_{it} позволяет в целом репрезентативно оценивать межрегиональную дифференциацию обеспеченности субъектов Российской Федерации транспортной инфраструктурой, в частности, дает возможность корректно позиционировать каждый изучаемый регион как по отношению к другим регионам, в том числе по отношению к соответствующим федеральным округам Российской Федерации, а также по отношению к России в целом.

Для осуществления оценки уровня развития региональной транспортной инфраструктуры по состоянию за 2016г. используются статистические данные, представленные в сборниках Росстата «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017» [30], «Транспорт и связь в России, 2016г.» [31].

Результаты интегральной сравнительной оценки обеспеченности регионов России транспортной инфраструктурой показывают, что, с одной стороны, относительно высокий общий ее уровень имеют регионы с крайне низкой плотностью населения и хозяйственной деятельности, что объективно существенно усиливает роль транспортного фактора и транспортного обслуживания экономики и населения на данных территориях. К таким

регионам, в частности, относятся северные и восточные регионы страны, в том числе Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа (значения Интегрального индекса – соответственно, 2.016 и 1.761), Республика Карелия (1.724), Хабаровский край (1.685), Забайкальский край (1.527), Республика Саха (1.502).

В указанных субъектах Российской Федерации, представляющих Северо-Западный, Сибирский и Дальневосточный федеральные округа, с крайне низкой плотностью автодорожной сети основным фактором, влияющим на общий уровень развития транспортной инфраструктуры, является высокий уровень среднедушевой обеспеченности основными фондами транспорта, что обусловлено, в частности, или значительным числом локализованных на их территории аэропортов, или значительной ролью в экономике региона железнодорожного транспорта (прежде всего, в Республике Карелия).

С другой стороны, высокие значения Интегрального индекса имеют субъекты Российской Федерации со значительными объемами транзитных перевозок грузов и пассажиров, в которых сложившаяся транспортная инфраструктура активно используется в том числе для экспортных поставок в зарубежные страны и внешнеторговых операций в целом. К числу таких регионов, через которые проходят международные транспортные коридоры, в частности, относятся Еврейская автономная область (значение Интегрального индекса 3.302), Амурская (2.208), Смоленская (2.451), Новгородская (2.427), Ленинградская (2.366), Псковская (2.257), Калининградская (2.069), Белгородская (2.064) области, Краснодарский край (1.788), г. Санкт-Петербург (1.728).

Напротив, наименьшие значения Интегрального показателя обеспеченности транспортной инфраструктурой отмечаются в отдельных периферийных регионах страны, слабо связанных транспортными коммуникациями с другими субъектами Российской Федерации.

К данным субъектам Российской Федерации могут быть отнесены отдельные регионы Сибири и Дальнего Востока, в том числе Камчатский край (0.139), Республика Тыва (0.281), Республика Алтай (0.464), Магаданская область (0.493). Повышение уровня обеспеченности отраслей экономики и населения транспортной инфраструктурой в этих регионах станет ключевым фактором стимулирования экономического роста в них, создания новых рабочих мест, увеличения доходов домохозяйств, а также роста собственных бюджетных доходов.

Вместе с тем обращает на себя внимание сравнительно невысокая интегральная оценка уровня развития транспортной инфраструктуры (не выше среднего уровня) в целом ряде наиболее экономически развитых субъектов Российской Федерации с относительно высокой численностью населения, в том числе имеющих крупные агломерации, а также в

сопредельных с ними регионах. Здесь необходимо, в частности, выделить г. Москву, Московскую и Ярославскую области в Центральном федеральном округе, республики Татарстан и Башкортостан, Пермский край, Самарскую и Нижегородскую области в Приволжском федеральном округе, Волгоградскую и Ростовскую области в Южном федеральном округе, Свердловскую и Челябинскую области в Уральском федеральном округе, Кемеровскую и Новосибирскую области в Сибирском федеральном округе.

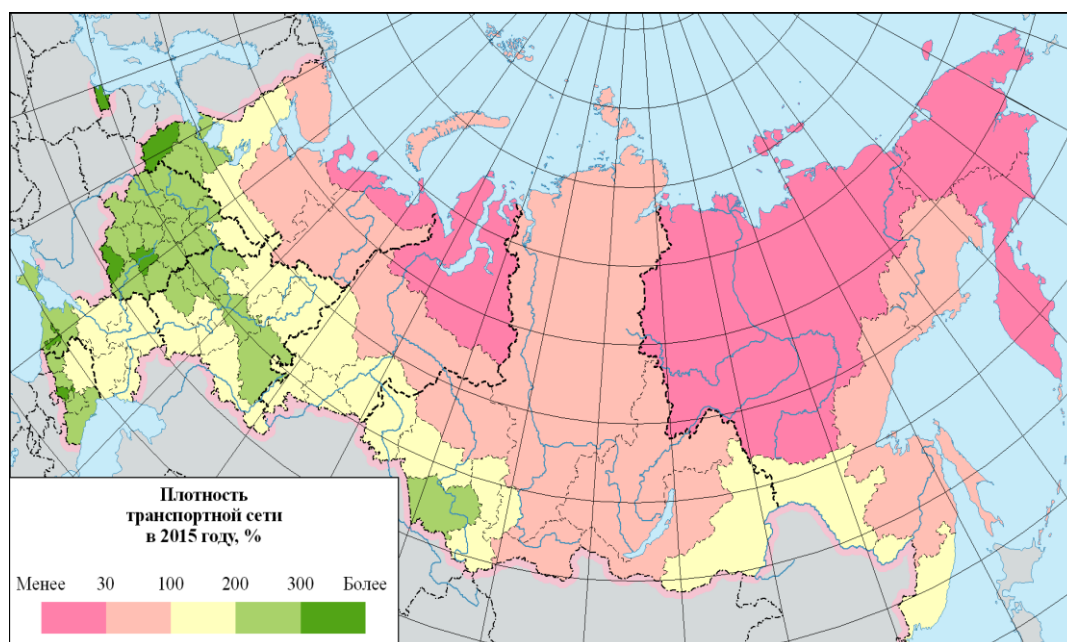
Данная оценка в целом отражает фактическое наличие определенных инфраструктурных проблем в указанных регионах, сдерживающих их переход на ускоренные темпы экономического роста. В этой связи осуществляемая в настоящий период или планируемая на перспективу реализация масштабных инфраструктурных проектов (строительство ЦКАД, модернизация и строительство автомобильных дорог в г. Москве, реализация проекта строительства ВСМ Москва-Казань, проекта модернизации Транссиба и БАМа («Восточный полигон»), дальнейшее развитие международных и транспортно-логистических комплексов и др.) позволят в целом в значительной степени снять инфраструктурные ограничения не только для интенсификации межрегиональных экономических связей, но и наращивания объемов международной торговли, последовательного усиления конкурентных позиций России в мировой экономике.

В целом, полученные результаты интегральной оценки сравнительного уровня обеспеченности российских регионов транспортной инфраструктурой свидетельствуют о крайне высокой его современной дифференциации в территориальном разрезе. В соответствии с рисунками 4 и 5 в разрезе субъектов Российской Федерации представлено распределение по территории страны относительной плотности и густоты транспортной сети, включающей железные дороги, автомобильные дороги с твердым покрытием, а также внутренние водные пути.

В группу регионов с высокой плотностью транспортной сети могут быть включены все субъекты Российской Федерации Центрального федерального округа (за исключением Костромской области) и все регионы Северо-Кавказского федерального округа (за исключением Ставропольского края), ряд субъектов Российской Федерации Северо-Западного федерального округа (г. Санкт-Петербург, Ленинградская, Калининградская, Новгородская и Псковская области), отдельные регионы Южного (Республика Адыгея, Республика Крым, Краснодарский край, г. Севастополь) и Приволжского (республики Мордовия, Башкортостан, Татарстан, Чувашская Республика, Нижегородская и Пензенская области) федеральных округов.

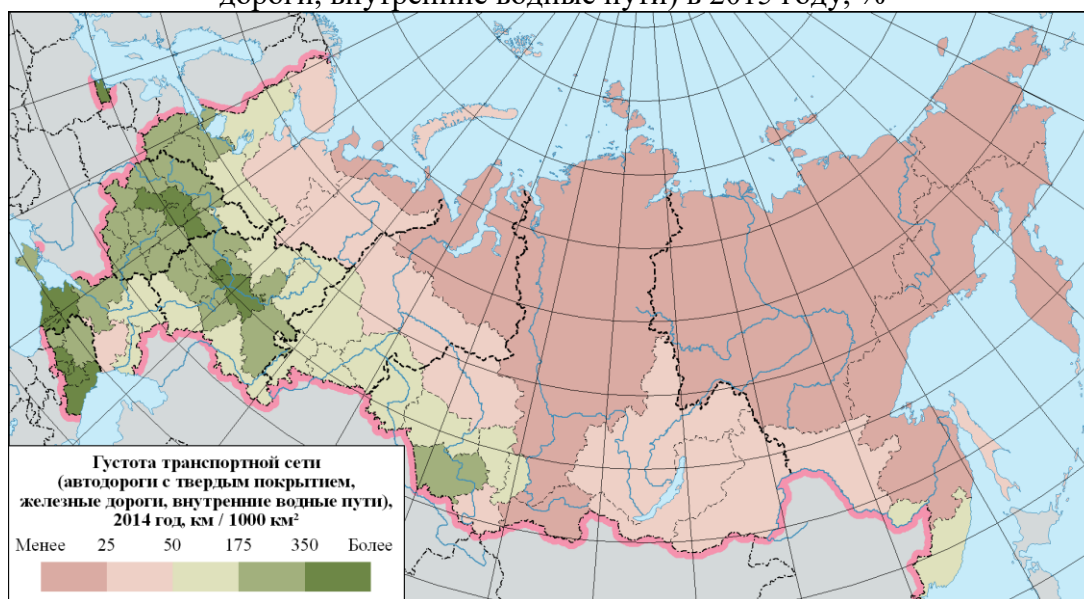
В то же время, единственным представителем группы регионов с высокой плотностью транспортной сети, находящимся в восточной части страны, является

Новосибирская область.



Источник: Гришина И.В., Михайлов Д.И., Полюнев А.О. и др. [34].

Рисунок 4 – Плотность транспортной сети (автодороги с твердым покрытием, железные дороги, внутренние водные пути) в 2015 году, %



Источник: Гришина И.В., Михайлов Д.И., Полюнев А.О. и др. [34].

Рисунок 5 – Густота транспортной сети (автодороги с твердым покрытием, железные дороги, внутренние водные пути), 2014 год, км/1000 км²

Наряду с этим, может быть также выделена целая группа субъектов Российской Федерации с крайне низкой плотностью транспортной сети, составляющей менее 30% от средней плотности по стране. К этой группе, в частности, относятся представляющие Дальневосточный федеральный округ Республика Саха (Якутия), Камчатский край и Чукотский автономный округ, представляющий Уральский федеральный округ Ямало-Ненецкий автономный округ, а также представляющий Северо-Западный федеральный

округ Ненецкий автономный округ.

Для всех указанных субъектов Российской Федерации важнейшее значение в их транспортной инфраструктуре и обеспечении их транспортной связности с другими регионами страны в настоящий период имеет инфраструктура авиаперевозок, что выступает существенным удорожающим фактором как при осуществлении инвестиционной деятельности и проведении строительно-монтажных работ, так и функционировании региональных потребительских рынков товаров и услуг.

Указанное обстоятельство диктует настоятельную необходимость последовательной реализации инфраструктурных проектов в данных регионах, направленной на комплексное использование различных видов транспорта, которые бы в итоге позволили существенно снизить транспортные издержки для субъектов экономической деятельности, а также населения.

В целом, результаты расчетов обеспеченности российских регионов сетью автомобильных дорог отражают, с одной стороны, относительно более высокую связность экономического пространства страны (в том числе на локальном/муниципальном уровне) в ее европейской части со сравнительно высокой плотностью населения, и, с другой стороны, слабую связность экономического пространства – в северных и восточных регионах России с низкой плотностью населения и его экономической активности.

В свою очередь, обеспеченность субъектов Российской Федерации сетью железнодорожных путей общего пользования в настоящий период тесно связана с их обеспеченностью автомобильными дорогами. Высокая обеспеченность того или иного региона железными дорогами позволяет использовать его территорию для транспортировки крупнотоннажных грузов с относительно высокой скоростью доставки конечным потребителям.

Наряду с этим, наличие в том или ином регионе развитой железнодорожной инфраструктуры позволяет обеспечить значительно большую связанность его экономики с другими регионами страны, а также с товарными рынками зарубежных стран. Наконец, высокая плотность железнодорожной сети обеспечивает необходимый уровень мобильности населения данного региона и, прежде всего, мобильность экономически активного населения.

Как показывают данные представленной группировки российских регионов по Коэффициенту Энгеля для железных дорог за 2016 г., наиболее высокие его значения отмечаются по тем регионам, которые или имеют сопредельное расположение по отношению к крупнейшим агломерациям страны – Московской и Санкт-Петербургской, или связаны с обслуживанием международных и межрегиональных транспортных

перевозок.

В то же время пока еще явно недостаточна для поддержания устойчивого роста экономической активности (в том числе на основе последовательной диверсификации структуры региональных хозяйственных комплексов) степень обеспеченности железнодорожными коммуникациями в таких промышленно-развитых субъектах Российской Федерации преимущественно сырьевого типа, как относящиеся к Сибирскому федеральному округу Красноярский край и Томская область, относящиеся к Уральскому федеральному округу Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский – Югра автономные округа, а также относящаяся к Дальневосточному федеральному округу Республика Саха (Якутия).

Уровень плотности железнодорожной сети в целом по России за период с 2000 по 2016 гг. практически не изменился (соответственно, 17.064 и 17.085).

Наиболее высокий прирост ее плотности был отмечен в регионах Северо-Западного и Центрального федеральных округов, что обусловлено их сравнительно благоприятным геоэкономическим положением, а также связано с относительно высокой динамикой экономической активности. В частности, лидирующие позиции по изменению за указанный период сравнительной плотности железных дорог общего назначения (по отношению к ее уровню по Российской Федерации) занимают такие регионы как Республика Карелия (прирост 38.9 процентных пункта), Псковская (30.6), Новгородская (28.7), Тверская (23.5) и Орловская (20.2) области.

В свою очередь, позиционирование значительной части российских регионов по уровню относительной плотности железных дорог за период с 2000 по 2016 гг. почти не изменилось или изменилось крайне незначительно. В то же время, по целому ряду российских регионов наблюдается существенное снижение уровня обеспеченности железнодорожной сетью, в том числе с учетом возросшей в них численности населения.

Так, в целом по Московскому региону (г. Москва и Московская область) сравнительный уровень обеспеченности железными дорогами за указанный период сократился на 17 процентных пунктов. Вместе с тем, важно отметить, что целый ряд регионов России остается без железнодорожной сети, что усиливает в целом нагрузку на другие виды транспорта и снижает общий уровень обеспеченности населения и экономики транспортной инфраструктурой. К таким регионам, в частности, относятся некоторые субъекты Российской Федерации Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, в том числе республики Алтай, Тыва, Камчатский край, Магаданская область, а также Ненецкий и Чукотский автономные округа.

В свою очередь, значительно более существенные изменения наблюдаются по уровню обеспеченности регионов автомобильными дорогами общего пользования с

твердым покрытием. Так, абсолютная величина обеспеченности автодорожной сетью (Коэффициент Энгеля) по Российской Федерации в целом практически удвоилась и возросла за отмеченный период с 10.580 до 21.185.

Одним из важнейших направлений развития транспортной инфраструктуры в регионах Российской Федерации на долгосрочную перспективу выступает существенное повышение их обеспеченности грузовыми и пассажирскими авиаперевозками, значительное увеличение грузооборота и пассажирооборота существующими и проектируемыми аэропортами, в том числе используемыми для международных авиаперевозок.

В соответствии с результатами проведенной оценки уровня обеспеченности регионов России грузовыми и пассажирскими авиаперевозками в расчете на душу населения, наиболее высокие ее показатели, превышающие средний по стране уровень, отмечаются лишь по незначительному числу субъектов Российской Федерации. К ним, в частности, относятся крупнейшие агломерации страны – Московская (378.3% к РФ) и Санкт-Петербургская (122.8%), геополитически важные регионы – Республика Крым (134.4%) и Калининградская область (128.7%), основной туристско-рекреационный регион России – Краснодарский край (100.7%), а также ряд северных и восточных преимущественно сырьевых регионов страны, в том числе, регионы с крайне низкой плотностью населения и хозяйственной деятельности.

Вместе с тем, явно преобладающая доля населения, в первую очередь, в наиболее плотно заселенной европейской части страны имеет в целом недостаточные возможности оперативного использования имеющейся на территории соответствующих регионов аэропортовой инфраструктуры. Более того, такие субъекты, как Владимирская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Тульская, Новгородская области, республики Адыгея, Карачаево-Черкесская и Марий Эл, а также Еврейская автономная область на своей территории аэропортов не имеют, а по целому ряду регионов фактическая обеспеченность авиаперевозками в настоящий период не превышает и 10% к среднероссийскому уровню.

Среди других видов транспортной инфраструктуры в российских регионах, ориентированной на оказание транспортных услуг населению и субъектам экономической деятельности, важное место занимает инфраструктура перевозок внутренним водным транспортом и морским транспортом.

Инфраструктура внутреннего водного транспорта привязана к внутренним водным путям, главным образом, крупным рекам, по которым осуществляется речное судоходство, перевозки по ним пассажиров и грузов. Среди всех субъектов Российской Федерации (по оценке за 2015 г.) наиболее активно используется инфраструктура внутреннего водного

транспорта для региональных и межрегиональных перевозок пассажиров и грузов в Ярославской области (409.7% к среднему уровню по России) а также Архангельской, Самарской областях (соответственно, 563.6% и 408.6%).

В то же время, за период с 2010 по 2015 гг. (на фоне роста среднедушевого объема грузооборота по России в целом на 4.6% и снижения пассажирооборота на душу населения на 16.2%) наиболее быстро перевозки речным транспортом росли в Республике Коми (относительный прирост свыше 257 процентных пунктов), Чукотском и Ямало-Ненецком автономных округах (прирост, соответственно, более 206 и 203 процентных пунктов), а также в Ленинградской, Архангельской, Ростовской областях, Краснодарском и Красноярском краях (относительный прирост составил от 100 до 165 процентных пунктов).

Вместе с тем по целому ряду субъектов Российской Федерации в течение указанного периода наблюдалось существенное снижение относительного уровня обеспеченности экономики и населения речными перевозками. Так, по Волгоградской области имело место относительное снижение перевозок речным транспортом с 443 до 203% к среднероссийскому уровню, Ярославской области – на 187 п.п., Республике Карелия – на 154 п.п., по сопредельным Амурской области и Хабаровскому краю – соответственно, на 130 и 107 п.п. При этом указанные субъекты Российской Федерации, в каждом из которых речные перевозки населения и грузов играют важную роль в их транспортном балансе, относятся к совершенно различным макрорегионам страны, а именно, к Южному, Центральному, Северо-Западному и Дальневосточному федеральным округам.

Анализ сравнительной динамики указанного показателя за период с 2010 до 2016 гг. показывает, что при общем росте среднедушевого грузооборота морского транспорта по России на 33.7%, наиболее быстро межпортовые перевозки росли в Ленинградской области (относительный прирост за этот период составил около 334 процентных пункта), в Приморском и Хабаровском краях (прирост, соответственно, 275 и 133 процентных пункта). Напротив, наибольшее относительное снижение грузооборота морского транспорта на душу населения было зафиксировано в Мурманской области (на 381 процентный пункт), Калининградской области (156 процентных пунктов), г. Санкт-Петербург (136 процентных пунктов), а также в Астраханской и Сахалинской областях (относительное снижение, соответственно, почти на 108 и 99 процентных пунктов).

В целом, по общей интенсивности межпортовых перевозок грузов морским транспортом полностью доминирующее положение занимают в настоящее время субъекты Российской Федерации Северо-Западного, Южного и Дальневосточного федеральных округов. На них, по данным за 2016 год, приходится, соответственно, 39.0%, 34.3% и 25.8% общего по России объема грузооборота. При этом общая их доля в общероссийском объеме

межпортовых перевозок достигает 99%. В связи с этим ожидаемое наращивание перевозок грузов по Северному морскому пути и соответствующее развитие инфраструктуры морских портов в Арктической зоне Российской Федерации (в том числе в Красноярском крае и Ямало-Ненецком автономном округе) должны существенно увеличить долю в межпортовых перевозках грузов Сибирского и Уральского федеральных округов.

Наблюдаемая в настоящий период в Российской Федерации исключительно высокая дифференциация обеспеченности различных ее регионов транспортной инфраструктурой, а также сравнительных масштабов предоставляемых ею услуг является следствием не только значительных межрегиональных различий в плотности населения и, соответственно, плотности хозяйственной деятельности, но также, в существенной степени, определяется различиями российских регионов в уровне их экономического развития, а, следовательно, имеющимися различиями в уровне бюджетной обеспеченности и вытекающих из этого возможностей регионов обеспечить высокие стандарты транспортного обслуживания местного населения за счет собственных финансовых источников.

Вместе с тем важно отметить, что устойчивое функционирование и развитие регионального и совокупности локальных рынков, особенно в регионах с относительно низкой плотностью населения, возможно только при условии достаточно развитой транспортной инфраструктуры, включая также сбалансированное развитие различных видов транспорта, в целом максимально ориентированных на удовлетворение потребностей экономических субъектов и населения.

В этой связи резко возрастает актуальность обеспечения в регионах Российской Федерации динамичного развития транспортной сети и транспортной инфраструктуры, локализованных за пределами агломераций и крупных региональных экономических центров. Одной из важнейших задач на современном этапе социально-экономического развития страны выступает пропорциональное, взаимно согласованное развитие отдельных элементов транспортной инфраструктуры, прежде всего, сети автомобильных дорог с твердым покрытием регионального значения (с учетом необходимости их постоянного поддержания в рабочем состоянии, в том числе в районах со сложными природно-климатическими условиями), а также развития других отраслей, создающих новые рабочие места в отдаленных районах различных субъектов Российской Федерации. Особое значение при этом имеет использование транспортных коммуникаций для обеспечения населения отдаленных районов страны важнейшими видами социальных услуг, прежде всего, услугами здравоохранения и образования.

Наиболее полный учет указанных особенностей различных элементов транспортной инфраструктуры регионов Российской Федерации предопределяет решение исключительно

важной и актуальной задачи их комплексного и согласованного развития с развитием других как существующих, так и новых видов экономической деятельности, что, в конечном итоге, создаст наиболее благоприятные условия для долгосрочного устойчивого социального-экономического развития этих регионов.

Проведенный выше анализ современного состояния различных видов транспортной инфраструктуры регионов Российской Федерации, а также ретроспективной динамики ее развития позволяет сделать вывод о наличии существенных территориальных диспропорций в ее размещении по территории страны, а также недостаточном уровне предоставляемых ею услуг, что должно быть учтено в рамках реализации основных приоритетов ее дальнейшего развития, намеченных Транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 г. и другими нормативными актами.

Вместе с тем наиболее эффективное решение всех поставленных задач предполагает также углубление комплексного анализа и сравнительной оценки состояния транспортной инфраструктуры и, прежде всего, инфраструктуры автомобильного и железнодорожного транспорта в российских регионах, в направлении более дробной локализации ее оценки, включая использование в качестве объектов проводимого исследования внутрирегиональных районов (микрорайонов) как совокупности сопредельных муниципальных образований, а также непосредственно городских округов и муниципальных образований соответствующих субъектов Российской Федерации.

2.2 Анализ транспортной обеспеченности на региональном и муниципальном уровне

На основании методики расчета индекса TSCI, подробно описанного в п. 1.3.2, авторами был проведен расчет индекса транспортной обеспеченности автомобильными дорогами и железнодорожными станциями на уровне регионов, а также на подвыборке муниципалитетов (подробнее про состав подвыборки см. в п 3.1).

Индекс транспортной обеспеченности рассчитывается по следующей формуле:

$$TSCI_X = \frac{\sum_1^n \gamma(i)A_i}{A_X}, \quad (20)$$

где $TSCI_X \in [0; 1]$ - индекс транспортной обеспеченности для территории X,
 $\gamma(i)$ - весовая функция для i -той зоны, например,
 $\gamma(i) = 1 - 0.1(i - 1)$ for $\{i \in \mathbb{N} | i \leq 11\}$ при использовании 11 зон,
 A_i - площадь i -той зоны,
 A_X - площадь территории X.

В качестве зоны здесь выступает область притяжения экономической активности на некотором заданном расстоянии от объекта инфраструктуры. Чем больше расстояние, тем слабее влияние. Соответственно, чем больше значение данного индекса, тем лучше в регионе развита транспортная инфраструктура. Предполагается, что прилегающая к инфраструктуре территория делится произвольно на 10 зон по 5 км каждая, также присутствует 11я зона, к которой относится вся территория, расположенная в 50 км и далее от объекта инфраструктуры. Каждой зоне присваивается весовое значение, обозначающее уровень экономической активности в ней: например, для зоны 0-5 км значение равно единице, для зоны 50+ км – нулю. Для упрощения расчетов автором был выбран линейный вид весовой функции:

$$\gamma(i) = 1 - 0.1(i - 1) \text{ для } \{i \in \mathbb{N} | i \leq 11\}, \quad (21)$$

i – порядковый номер зоны.

Этапом, предворяющим расчет индекса транспортной доступности, служит разметка зон с использованием данных ГИС.

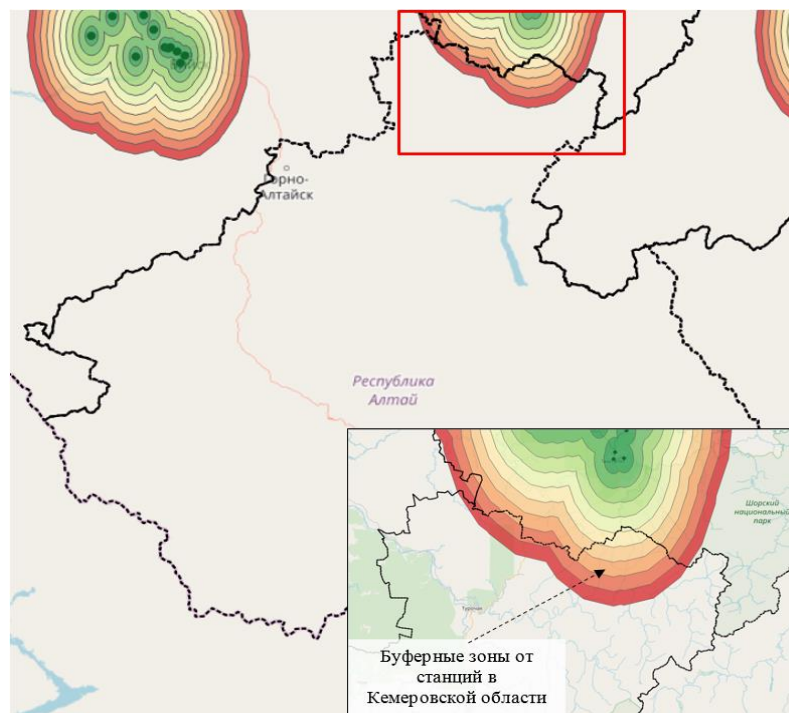
Конфигурации автомобильной и железнодорожной сети были составлены на основе открытых данных¹ ресурса NextGis [35], предоставляющего ГИС данные по всем регионам России. Согласно описанию, представленному на официальном сайте ресурса, «в рамках данного проекта из данных OpenStreetMap и других открытых источников создаются обновляемые наборы слоев по любой точке мира». В исследовании используется выгрузка данных, содержащих информацию о расположении территориальных границ субъектов Российской Федерации всех уровней, автомобильных дорог и железнодорожных станций по состоянию на 1 июля 2017 г.

Как отмечалось ранее, в случае концентрического характера распределения экономической активности ее концентрация приходится на отдельные элементы инфраструктуры (т.н. точки входа) и постепенно ослабевает по мере отдаления от них (случай А на рисунке 1). Поэтому в данном случае железнодорожная сеть сформирована не на основе железнодорожных путей, а на основе железнодорожных станций.

На основе сформированных транспортных сетей для каждого вида транспорта в отдельности были построены 10 буферных зон протяженностью по 5 км (итого общая протяженность «зоны влияния» инфраструктуры составляет 50 км). Построение производилось таким образом, чтобы для каждого региона/муниципалитета была

¹ По состоянию на 01.10.2018 свободный доступ к данным ограничен.

возможность учесть влияние не только объектов, расположенных непосредственно на их территории, но и за ее пределами. На рисунке 6 на примере Республики Алтай, в которой отсутствуют железные дороги, можно видеть графическое представление подобного влияния. Таким образом, часть территории Республики Алтай на участке вблизи границы с Кемеровской областью, располагается в дальних буферных зонах влияния нескольких железнодорожных станций Кемеровской области (т.е. приблизительно на расстоянии 25-50 км от них). Аналогичная ситуация будет наблюдаться и в случае пролегающих вблизи границ регионов автомобильных дорог.



Источник: составлено авторами.

Рисунок 6 – Пример расположения буферных зон влияния от железнодорожных станций в Республике Алтай

Далее по формуле (20) был проведен расчет индексов транспортной обеспеченности (ИТО) для каждого региона и для подвыборки муниципалитетов. В таблице 3 представлены результаты расчетов индекса для автомобильного и железнодорожного транспорта в региональном разрезе.

Таблица 3 – Значение индекса транспортной обеспеченности на региональном уровне

Регион	Индекс транспортной обеспеченности		Регион	Индекс транспортной обеспеченности	
	Автомобильные дороги	Железнодорожные станции		Автомобильные дороги	Железнодорожные станции
Адыгея	0,940	0,782	Омская область	0,766	0,226
Алтайский край	0,913	0,424	Оренбургская область	0,940	0,436
Амурская область	0,530	0,074	Орловская область	0,994	0,726
Архангельская область	0,336	0,067	Пензенская область	0,976	0,682

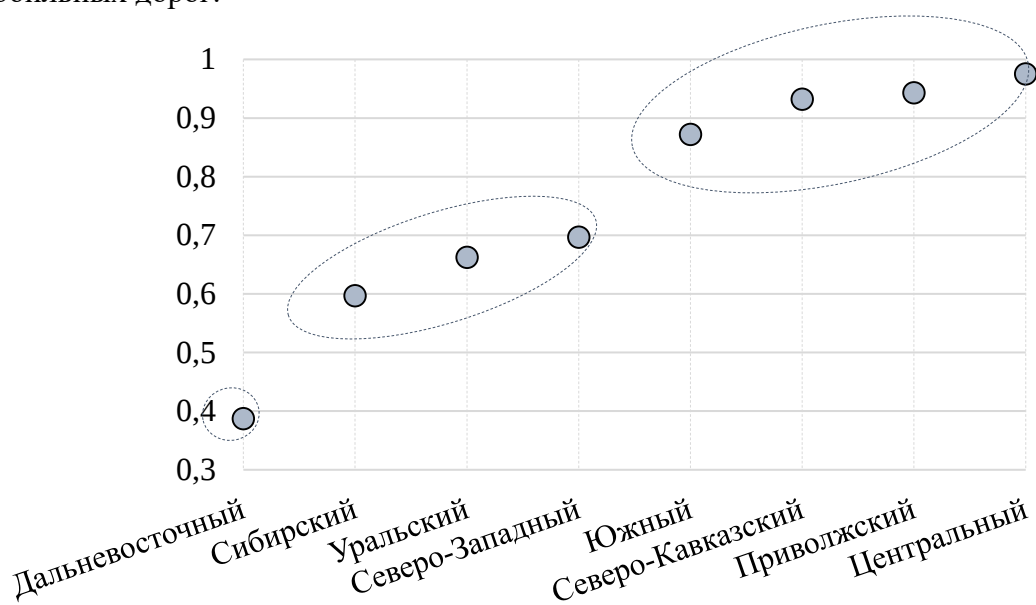
Регион	Индекс транспортной обеспеченности		Регион	Индекс транспортной обеспеченности	
	Автомобильные дороги	Железнодорожные станции		Автомобильные дороги	Железнодорожные станции
Астраханская область	0,703	0,435	Пермский край	0,789	0,312
Башкортостан	0,943	0,389	Приморский край	0,752	0,262
Белгородская область	0,995	0,671	Псковская область	0,961	0,574
Брянская область	0,986	0,736	Республика Алтай	0,669	0,003
Владимирская область	0,977	0,822	Республика Бурятия	0,503	0,145
Волгоградская область	0,927	0,497	Республика Карелия	0,769	0,219
Вологодская область	0,915	0,341	Республика Коми	0,475	0,077
Воронежская область	0,992	0,673	Республика Крым	0,883	0,532
Дагестан	0,866	0,304	Республика Саха (Якутия)	0,229	0,010
Еврейская автономная область	0,766	0,501	Республика Тыва	0,434	0,014
Забайкальский край	0,576	0,071	Республика Хакасия	0,715	0,393
Ивановская область	0,973	0,648	Ростовская область	0,972	0,490
Ингушетия	0,972	0,628	Рязанская область	0,974	0,724
Иркутская область	0,405	0,042	Самарская область	0,982	0,679
Кабардино-Балкария	0,940	0,470	Санкт-Петербург	0,986	0,960
Калининградская область	0,942	0,808	Саратовская область	0,952	0,663
Калмыкия	0,838	0,126	Сахалинская область	0,424	0,158
Калужская область	0,992	0,777	Свердловская область	0,749	0,152
Камчатский край	0,177	0,000	Севастополь	0,815	0,715
Карачаево-Черкесия	0,886	0,268	Северная Осетия - Алания	0,963	0,610
Кемеровская область	0,814	0,518	Смоленская область	0,983	0,659
Кировская область	0,874	0,389	Ставропольский край	0,953	0,523
Костромская область	0,855	0,480	Тамбовская область	0,974	0,750
Краснодарский край	0,901	0,663	Татарстан	0,984	0,432
Красноярский край	0,126	0,015	Тверская область	0,957	0,698
Курганская область	0,959	0,457	Томская область	0,405	0,048
Курская область	0,984	0,793	Тульская область	0,986	0,821
Ленинградская область	0,829	0,592	Тюменская область	0,704	0,259
Липецкая область	0,996	0,778	Удмуртия	0,967	0,658
Магаданская область	0,218	0,000	Ульяновская область	0,982	0,685
Марий Эл	0,940	0,259	Хабаровский край	0,197	0,041
Мордовия	0,958	0,648	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	0,439	0,080
Москва	0,999	0,944	Челябинская область	0,965	0,559
Московская область	0,993	0,840	Чечня	0,950	0,568
Мурманская область	0,366	0,150	Чувашия	0,982	0,660
Ненецкий автономный округ	0,153	0,001	Чукотский автономный округ	0,197	0,000
Нижегородская область	0,941	0,584	Ямало-Ненецкий автономный округ	0,161	0,060
Новгородская область	0,939	0,623	Ярославская область	0,955	0,563
Новосибирская область	0,843	0,288			

Источник: составлено авторами.

Согласно полученным результатам, обеспеченность автомобильной инфраструктурой в регионах России находится на достаточно высоком уровне: в 46 регионах (54,1% всех регионов) значение ИТО больше 0,9, при этом лидерами по обеспеченности автодорогами являются Москва, а также Липецкая, Белгородская,

Орловская и Московская области. Кроме того, в 69 регионах (т.е. в 81,2%) этот показатель превышает 0,5. Регионами с самой слаборазвитой сетью ключевых дорог являются Республика Саха (Якутия), Магаданская область, Хабаровский край, Чукотский автономный округ, Камчатский край, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ненецкий автономный округ и Красноярский край.

Если агрегировать полученные значения значения индекса транспортной доступности для автомобильных дорог на уровень федеральных округов (см. рисунок 7), то можно заметить, что средние ИТО находятся в диапазоне от 0,38 до 0,98, что в целом позволяет говорить о достаточно неравномерном покрытии федеральных округов сетью автомобильных дорог.



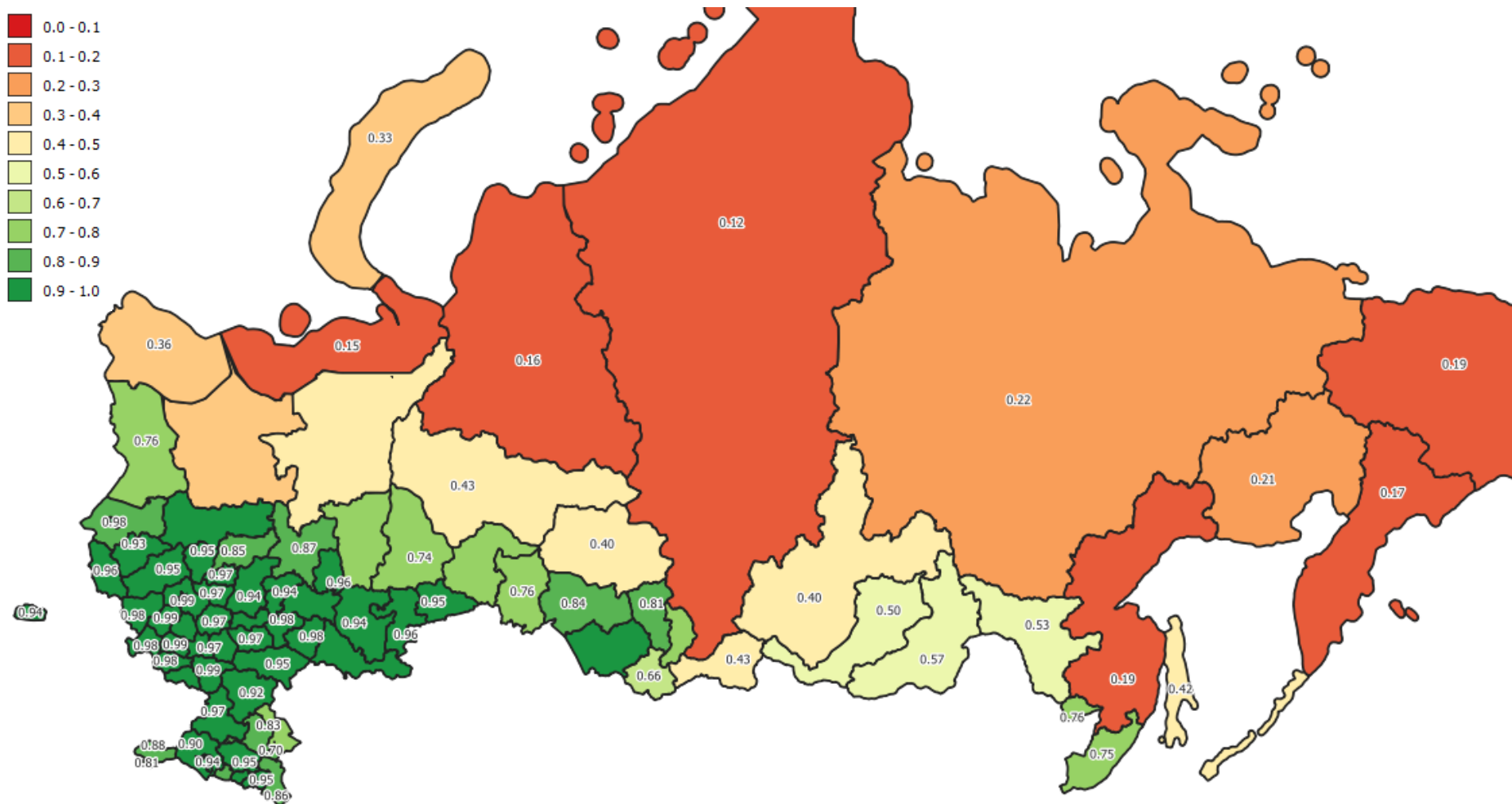
Источник: составлено авторами.

Рисунок 7 – Среднее значение ИТО для автомобильных дорог на уровне федеральных округов

При этом визуальнo на графике можно выделить 3 группы объектов: «округа с высоким значением индекса», к которой относятся территории европейской части России – Приволжский (0,94), Северо-Кавказский (0,93), Центральный (0,98) и Южный (0,87) федеральные округа; «округа со средним значением индекса» - Сибирский (0,6), Северо-Западный (0,7) и Южный (0,87) и «округ с крайне низким значением индекса» - Дальневосточный (0,39). Его положение обусловлено в первую очередь тем, что в его состав входят регионы с самым сложным климатическим и географическим расположением (например, островная Сахалинская область и Чукотский автономный округ, в которых отсутствует единая сеть автомобильных дорог, связывающая их с соседними регионами).

В таблице представлена описательная статистика для индексов транспортной обеспеченности на региональном и муниципальном уровнях. На рисунке 8 представлено

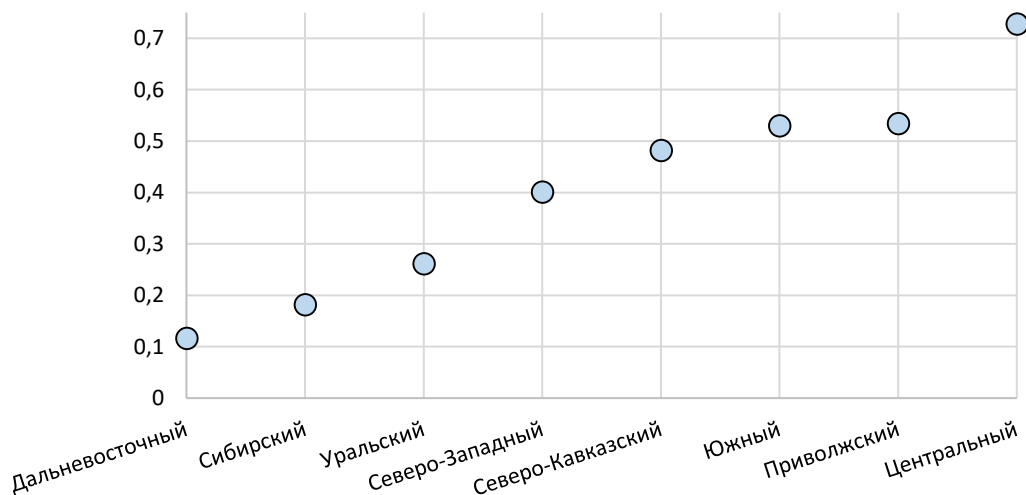
распределение значения индекса транспортной обеспеченности автомобильными дорогами для регионов России.



Источник: составлено авторами.

Рисунок 8 – Уровень транспортной обеспеченности субъектов Российской Федерации (для автомобильных дорог)

Агрегированное на уровне федеральных округов значение индекса транспортной обеспеченности железнодорожными станциями приведено на рисунке 9. В данном случае можно видеть, что в значительной степени отстает от других округов Центральный, обладая усредненным значением индекса, равным 0,73. Для остальных округов он принимает значения в диапазоне от 0,12 до 0,53.



Источник: составлено авторами.

Рисунок 9 - Среднее значение ИТО для автомобильных дорог на уровне федеральных округов

Как и в случае с автомобильными дорогами, последние места занимают Дальневосточный (0,12) и Сибирский (0,18) федеральные округа. Отчасти это связано с тем, что в данных федеральных округах расположены все регионы, не имеющие железнодорожного сообщения (т.е. Республики Алтай и Тыва, Ненецкий и Чукотский автономные округа, Магаданская область и Камчатский край). При этом примечательно, что лишь половина из них (Магаданская область, Чукотский автономный округ и Камчатский край) имеет значение индекса, равное 0; вторая половина обладает значениями чуть большими (от 0,001 до 0,014) из-за эффекта «перетока» зон влияния станций из соседних регионов, который был описан ранее.

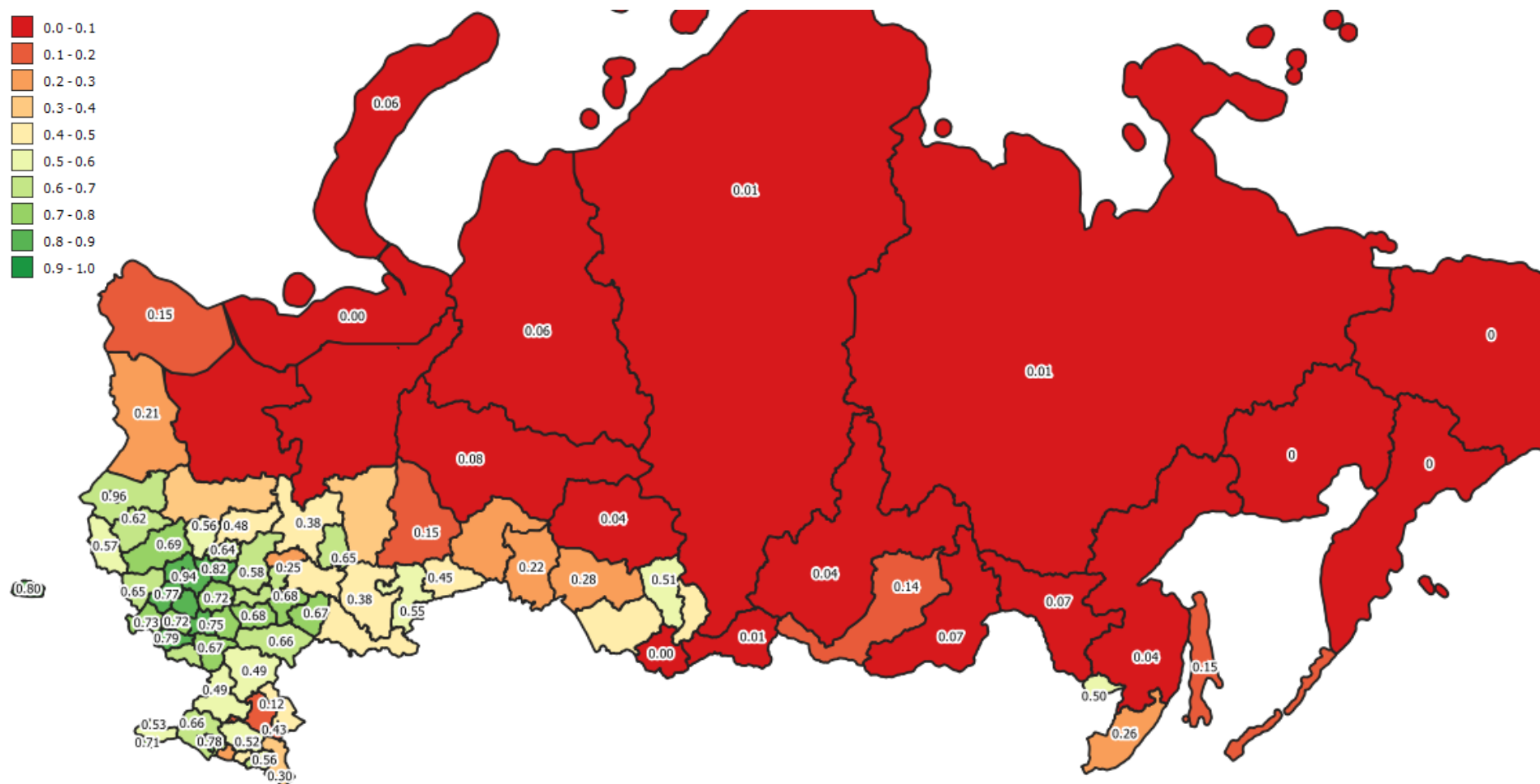
Из 85 регионов только 2 (2,3%) обладают крайне высокой степенью обеспеченности железнодорожными станциями (т.е. для них ИТО превышает 0,9) – это Москва и Санкт-Петербург. Для 41 региона (48,2%) значение индекса превышает 0,5.

В целом вся восточная часть страны, несмотря на большую протяженность железнодорожных путей страдает от их крайне малой плотности, в связи с чем железнодорожные станции расположены в отдалении друг от друга и их зоны влияния (во всяком случае ближайшие) зачастую не пересекаются. Из-за этого, например, для обладающей значительной площадью Республики Саха (Якутия) значение индекса

транспортной обеспеченности железнодорожными станциями составляет 0,01, что меньше, чем у не имеющей железнодорожного сообщения², но небольшой по площади Республики Тыва (0,014).

На рисунке 10 представлено распределение значения индекса транспортной обеспеченности автомобильными дорогами для регионов России. Можно увидеть, что в светло-зеленой и зеленой областях, в которых значение индекса превышает 0,5, за редкими исключениями находятся лишь регионы центральной и южной частей России.

² На территории Республики Тыва по состоянию на 13 апреля 2018 г. присутствует одна железнодорожная станция «Кызыл-грузовой», построенная в рамках временно замороженного проекта строительства железной дороги «Курагино-Кызыл» [43].

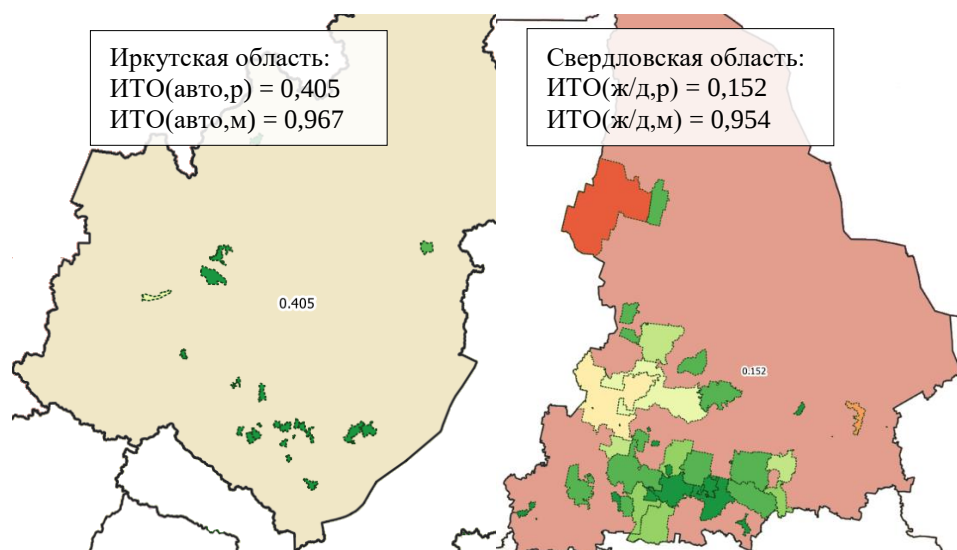


Источник: составлено авторами.

Рисунок 10 - Уровень транспортной обеспеченности субъектов Российской Федерации (для железнодорожных станций)

Расчеты индексов транспортной обеспеченности на подвыборке муниципалитетов сами по себе не представляют большой аналитической ценности в связи с небольшим объемом подвыборки, составляющим 6,5% от общего числа территориальных образований в России (1 474 из ~22 500 доступных объектов, более подробно см. таблицу А.1), который не позволяет качественно агрегировать полученные результаты на более высокие уровни территориального деления (регионы, федеральные округа). При этом, подвыборка была сформирована исходя из критерия географического расположения фирм трех основных отраслей (производство, торговля и транспорт)³, которые составляют 30,7% от общего числа фирм в стране⁴.

Тем не менее, примечательно следующее: практически во всех регионах среднее значение индекса транспортной обеспеченности по входящим в них муниципалитетам из подвыборки больше, чем аналогичный ИТО региона (см. примеры на рисунке 11).



Примечание: ИТО(авто,р) – ИТО для автомобильных дорог для региона, ИТО(авто,м) – ИТО для автомобильных дорог, усредненный по муниципалитетам, аналогично ИТО(ж/д) для железнодорожных станций.

Источник: составлено авторами.

Рисунок 11 – авто Иркутская область ж/д Свердловская область

Обратное наблюдается только в двух случаях: для Курганской области для автомобильных дорог и для Москвы для железнодорожных станций. Подобная устойчивая закономерность позволяет говорить о том, что на территориях, на которых располагаются фирмы, относящиеся к ключевым отраслям экономики, уровень обеспеченности

³ Подробнее см. п.3.1

⁴ По данным RUSLANA.

транспортной инфраструктурой выше, чем в среднем по рассматриваемому региону. При этом характер влияния в данном случае двунаправленный: на территориях с доступной транспортной инфраструктурой повышается экономическая активность, которая, в свою очередь, провоцирует дальнейшее развитие инфраструктуры.

В контексте всего вышесказанного представляется интересным сравнение результатов, полученных в данной работе, с результатами исследования, проведенного в 2018 году Финансовым Университетом [36]. На основе опросных данных, включавших в себя оценку жителями крупнейших российских городов (с численностью населения, превышающей 250 тыс. чел.) дорожно-транспортной инфраструктуры в трех категориях: «состояние автомобильных дорог», «работа общественного транспорта» и «работа ГИБДД», авторами был рассчитан индекс состояния дорожного хозяйства и составлен рейтинг городов-лидеров. В опросах принимали участие жители 78 городов. Согласно полученным результатам, в пятерку лучших городов по показателю качества дорожного хозяйства входят Грозный, Казань, Череповец, Тюмень и Нижневартовск. Москва занимает 14 место, Санкт-Петербург – 67 [36].

Особый интерес представляет сравнение ИТО с индексом состояния автомобильных дорог, не представленном в исследовании Финансового Университета в явном виде, но рассчитанном авторами по предлагаемой методике на основе приведенного распределения ответов на вопрос о состоянии автомобильных дорог. В таблице 4 представлены 33 города⁵, обладающие наивысшим значением данного индекса.

Таблица 4 – Города-лидеры по величине индекса состояния дорожного хозяйства

№ п/п	Город	Значение индекса	№ п/п	Город	Значение индекса
1	Грозный	1,000	18	Севастополь	0,814
2	Череповец	0,932	19	Ярославль	0,797
3	Тамбов	0,898	20	Москва	0,797
4	Сургут	0,898	21	Тольятти	0,780
5	Тула	0,898	22	Стерлитамак	0,763
6	Чебоксары	0,898	23	Тверь	0,763
7	Ставрополь	0,898	24	Чита	0,763
8	Казань	0,881	25	Ульяновск	0,763
9	Улан-Удэ	0,881	26	Саратов	0,746
10	Челябинск	0,864	27	Сочи	0,712
11	Тюмень	0,847	28	Набережные Челны	0,678
12	Томск	0,831	29	Симферополь	0,644
13	Уфа	0,831	30	Нижневартовск	0,627
14	Хабаровск	0,831	31	Химки	0,610
15	Смоленск	0,814	32	Белгород	0,559
16	Саранск	0,814	33	Магнитогорск	0,559
17	Якутск	0,814			

Источник: составлено авторами на основе [36].

⁵ Такое количество объектов выбрано для удобства дальнейшего сравнения.

Из предложенных авторами критериев оценки дорожного хозяйства очевидным образом следует, что основной акцент исследования сделан на субъективную оценку качества инфраструктуры, в то время как индекс транспортной обеспеченности (ИТО) подразумевает скорее количественную оценку. Таким образом, сравнение результатов расчета обоих индексов позволяет сформировать более комплексную картину состояния автомобильной дорожной инфраструктуры если не во всей стране, то в ее крупнейших (по численности населения) городах.

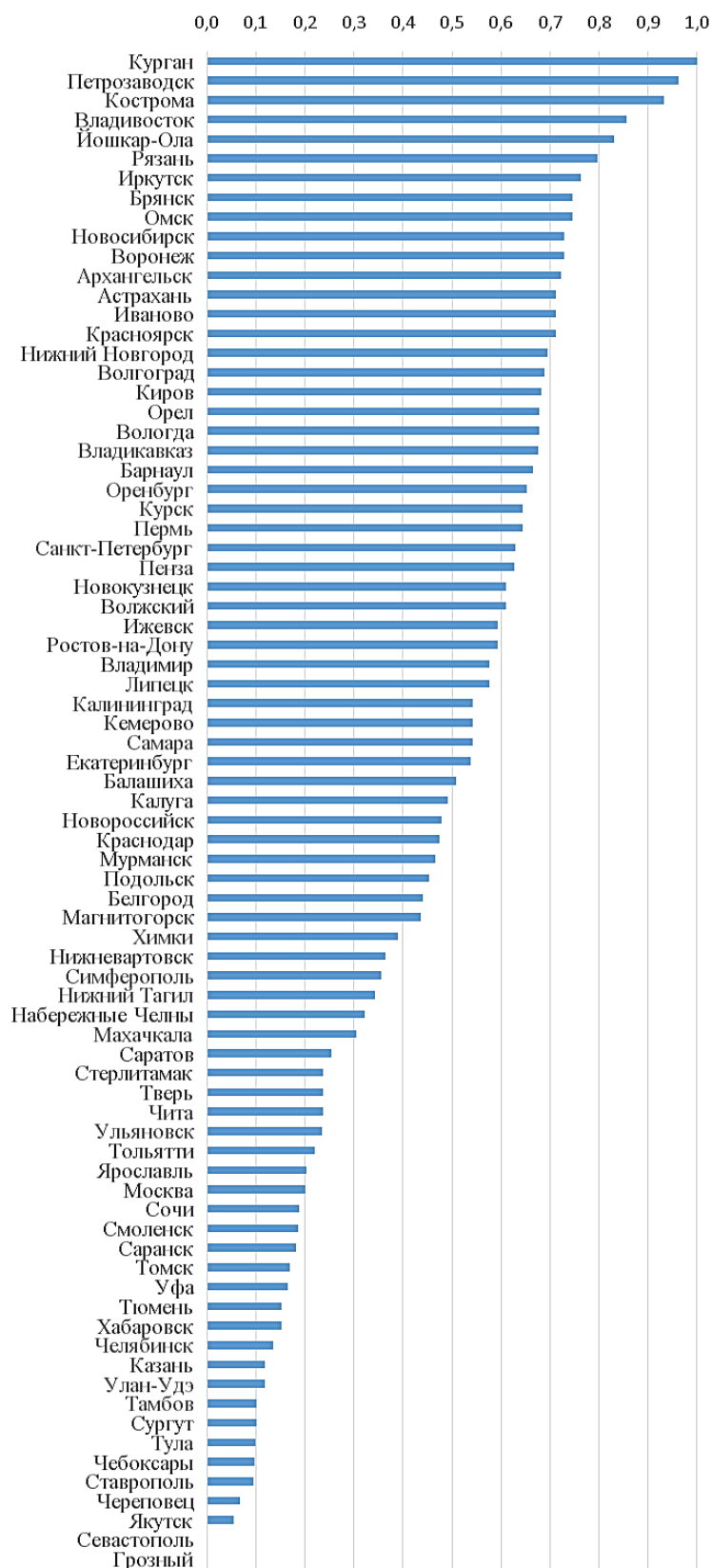
Поскольку значение ИТО у представленных городов не отличается между собой и во всех случаях равно единице (т.е. максимально возможному значению), что означает, что 100% жителей города находятся в зоне пятикилометровой доступности от основных дорог, то сравнение двух рейтингов имеет смысл только с точки зрения того, насколько они схожи по своему составу.

Можно видеть, что 16 из 33 городов (т.е. 48,4%) встречаются в обоих рейтингах. Таким образом, об этих городах можно с уверенностью сказать, что они обладают не только высокой степенью обеспеченности дорожной инфраструктурой, но и по оценкам непосредственных ее пользователей она также обладает высоким качеством. К подобным городам относятся следующие (список составлен в алфавитном порядке):

- | | |
|---------------------|--------------|
| • Белгород, | • Тверь, |
| • Грозный, | • Тольятти, |
| • Набережные Челны, | • Томск, |
| • Саратов, | • Тюмень, |
| • Симферополь, | • Химки, |
| • Смоленск, | • Челябинск, |
| • Стерлитамак, | • Череповец, |
| • Тамбов, | • Ярославль. |

При этом необходимо отдельно отметить, что все рассматриваемые в данном случае города являются крупными, следовательно, количество дорог в них неизбежно будет высоко, а их распределение в пространстве - более-менее равномерно. В связи с этим ни один город из представленных в исследовании Финансового Университета не обладает индексом ИТО ниже 0,82 (исключение составляет лишь Махачкала с ИТО, равным 0,6). Т.е. будет некорректно утверждать, что города-центры регионов вне представленного выше списка в значительной степени хуже по уровню обеспеченности инфраструктурой.

Графически разница между значениями двух индексов для всех рассматриваемых городов приведена в порядке убывания на рисунке 12.



Источник: составлено авторами на основе [36].

Рисунок 12 – Сравнение индексов состояния и обеспеченности автомобильными дорогами

Можно заметить, что разница в индексах для двух городов (Грозный и Симферополь) равна нулю, что в рамках двух исследований позволяет говорить о том, что

данные города обладают как прекрасной обеспеченностью, так и высоким качеством автомобильной инфраструктуры, и таким образом их можно отнести к лидерам сравнения.

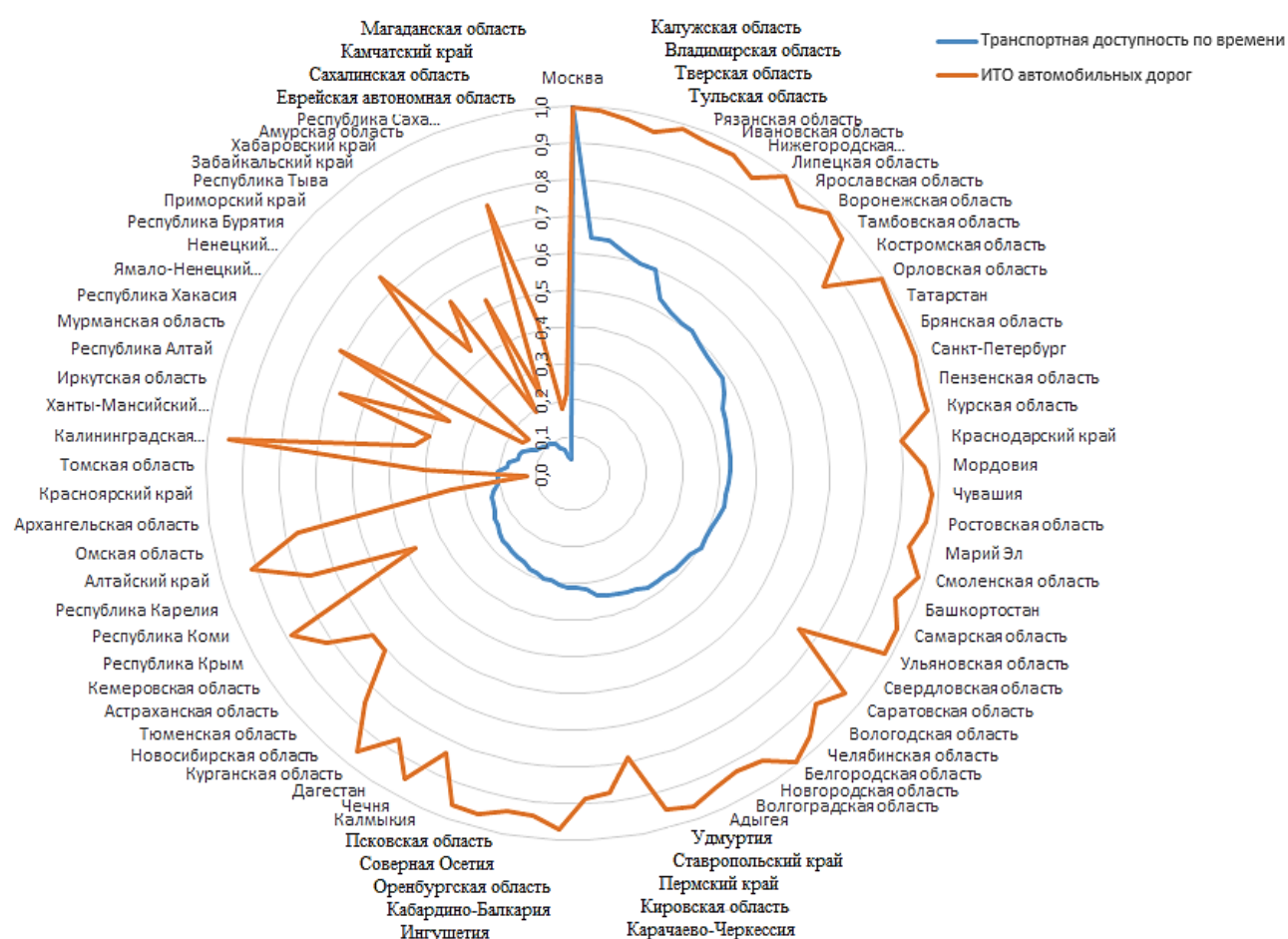
В то же время для ряда городов разница в значениях двух индексов превышает 0,8 (а именно для Костромы, Петрозаводска, Владивостока, Рязани и Йошкар-Олы), а в отдельных случаях становится и вовсе равна единице (Курган). В данном случае очевидным представляется следующий вывод: несмотря на то, что вышеозначенные города формально обладают достаточно развитой сетью дорог (причем стоит отметить, что речь идет исключительно об опорной сети автодорог: дорогах федерального значения, межрегиональных трассах, автомагистралях и центральных магистралях городов), покрывающих практически всю их площадь, качество данной сети по мнению непосредственных пользователей крайне неудовлетворительно.

Кроме этого представляет особый интерес сопоставление рассчитанных индексов с уровнем доступности инфраструктуры во времени. Зоны доступности в данном случае представляют собой некую область, граница которой проходит по тем участкам дорог, до которых можно добраться из центра изучаемой зоны за определенное время. Данный показатель достаточно широко используется в исследованиях благодаря достаточно простой интерпретируемости. В исследовании 2018 г., проведенном Центром изучения инфраструктуры [37], рассмотрены несколько временных зон для автомобильного и воздушного видов транспорта. В частности, для автомобильного транспорта использованы 2- и 6-часовые зоны. Максимальное значение используемый авторами индекс доступности по времени логичным образом принимает в Москве и Санкт-Петербурге. Также в средней части России существует ряд слабозаселенных территорий, для которых данный показатель также оказывается крайне высок, что, в первую очередь, связано с их крайне выгодным расположением между крупными муниципальными образованиями (подобная ситуация особенно ярко наблюдается, например, на границе Свердловской и Челябинской областей, в Новосибирской области).

Невысокие значения индекса получены авторами для большинства территорий восточной части России, что в основном связано с невысоким уровнем развития дорожной сети и с ее конфигурацией, близкой к древовидной. Аналогичный результат получен также и для ряда регионов европейской части России, что, по мнению авторов, также свидетельствует о бедности дорожной сети в них. К таким регионам можно отнести Ивановскую область (которая не имеет прямого автомобильного сообщения с Москвой), участок территории между Екатеринбург, Челябинском, Пермью и Уфой (на котором отсутствуют федеральные трассы, а дороги регионального и местного значения проложены в сложных географических условиях).

Помимо затрудненной транспортной доступности по времени регионов, в восточной части России затруднена доступность региональных центров для остальных населенных пунктов. Наибольшее время для доступа к региональному центру необходимо преодолеть в Якутии, Иркутской области, Бурятии, Забайкальском крае и Ямало-ненецком автономном округе [37].

Сравнение индексов транспортной доступности по времени и транспортной обеспеченности приведено на рисунке 13. Поскольку оба индекса измеряются в диапазоне от 0 до 1, то они сопоставимы между собой.



Источник: составлено авторами на основе исследования ЦЭИ [37].

Рисунок 13 – Сравнение индексов доступности по времени (для автомобильных дорог) и обеспеченности автомобильными дорогами

На рисунке 13 результаты сравнения представлены в виде лепестковой диаграммы, на которой регионы расположены в порядке убывания транспортной доступности по времени. Рассмотрим отдельно правую и левую половины диаграммы. Можно видеть, что в правой части в основном представлены регионы европейской части России с высоким показателем обеспеченности, при этом индекс доступности по времени для этой группы

регионов в среднем в 2,2 раза ниже. Подобное расхождение можно объяснить особенностью конфигурации дорожной сети между регионами, обусловленной географическим расположением столицы. В европейской части России опорная сеть дорог имеет лучевое строение с центром в Москве, в связи с чем горизонтальные связи между регионами не всегда хорошо развиты (см. ранее пример с Ивановской областью). Подобная конфигурация приводит к увеличению среднего времени в пути между регионами. При этом примечательно, что разрыв между Москвой, занимающей первое место по доступности по времени (значение индекса равно 1) и Калужской областью, занимающей второе место (0,64), составляет почти 40%. Помимо вышеописанных причин, отчасти это связано с тем, что индекс доступности по времени скорректирован на численность населения регионов, а в Москве проживает его значительная часть (8,5% от общей численности), отчасти с тем, что в Московской агломерации лучше всего развита автодорожная сеть.

В левой части графика в основном представлена восточная часть России с самыми удаленными районами. Здесь можно наглядно видеть, как резко возрастает дисперсия разности двух индексов. Такое различие в значениях индекса транспортной обеспеченности в группе регионов самым низким показателем доступности во времени может быть объяснено, во-первых, особенностью расселения. Такие регионы, как Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ, Магаданская область, Еврейская автономная область, Республики Алтай и Тыва обладают невысокой плотностью населения. Зачастую может оказаться так, что местные жители проживают в отдалении от мест пролегания основных федеральных трасс. В пользу этого свидетельствуют высокие значения показателя среднего времени, затрачиваемого на дорогу до регионального центра. Кроме того, как отмечалось ранее, количественный показатель далеко не во всех случаях коррелирован с качественным. Поэтому для второй группы регионов чаще характерны большие доли дорог, не соответствующих нормативным требованиям качества. Также немаловажную роль играет гораздо более простая по сравнению с европейской частью России конфигурация дорог, которая в основном представляет собой древовидную структуру, а в некоторых случаях и линейную (например, в Кемеровской области, Новосибирской области, Красноярском крае, Хабаровском крае, Чукотском и Ненецком автономных округах).

3 Эмпирический анализ влияния уровня развития транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность в экономике

3.1 Описание используемой базы данных

В базу данных входят панельные данные по функционированию фирм (оборот, основные средства, количество занятых в разрезе фирма – год) в период с 2007 по 2016 годы.

В базе данных собраны данные по действующим и недействующим фирмам (на текущий момент) по трем группам отраслей: производственные отрасли (коды 10-33 по ОКВЭД-2014), оптовая и розничная торговля (коды 45-47), транспорт (коды 49-53).

При выгрузке данных из БД Руслана в отношении действующих фирм устанавливалось пороговое значение показателя выручки от реализации и показателя основных средств (1 тыс. руб. в 2016г. или 2017г.). При этом, при выгрузке данных в отношении отраслей торговли и транспорта были установлены дополнительные пороговые значения на показатели себестоимости продукции (1 тыс. руб. в 2016г.) и численности персонала (1 чел. в 2016г.).

При выгрузке данных из БД Руслана в отношении недействующих фирм, выгружались данные по фирмам с сообщениями о банкротстве, для которых год первого сообщения о банкротстве находился в диапазоне 2009 – 2016гг. При этом, в целях ограничения размера выборки, при выгрузке данных в отношении отраслей торговли было установлено дополнительное значение на показатели основных средств (1 тыс. руб. в 2013г.).

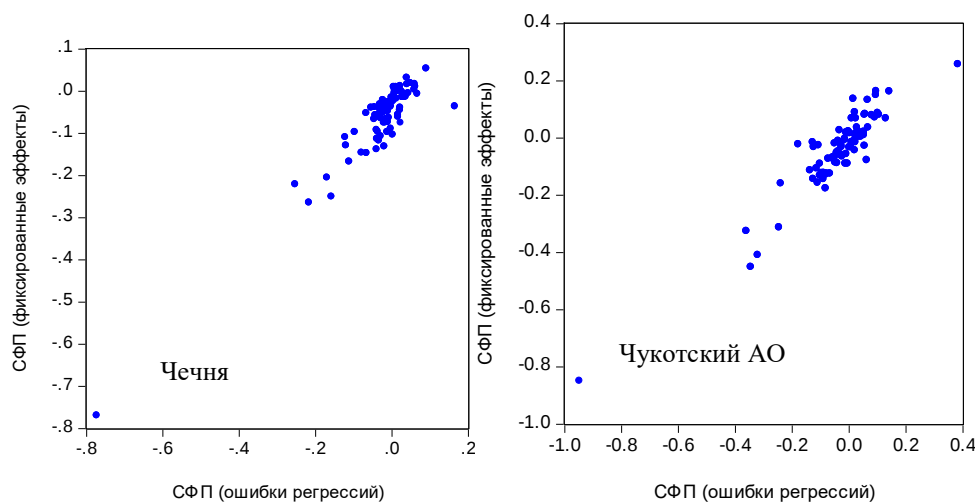
Общая информация о количестве фирм и наблюдений в базе данных представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Наполнение базы данных по предприятиям.

Показатель	Группа отраслей			Итого по всем группам отраслей
	Производственные отрасли	Отрасли торговли	Транспорт	
Количество фирм (кросс-секций)	97 151	103 162	22 017	222 330
в т.ч. недействующие фирмы	20 855	5 549	5 289	31 693
Количество наблюдений с выручкой больше нуля	456 704	589 673	102 895	1 149 272
Количество наблюдений с выручкой и факторами (труд, капитал, материалы) больше нуля	250 293	391 143	67 284	708 720

Источник: составлено авторами.

Дальнейшие эконометрические оценки влияния факторов на СФП на региональном уровне проведены на выборке без Чечни в отношении СФП по группе производственных отраслей и без Чукотского АО в отношении СФП по группе транспортных отраслей, поскольку, как видно из рисунка 14, они являются выбросами и могут приводить к смещению оценок в дальнейшем.



Источник: составлено авторами.

Рисунок 14 – Диаграмма рассеяния для показателей СФП по группе производственных отраслей (слева) и отраслей транспорта (справа), рассчитанных с использованием усреднений фиксированных эффектов и усреднения ошибок регрессий (на региональном уровне).

3.2 Эмпирический анализ совокупной факторной производительности в России

В случаях, когда совокупная факторная производительность оценивается с помощью традиционных методов (например, метода наименьших квадратов (OLS) в отношении сбалансированной панели фирм) возникает ряд методологических проблем [38]. Во-первых, поскольку производительность и выпуск, скорее всего, будет взаимокоррелированы, возникает проблема эндогенности. Во-вторых, при использовании сбалансированной панели данных не допускается добавление и удаление объектов из выборки (в случае банкротства существующих или рождения новых фирм), что приводит к смещению выборки, особенно на больших временных отрезках.

Для решения вышеуказанных проблем в настоящее время в литературе широко применяются различные параметрические методы. В частности, проблема эндогенности может быть решена использованием моделей с фиксированными эффектами, использованием инструментальных переменных и обобщенного метода моментов. Тем не менее отмечается, что данные подходы не всегда оказываются эффективны в случае оценки производственных функций. В связи с этим были предложены также и полупараметрические методы, например, в работах Olley и Pakes 1996г. [39] и Levinsohn и Petrin 2003г. [40].

В настоящем исследовании используется производственная функция Кобба-Дугласа в классической форме:

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_k} L_{it}^{\beta_l} M_{it}^{\beta_m} \quad (22)$$

где Y_{it} – выпуск фирмы i в физическом выражении в период t ,
 K_{it}, L_{it}, M_{it} – капитальные, трудовые и материальные затраты, соответственно,
 A_{it} – технологический коэффициент.

Выпуск фирмы и ее затраты являются наблюдаемыми показателями, а технологический коэффициент – ненаблюдаемым. Прологарифмировав данное уравнение, получим следующий вид производственной функции:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_m m_{it} + \epsilon_{it} \quad (23)$$

где y_{it} – оборот (выручка) фирмы i в период t
 y_{it}, k_{it}, l_{it} и m_{it} – натуральные логарифмы $Y_{it}, K_{it}, L_{it}, M_{it}$ соответственно,
 $\ln(A_{it}) = \beta_0 + \epsilon_{it}$.

В данном случае ϵ_{it} - это индивидуальное для каждой фирмы отклонение от среднего значения, которое может быть далее разложено на наблюдаемый (или, по крайней мере, предсказуемый) и ненаблюдаемый компонент. В таком случае производственная функция приобретает следующий вид:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_m m_{it} + \omega_{it} + u_{it}^q \quad (24)$$

Совокупная факторная производительность, таким образом, оценивается как средние в регионе или населенном пункте ошибки ϵ_{it} регрессионных уравнений для фирм.

В настоящем исследовании оценка СФП проводилась в два этапа. На первом этапе с использованием различных методов проводилась оценка параметров производственной функции на данных, представленных в базе данных по фирмам. На втором этапе проводилась оценка СФП в территориальном разрезе, путем соответствующего группирования и усреднения регрессионных ошибок, полученных на первом этапе.

Оценка производственной функции Кобба-Дугласа была проведена с использованием следующих методов: МНК, МНК с фиксированными эффектами на фирму, Olley-Pakes, а также Levinsohn-Petrin в спецификации с добавленной стоимостью в качестве зависимой переменной.

Оценка была проведена на подвыборке фирм без региональных филиалов, в связи с использованием расчетных показателей расходов на труд и расходов на материалы, а также в связи с необходимостью дальнейшего построения привязки фирм к территориям, в отношении которых проводилась оценка СФП. Оценка производственной функции методом Levinsohn-Petrin была проведена на подвыборке с положительной добавленной стоимостью.

Результаты оценок производственной функции приведены далее в таблицах 6-8. Для каждого метода и соответствующего коэффициента приводятся два значения: первое значение соответствует оценке на всей выборке, второе значение соответствует оценке на подвыборке фирм, в отношении которых была построена привязка к населенному пункту с индексом инфраструктуры.

Таблица 6 – Результаты оценок производственной функции по группе производственных отраслей

Показатель	кросс-секции за 2016г.		панель за 2007-2016гг.							
	МНК		МНК		МНК с фиксированными эффектами		Olley-Pakes		Levinsohn-Petrin	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Капитал	0.030	0.030	0.029	0.030	0.033	0.032	0.031	0.032	0.084	0.080
Расходы на труд	0.451	0.454	0.400	0.402	0.451	0.452	0.411	0.411	0.763	0.760
Расходы на материалы	0.558	0.550	0.588	0.579	0.496	0.488	0.577	0.569		

Источник: составлено авторами.

Таблица 7 – Результаты оценок производственной функции по группе отраслей торговли

Показатель	кросс-секции за 2016г.		панель за 2007-2016гг.							
	МНК		МНК		МНК с фиксированными эффектами		Olley-Pakes		Levinsohn-Petrin	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Капитал	0.025	0.026	0.028	0.029	0.026	0.025	0.020	0.020	0.062	0.063
Расходы на труд	0.404	0.398	0.349	0.341	0.406	0.395	0.369	0.358	0.694	0.687
Расходы на материалы	0.597	0.599	0.629	0.633	0.513	0.527	0.614	0.620		

Источник: составлено авторами.

Таблица 8 – Результаты оценок производственной функции по группе отраслей транспорта

Показатель	кросс-секции за 2016г.		панель за 2007-2016гг.							
	МНК		МНК		МНК с фиксированными эффектами		Olley-Pakes		Levinsohn-Petrin	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Капитал	0.018	0.019	0.022	0.020	0.033	0.033	0.043	0.044	0.082	0.080
Расходы на труд	0.516	0.507	0.443	0.444	0.451	0.455	0.462	0.464	0.785	0.788

Показатель	кросс-секции за 2016г.		панель за 2007-2016гг.							
	МНК		МНК		МНК с фиксированными эффектами		Olley-Pakes		Levinsohn- Petrin	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Расходы на материалы	0.513	0.510	0.551	0.544	0.459	0.456	0.532	0.527		

Источник: составлено авторами.

В целом, полученные на основании различных методов оценки являются сопоставимыми между собой. Отличия оценок, полученных методом Levinsohn-Petrin, связаны с использованием добавленной стоимости в качестве зависимой переменной.

Наибольшая эластичность выпуска по капиталу отмечается в группе отраслей производства, по труду – в группе отраслей транспорта, по сырью и материалам – в группе отраслей торговли.

Поскольку оценки, полученные на кросс-секции за 2016г. и на панельных данных за период с 2007г. по 2016г. по всем группам отраслей различаются в незначительной мере, в дальнейшем для оценки влияния степени развитости транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность будут использованы оценки, полученные на панельных данных.

Показатели СФП в отношении регионов (субъектов РФ) и ряда населенных пунктов могут быть рассчитаны как средняя ошибка регрессионных уравнений для фирм, расположенных в соответствующем регионе или населенном пункте.

3.3 Эмпирическая оценка влияния уровня развития транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность

Оценки влияния на СФП индексов транспортной обеспеченности проводилось на кросс-секционных данных в отношении регионов и населенных пунктов. Далее представлены результаты оценки влияния уровня развития транспортной инфраструктуры на совокупную факторную производительность, рассчитанную двумя способами: на основании фиксированных эффектов и на основании средних ошибок регрессионных уравнений.

Полная спецификация модели оценки влияния степени развития транспортной инфраструктуры на СФП выглядит следующим образом:

$$p_j = \alpha_0 + \alpha_1 hc + \alpha_2 comp_j + \alpha_3 overl + \alpha_4 avp + \alpha_5 infr \quad (25)$$

где p – совокупная факторная производительность;

j – группа отраслей;

hc – человеческий капитал;

comp_j – уровень конкурентности среды;

overl – доля автодорог в режиме перегрузки;

avp – средняя величина СФП в соседних регионах (только для оценки на региональном уровне);

infr – показатели степени развития инфраструктуры.

Используемые для оценки переменные представлены в таблице 10.

Таблица 9 – Переменные в полной спецификации модели

Переменная	Название	Источник
infr	Региональные индексы транспортной обеспеченности – автомобильными дорогами и железнодорожными станциями	Расчетный показатель
	Муниципальные индексы транспортной обеспеченности – автомобильными дорогами и железнодорожными станциями	
	Региональная эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования, км	Росстат
	Региональная протяженность дорог общего пользования с твердым покрытием, км	
	Региональная плотность дорог общего пользования с твердым покрытием, км дорог / 1000 кв. км.	
overl	Доля автомобильных дорог регионального или межмуниципального значения, обслуживающих движение в режиме перегрузки, км	ЕМИСС /ФДА
hc	Образовательный рейтинг регионов	Федеральное издание «Капитал страны»
comp	Уровень концентрации компаний в регионе: количество фирм (по группам отраслей), деленное на суммарное количество фирм производственных, торговых и транспортных отраслей, %	Расчетный показатель, Росстат

Источник: составлено авторами.

В соответствии с Методическими рекомендациями по оценке пропускной способности автомобильных дорог, изданными на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 17.02.2012г. № 49-р об издании и применении ОДМ 218.2.020-2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог» [41], к участкам автомобильной дороги, обслуживающей движение в режиме перегрузки, относятся участки автомобильной дороги при одновременном выполнении следующего:

- коэффициент загрузки, который определяется отношением фактической интенсивности движения к практической пропускной способности участка дороги, более 0.7,
- коэффициент скорости движения, который определяется отношением средней фактической скорости движения к скорости движения в свободных условиях (без взаимодействия между автомобилями), менее 0.55,
- коэффициент насыщения движением, который определяется отношением средней плотности движения (авт./км) к максимальной плотности движения, более 0.7.

В качестве оценки показателя человеческого капитала был использован образовательный рейтинг регионов, публикуемый федеральным интернет-изданием «Капитал страны» [42], усредненный за период 2007 – 2012 гг..

Агрегированный индекс, на основе которого формируется рейтинг, рассчитывается как нормированное максимальное значение трех показателей:

- обеспеченность региона образовательными услугами – численность студентов в ВУЗах региона в расчете на 10 000 чел.;
- финансовая обеспеченность региона представляет собой отношение среднемесячной номинальной начисленной заработной платы в сфере образования в регионе к величине прожиточного минимума в регионе;
- научная результативность, определяемая как численность аспирантов, защитивших кандидатские диссертации, в пересчете на 100 000 чел.

Поскольку в исследовании используются кросс-секционные данные инфраструктурных показателей за 2017 г., становится невозможным учет временной корреляции. При этом, сохраняется возможность учета пространственной корреляции, для учета которой был рассчитан показатель «совокупная факторная производительность в соседних регионах». Для муниципалитетов аналогичный показатель не рассчитывался в связи с малым объемом подвыборки муниципалитетов (1476 объектов), в связи с чем в ряде случаев у муниципалитетов либо полностью отсутствуют соседи, либо их слишком мало для корректного расчета данного показателя.

В таблицах 14-16 приведены результаты оценки зависимости СФП от степени развития инфраструктуры на региональном уровне.

Можно видеть, что на региональном уровне на совокупную факторную производительность отраслей производства положительно влияет величина человеческого капитала, величина средней СФП в соседних регионах и индекс транспортной обеспеченности автомобильными дорогами. Традиционные инфраструктурные переменные и уровень концентрации компаний оказываются в данном случае незначимы.

Для группы отраслей торговли, наоборот, наблюдается устойчивая положительная взаимосвязь среднего уровня СФП в соседних регионах. Ни в одном из вариантов расчета СФП инфраструктурные переменные не имеют значимого влияния на среднюю в регионе производительность данной группы отраслей.

Для группы отраслей транспорта сохраняется положительное влияние показателя протяженности железнодорожных путей, однако оно становится в два раза слабее, а положительное влияние человеческого капитала сменяется влиянием средней производительности транспортных фирм в соседних регионах с тем же знаком.

СФП соседних регионов оказывает равное по силе влияние как на отрасли торговли, так и на отрасли транспорта.

Таблица 10 – Результаты оценок зависимости нормированной СФП от различных факторов по группе производственных отраслей (оценка на региональных кросс-секциях)

Регрессор	Спецификация уравнения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Константа	0.09 [0.16]	0.10 [0.16]	0.11 [0.16]	0.11 [0.16]	0.33 [0.10] ***	0.20 [0.17]	0.23 [0.17]	0.19 [0.16]	0.30 [0.09] ***	
Человеческий капитал в регионе (нормир.)	0.27 [0.17]	0.26 [0.17]	0.28 [0.17]	0.28 [0.17] *	0.36 [0.17] **	0.27 [0.16]	0.26 [0.17]	0.27 [0.16]	0.30 [0.16] *	0.66 [0.12] ***
Уровень концентрации компаний в регионе	0.09 [0.21]	0.09 [0.21]	0.20 [0.19]	0.20 [0.18]	0.22 [0.18]	-0.09 [0.21]	-0.04 [0.21]	-0.08 [0.20]	-0.10 [0.20]	0.21 [0.18]
Доля автомобильных дорог в режиме перегрузки (регионального или межмуниц. значения) в регионе	-0.02 [0.21]	-0.03 [0.21]	0.00 [0.20]	0.00 [0.20]	-0.07 [0.20]	-0.08 [0.20]	-0.04 [0.20]	-0.08 [0.20]	-0.12 [0.19]	-0.12 [0.20]
Средняя СФП в соседних регионах	0.39 [0.21] *	0.37 [0.20] *	0.34 [0.20] *	0.34 [0.19] *		0.16 [0.20]	0.23 [0.20]	0.16 [0.20]		
Эксплуатационная длина железнодорожных путей в регионе (нормир.)	0.04 [0.10]	0.01 [0.08]	0.00 [0.08]							
Плотность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	0.32 [0.24]	0.28 [0.22]								
Протяженность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	-0.05 [0.11]									
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) автомобильными дорогами						0.18 [0.12]		0.20 [0.07] ***	0.22 [0.07] ***	0.24 [0.07] ***
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) железнодорожными станциями						0.02 [0.11]	0.15 [0.07] **			

Источник: составлено авторами.

Таблица 11 – Результаты оценок зависимости нормированной СФП от различных факторов по группе отраслей торговли (оценка на региональных кросс-секциях)

Регрессор	Спецификация уравнения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Константа	0.20 [0.19]	0.22 [0.18]	0.18 [0.17]	0.18 [0.17]	0.38 [0.14] ***	0.21 [0.19]	0.16 [0.19]	0.20 [0.19]	0.41 [0.17] ***	
Человеческий капитал в регионе (нормир.)	0.00 [0.19]	-0.01 [0.19]	-0.03 [0.18]	-0.02 [0.18]	0.00 [0.19]	-0.03 [0.19]	-0.03 [0.19]	-0.01 [0.19]	0.01 [0.19]	0.14 [0.19]
Уровень концентрации компаний в регионе	0.05 [0.24]	0.04 [0.24]	0.10 [0.22]	0.11 [0.22]	0.07 [0.22]	0.14 [0.24]	0.14 [0.24]	0.09 [0.24]	0.04 [0.24]	0.52 [0.13] ***

Продолжение таблицы 15

Регрессор	Спецификация уравнения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Доля автомобильных дорог в режиме перегрузки (регионального или межмуниц. значения) в регионе	0.14 [0.24]	0.13 [0.24]	0.11 [0.23]	0.10 [0.23]	0.02 [0.23]	0.12 [0.23]	0.10 [0.23]	0.11 [0.23]	0.02 [0.24]	-0.05 [0.24]
Средняя СФП в соседних регионах	0.47 [0.22] **	0.45 [0.21] **	0.45 [0.21] **	0.45 [0.20] **		0.45 [0.21] ***	0.45 [0.20] ***	0.45 [0.20] ***		
Эксплуатационная длина железнодорожных путей в регионе (нормир.)	0.05 [0.12]	0.02 [0.08]	0.02 [0.08]							
Плотность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	-0.10 [0.26]	-0.15 [0.24]								
Протяженность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	-0.06 [0.13]									
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) автомобильными дорогами						-0.11 [0.13]		-0.02 [0.08]	-0.02 [0.08]	0.08 [0.07]
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) железнодорожными станциями						0.11 [0.13]	0.02 [0.07]			

Источник: составлено авторами.

Таблица 12 – Результаты оценок зависимости нормированной СФП от различных факторов по группе отраслей транспорта (оценка на региональных кросс-секциях)

Регрессор	Спецификация уравнения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Константа	-0.13 [0.20]	-0.15 [0.20]	-0.27 [0.20]	-0.31 [0.20]	0.27 [0.11] **	-0.27 [0.20]	-0.25 [0.20]	-0.26 [0.20]	0.29 [0.14] **	
Человеческий капитал в регионе (нормир.)	0.11 [0.17]	0.14 [0.18]	0.13 [0.18]	0.13 [0.18]	0.24 [0.19]	0.14 [0.18]	0.13 [0.18]	0.11 [0.18]	0.24 [0.19]	0.53 [0.14] ***
Уровень концентрации компаний в регионе	0.87 [0.47] *	0.73 [0.47]	0.96 [0.46] **	0.95 [0.47] **	0.83 [0.50] *	0.66 [0.53]	0.58 [0.50]	0.65 [0.53]	0.76 [0.57]	1.66 [0.39] ***
Доля автомобильных дорог в режиме перегрузки (регионального или межмуниц. значения) в регионе	0.22 [0.20]	0.26 [0.21]	0.25 [0.21]	0.24 [0.21]	0.08 [0.22]	0.23 [0.21]	0.25 [0.21]	0.27 [0.21]	0.09 [0.22]	0.04 [0.23]
Средняя СФП в соседних регионах	0.65 [0.27] **	0.71 [0.27] **	0.78 [0.27] ***	0.89 [0.27] ***		0.89 [0.28] ***	0.93 [0.26] ***	0.98 [0.28] ***		
Эксплуатационная длина железнодорожных путей в регионе (нормир.)	-0.03 [0.10]	0.09 [0.07]	0.12 [0.07]							
Плотность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	-0.54 [0.22] **	-0.40 [0.21] *								

Продолжение таблицы 16

Регрессор	Спецификация уравнения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Протяженность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	0.21 [0.11] *									
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) автомобильными дорогами						0.07 [0.13]		-0.09 [0.08]	-0.02 [0.08]	0.09 [0.06]
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) железнодорожными станциями						-0.17 [0.11]	-0.12 [0.07] *			

Источник: составлено авторами.

В таблицах 17-19 приведены результаты оценки зависимости СФП от степени развития инфраструктуры на муниципальном уровне.

На муниципальном уровне для всех рассмотренных наблюдается положительное влияние инфраструктурных переменных – как традиционных, так и рассчитанных в рамках данного исследования. СФП отраслей производства и торговли оказывается выше в муниципалитетах с более высокой плотностью автомобильных дорог. Протяженность железных дорог не имеет значимого влияния ни для одной из групп отраслей.

С переходом к альтернативному способу расчета СФП фирм для производственных отраслей теряет свою отрицательную значимость уровень концентрации компаний в муниципалитете и сменяется значимым положительным влиянием показателем человеческого капитала.

Также для всех групп отраслей в различных спецификациях наблюдается более высокий уровень производительности в муниципалитетах с более высокими показателями обеспеченности автомобильной и железнодорожной инфраструктурой.

Вне зависимости от выбранного способа расчета для всех групп отраслей можно наблюдать более высокое среднее значение СФП на муниципальном уровне в городах с численностью более 100 тыс. чел., при этом для отраслей транспорта и торговли влияние данного фактора становится в два раза слабее при расчете СФП как ошибки регрессионного уравнения.

Таблица 13 – Результаты оценок зависимости нормированной СФП от различных факторов по группе производственных отраслей (оценка на муниципальных кросс-секциях)

Регрессор	Спецификация уравнения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Константа	0.51 [0.01] ***	0.51 [0.01] ***	0.52 [0.01] ***	0.52 [0.01] ***	0.49 [0.02] ***	0.51 [0.01] ***	0.48 [0.02] ***	
Фиктивная переменная (население города более 100 тыс. чел.)	0.01 [0.00] *	0.01 [0.00] *	0.01 [0.00] *	0.01 [0.00] *	0.00 [0.00]	0.00 [0.00]	0.01 [0.00]	0.01 [0.01] **

Продолжение таблицы 17

Регрессор	Спецификация уравнения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Человеческий капитал в регионе (нормир.)	0.04 [0.02] **	0.04 [0.02] **	0.04 [0.02] **	0.04 [0.02] **	0.03 [0.02] **	0.04 [0.02] **	0.03 [0.02] *	0.22 [0.02] ***
Уровень концентрации компаний в регионе	0.01 [0.01]	0.01 [0.01]	0.01 [0.01]	0.01 [0.01]	0.01 [0.01]	0.01 [0.01]	0.01 [0.01]	0.04 [0.01] ***
Доля автомобильных дорог в режиме перегрузки (регионального или междумун. значения) в регионе	-0.04 [0.02] *	-0.04 [0.02] *	-0.04 [0.02]	-0.03 [0.02]	-0.04 [0.02] *	-0.04 [0.02]	-0.04 [0.02] *	-0.09 [0.03] ***
Эксплуатационная длина железнодорожных путей в регионе (нормир.)	0.00 [0.01]	-0.01 [0.01]	-0.01 [0.01]					
Плотность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	0.04 [0.02] **	0.03 [0.02] **						
Протяженность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	-0.01 [0.01]							
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) автомобильными дорогами					0.03 [0.02]		0.04 [0.02] **	0.42 [0.01] ***
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) железнодорожными станциями					0.01 [0.005] **	0.01 [0.00] ***		

Источник: составлено авторами.

Таблица 14 – Результаты оценок зависимости нормированной СФП от различных факторов по группе отраслей торговли (оценка на муниципальных кросс-секциях)

Регрессор	Спецификация уравнения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Константа	0.34 [0.02] ***	0.34 [0.02] ***	0.36 [0.02] ***	0.36 [0.01] ***	0.34 [0.03] ***	0.34 [0.02] ***	0.33 [0.03] ***	
Фиктивная переменная (население города более 100 тыс. чел.)	0.02 [0.01] **	0.02 [0.01] **	0.02 [0.01] ***	0.02 [0.01] ***	0.02 [0.01] **	0.02 [0.01] **	0.02 [0.01] ***	0.02 [0.01] **
Человеческий капитал в регионе (нормир.)	0.01 [0.03]	0.01 [0.03]	-0.01 [0.03]	-0.01 [0.03]	-0.01 [0.03]	-0.01 [0.03]	-0.01 [0.03]	0.16 [0.03] ***
Уровень концентрации компаний в регионе	-0.01 [0.01]	-0.01 [0.01]	-0.02 [0.01] *	-0.02 [0.01] *	-0.01 [0.01]	-0.01 [0.01]	-0.01 [0.01]	0.04 [0.01] ***
Доля автомобильных дорог в режиме перегрузки (регионального или междумун. значения) в регионе	0.05 [0.04]	0.05 [0.04]	0.08 [0.04] **	0.08 [0.04] **	0.07 [0.04] *	0.07 [0.04] *	0.07 [0.04] *	0.04 [0.04]
Эксплуатационная длина железнодорожных путей в регионе (нормир.)	0.01 [0.01]	0.01 [0.01]	0.01 [0.01]					
Плотность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	0.10 [0.03] ***	0.09 [0.03] ***						
Протяженность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	-0.01 [0.02]							
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) автомобильными дорогами					0.01 [0.02]		0.03 [0.02]	0.26 [0.01] ***
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) железнодорожными станциями					0.02 [0.01] *	0.02 [0.01] **		

Источник: составлено авторами.

Таблица 15 – Результаты оценок зависимости нормированной СФП от различных факторов по группе отраслей транспорта (оценка на муниципальных кросс-секциях)

Регрессор	Спецификация уравнения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Константа	0.33 [0.02] ***	0.33 [0.02] ***	0.34 [0.02] ***	0.34 [0.01] ***	0.29 [0.03] ***	0.32 [0.02] ***	0.28 [0.03] ***	
Фиктивная переменная (население города более 100 тыс. чел.)	0.01 [0.01] **	0.01 [0.01] **	0.01 [0.01] **	0.01 [0.01] **	0.01 [0.01] **	0.01 [0.01] **	0.02 [0.01] **	0.02 [0.01] ***
Человеческий капитал в регионе (нормир.)	-0.01 [0.03]	-0.01 [0.03]	-0.02 [0.03]	-0.02 [0.03]	-0.02 [0.03]	-0.01 [0.03]	-0.02 [0.03]	0.08 [0.03] **
Уровень концентрации компаний в регионе	0.04 [0.01] ***	0.04 [0.01]	0.03 [0.01] ***	0.03 [0.01] ***	0.04 [0.01] ***	0.04 [0.01] ***	0.04 [0.01] ***	0.07 [0.01] ***
Доля автомобильных дорог в режиме перегрузки (регионального или междун. значения) в регионе	-0.03 [0.05]	-0.03 [0.05]	-0.02 [0.04]	-0.02 [0.04]	-0.02 [0.04]	-0.02 [0.04]	-0.02 [0.04]	-0.04 [0.05]
Эксплуатационная длина железнодорожных путей в регионе (нормир.)	-0.01 [0.02]	0.00 [0.01]	0.00 [0.01]					
Плотность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	0.01 [0.03]	0.03 [0.03]						
Протяженность автомобильных дорог в регионе (нормир.)	0.02 [0.02]							
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) автомобильными дорогами					0.03 [0.03]		0.06 [0.03] *	0.29 [0.01] ***
Индекс транспортной обеспеченности (ИТО) железнодорожными станциями					0.02 [0.01] *	0.02 [0.01] **		

Источник: составлено авторами.

3.4 Результаты эмпирического анализа

Полученные результаты эмпирического анализа показывают следующее:

- Наибольшая эластичность выпуска по капиталу отмечается в группе отраслей промышленности, по труду – в группе отраслей транспорта, по сырью и материалам – в группе отраслей торговли.
- Показатель, отражающий уровень «человеческого капитала» оказывает большее влияние на СФП для фирм промышленных отраслей, чем для фирм отраслей торговли и транспорта.
- Ключевыми факторами, оказывающими статистически значимое влияние на СФП на региональном уровне промышленных отраслей, являются уровень человеческого капитала, уровень СФП в соседних регионах, плотность автомобильных дорог, индекс транспортной обеспеченности автомобильными дорогами и индекс транспортной обеспеченности (ИТО) автомобильными дорогами.
- При проведении оценок на муниципальном уровне агрегации данных наблюдается значимое влияние индексов транспортной обеспеченности (как

автомобильных, так и железнодорожных) для всех рассмотренных групп отраслей. В среднем рост ИТО на 10% приводит к росту СФП на 2.8%.

– На СФП компаний транспортной отрасли положительное влияние оказывают:

- уровень концентрации компаний в регионе \ муниципалитете (рост на 10% приводит к росту СФП на 0.4% в среднем): в муниципальных образованиях с высокой концентрацией компаний одной отрасли производительность действующих компаний фирм будет выше, чем в менее конкурентной среде;
- уровня СФП в соседних регионах (рост на 10% приводит к увеличению СФП на 7.8%);
- протяженности автомобильных дорог (рост на 10% приводит к увеличению СФП на 2.1%).

– Рост доли автодорог в режиме перегрузки оказывает негативное влияние на СФП – в среднем ее рост на 10% приводит к снижению СФП на 0.4%.

– Для всех рассмотренных групп отраслей более высокий уровень совокупной факторной произвольности (на 1-2% для разных спецификаций) наблюдается в муниципальных образованиях с большей численностью населения (свыше 100 тыс. чел).

Результаты исследования могут быть использованы для формирования системы целеполагания в стратегических документах развития транспортной инфраструктуры, а также определения влияния достижения заложенных в них целевых показателей на российскую экономику.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа посвящена анализу пространственного развития и уровня сформированности транспортной инфраструктуры и оценке ее влияния на совокупную факторную производительность в России.

В работе рассмотрено два подхода к оценке и расчету показателя СФП на уровне фирм: на основании усреднения регрессионных ошибок и на основании усреднения фиксированных эффектов на региональном и муниципальном уровнях. Полученные значения в дальнейшем были использованы для оценки степени влияния как классических инфраструктурных показателей, так и предложенных в данной работе индексов инфраструктурной обеспеченности, а также ряда других экономических показателей на уровень совокупной факторной производительности фирм трех групп отраслей: производства, торговли и транспорта.

В рамках работы получены статистически значимые результаты, говорящие в пользу гипотезы о том, что на совокупную факторную производительность положительно влияет состояние транспортной инфраструктуры на муниципальном уровне. Положительное влияние развития инфраструктуры на совокупную факторную производительность на региональном уровне не выявлено. Также получены подтверждения ряда гипотез о положительном влиянии на совокупную факторную производительность уровня человеческого капитала в регионе, уровня конкуренции внутри региона и уровня совокупной факторной производительности в соседних регионах.

Полученные оценки могут быть использованы для определения степени влияния, которое могут оказывать целевые показатели, заложенные в стратегических документах развития транспортной инфраструктуры, конкуренции и сферы образования, на показатели экономической эффективности, в частности, на совокупную транспортную производительность. Кроме того, полученные результаты могут быть также использованы для определения и уточнения самих целевых показателей, как федерального, так и регионального уровней.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. OECD - Organization for Economic Cooperation and Development. OECD Environmental Indicators: Development, Measurement and Use, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, France, 2003.
2. World Bank. Performance and impact indicators for transport // World Bank. 2004. URL: http://siteresources.worldbank.org/INTTRM/Resources/040227_redis-transport.pdf (дата обращения: 12.04.2018).
3. da Silva A.N.R., Manzato G.G., Pereira H.T.S. Defining functional urban regions in Bahia, Brazil, using roadway coverage and population density variables // Journal of Transport Geography. 2014. No. 36. pp. 79-88.
4. Aschauer D. Is public expenditure productive? // Journal of Monetary Economics, Vol. 23, No. 2, Март 1989. pp. 177-200.
5. Magalhães M.T. Spatial coverage index for assessing national and regional transportation infrastructures // Journal of Transport Geography. 2016. No. 56. pp. 53-61.
6. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Infraestrutura Econômica – Sistema de Informações Regionalmente Especializadas: Desenvolvimento Metodológico e Mapeamento de Informações, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, 2003.
7. Dobranskyte-Niskota A., Perujo A., Pregl M. Indicators to Assess Sustainability of Transport Activities – Part 1: Review of Existing Transport Sustainability Indicators Initiatives and Development of an Indicator Set to Assess Transport Sustainability Performance European Commission, Luxemburg. 2007.
8. Babcock M.W., Alakshendra A. Methodology to measure the benefits and costs of rural road closure: a Kansas case study // J. Transp. Res. Forum. 2012. Vol. 1. No. 51. pp. 111-130.
9. Cox K.R.. Man, Location and Space: An Introduction to Human Geography. New York: John Wiley and Sons, 1972.
10. Taaffe E., Gauthier H., O'Kelly M. Geography of Transportation. Second edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1996.
11. Morris J.M., Dumble P.L., Wigan M.R.. Accessibility indicators for transport planning // Transp. Res. A Gen. 1979. Vol. 13. No. 2. pp. 91-109.

12. Rodrigue J.P., Comtois C., Slack B. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2006. 297 pp.
13. Scheurer J., Curtis C. Accessibility measures: Overview and practical applications, Department of Urban and Regional Planning, Curtin University, 2007.
14. Litman T. Measuring transportation: traffic, mobility and accessibility // Institute of Transportation Engineers. ITE Journal, Vol. 73, No. 10, 2003. P. 28.
15. Дубовик В.О. Методы оценки транспортной доступности территории // Региональные исследования, No. 4, 2013. pp. 11-18.
16. Bhat C., Handy S., Kockelman K., Mahmassani H., Chen Q., Weston L. Development of an urban accessibility index: Literature review, 2000.
17. Geurs K., van Eck J.R.R. Accessibility Measures: Review and Applications, National Institute of Public Health and the Environment, 2001.
18. Baradaran S., Ramjerdi F. Performance of accessibility measures in Europe // Journal of transportation and statistics, Vol. 4, No. 3, 2001.
19. Geurs K.T., van Wee B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions // Journal of Transport Geography, Vol. 12, No. 2, 2004. pp. 127-140.
20. Porta S., Crucitti P., Latora V. The network analysis of urban streets: A dual approach // Physica A, No. 2, 2006a. pp. 853-866.
21. Porta S., Crucitti P., Latora V. The Network Analysis of Urban Streets: A Primal Approach // Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 33, No. 5, 2006b. pp. 705-725.
22. Manzato G.G., Dias R.S., Rodrigues da Silva A.N. Capacity of Roadway Infrastructure and its Relation with Functional Urban Regions // Computers in Urban Planning and Urban Management. Cambridge, MA USA. 2015.
23. OECD. Road Infrastructure, Inclusive Development and Traffic Safety in Korea, OECD Publishing, Paris, 2016.
24. OECD. Family Database, OECD, 2010.
25. Li X., Huang B., Li R., Zhang Y. Exploring the impact of high speed railways on the spatial redistribution of economic activities - Yangtze River Delta urban agglomeration as a case study // Journal of Transport Geography. 2016. No. 57. pp. 194-206.

26. Geurs K.T., van Wee B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions // Journal of Transport Geography. 2004. No. 12. pp. 127-140.
27. Geurs K.T., Ritsema van Eck J.R. Accessibility measures: review and applications, RIVM Rapport 408505006 2001.
28. Бугроменко В. Н. Транспорт в территориальных системах. - М.: Наука, 1987. – 112 с.
29. Польшнев А.О., Разбегин В.Н. Инфраструктурные предпосылки промышленного роста в регионах // «Транспортное дело России». - 2012, - №6(103), - С. 32-35.
30. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017г. [Эл. ресурс]. - URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения: 01.06.2018).
31. Транспорт и связь в России. 2016г. [Эл. ресурс]. - URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/3e4fc4004e3423529616fe18bf0023dd (дата обращения: 01.06.2018).
32. Польшнев А.О, Разбегин В.Н, Штульберг Б.М. Комплексная оценка уровня инфраструктурной обеспеченности регионов // «Регион: экономика и социология». Новосибирск, - 2012, - №3 (75), - С. 58-72.
33. Разбегин В.Н., Михайлов Д.И., и др. Атлас инфраструктурной обеспеченности субъектов Российской Федерации для обоснования приоритетов инвестиционной политики, М.: СОПС, 2011., отчет о НИР (заключ.).
34. Гришина И.В., Михайлов Д.И., Польшнев А.О., и др. Обоснование научно-методических подходов к разработке проекта Концепции Стратегии пространственного развития РФ, по заказу Минэкономразвития России, отчет о НИР(заключ.) М.: ВАВТ, 2016.
35. NextGis Data [Электронный ресурс] // NextGis: [сайт]. [2018]. URL: <https://data.nextgis.com/ru/> (дата обращения: 18.05.2018).
36. Зубец А.Н. Лидеры по состоянию дорожного хозяйства - Грозный, Казань, Череповец, Тюмень, Нижневартовск, Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, 2018.

37. Чистяков П.И.Д. Интегрированная транспортная система, Центр экономики инфраструктуры, Москва, 2008.
38. Van Beveren I. Total Factor Productivity Estimation: a Practical Review // LICOS Discussion Paper Series. 2007. No. 182. pp. 1-45.
39. Olley G. S., Pakes A. The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry // National Bureau of Economic Research, No. №. w3977, 1992.
40. Levinsohn J., Petrin A. Estimating production functions using inputs to control for unobservables // The Review of Economic Studies, Vol. 70, No. 2, 2003. pp. 317-341.
41. Федеральное дорожное агентство. Приказы, распоряжения // Федеральное дорожное агентство. 2012. URL: <http://rosavtodor.ru/docs/prikazy-rasporiyazheniya/13361> (дата обращения: 23.10.2018).
42. Екимова Н.А., Балацкий Е.В. Образовательный рейтинг регионов России // Федеральное Интернет-издание «Капитал страны». 2005. URL: http://kapital-rus.ru/articles/article/_44/ (дата обращения: 16.10.2018).
43. ТАСС, информационное агентство. Железную дорогу в Туву могут построить к концу 2023 года - Экономика и бизнес - ТАСС // Новости в России и мире - ТАСС. 2018. URL: <https://tass.ru/ekonomika/5123344> (дата обращения: 10.10.2018).