

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

Разработка подхода к оценке эффектов развития высокоскоростного  
железнодорожного сообщения: мировой опыт и перспективы России

**Радченко Д.М.**, младший научный сотрудник, лаборатория инфраструктурных и  
пространственных исследований ЦПЭ ИПЭИ РАНХиГС, ORCID: 0000-0002-7457-  
5179, radchenko-dm@ranepa.ru

**Ростислав К.В.**, младший научный сотрудник, лаборатория инфраструктурных и  
пространственных исследований ЦПЭ ИПЭИ РАНХиГС, ORCID 0000-0003-1869-  
8171, rostislav-kv@ranepa.ru

**Пономарев Ю.Ю.**, заведующий Лабораторией инфраструктурных и  
пространственных исследований ЦПЭ ИПЭИ РАНХиГС, к.э.н., ORCID 0000-0002-  
1188-9293, ponomarev@ranepa.ru

Москва 2021

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration  
(RANEPA)

## Approach to assessing the effects of the high-speed rail development: world experience and prospects for Russia

**Radchenko D.M.**, junior Researcher, Laboratory of Infrastructural and Spatial Research,  
RANEPA, ORCID: 0000-0002-7457-5179, radchenko-dm@ranepa.ru  
**Rostislav K.V.**, junior Researcher, Laboratory of Infrastructural and Spatial Research,  
RANEPA, ORCID 0000-0003-1869-8171, rostislav-kv@ranepa.ru  
**Ponomarev Y.Y.**, head of the Laboratory of Infrastructural and Spatial Research,  
RANEPA, Ph.D., ORCID 0000-0002-1188-9293, ponomarev@ranepa.ru

Moscow 2021

Транспортная отрасль является одной из ключевых составляющих частей российской экономики, не только создает существенный объем валовой добавленной стоимости, но и обеспечивает пространственную связность территорий страны. Ускорение

темпов технологического развития, внедрение новых технологий в различных отраслях требует соответствующего ускорения перемещения грузов и пассажиров, что обуславливает ускоренное развитие скоростного транспортного сообщения, которое имело место в наиболее интенсивно развивающихся странах в последнее десятилетие. В мировой практике высокоскоростной железнодорожный транспорт при организации массовых перевозок уверенно занимает транспортную нишу в диапазоне 400–800 км, обеспечивая наименьшее время в пути. В России высокоскоростное железнодорожное сообщение только начинает развиваться в рамках целей и задач, сформулированных в Указе Президента РФ №204 от 07 мая 2018 г. и Комплексном плане модернизации и расширения магистральной инфраструктуры, в Программе организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации. При этом, несмотря на многочисленные проведенные исследования количественных эффектов от инвестиций в транспортную инфраструктуру, в отечественной экономической литературе эффекты от развития высокоскоростного ж/д сообщения практически не изучены. Это обуславливает высокую **актуальность** подобного исследования, а также оценки положительных эффектов от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России в рамках сценарного анализа. **Цель** исследования - разработка подхода и проведение сценарных оценок социально-экономических эффектов развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России. В ходе выполнения работы были решены следующие **задачи**: обзор подходов к оценке эффектов ВЖД, анализ стратегических планов развития ВЖД в России, оценка эффектов в двух форматах: на страновой панели и на региональном уровне в имитационной модели. **Метод или методология исследования** - экономико-математическое моделирование и экономический анализ на основе построенных в РАНХиГС модельных комплексов, в частности прототипа имитационной пространственной модели российской экономики. **Объектом** исследования являются эффекты развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России. Ключевые **результаты**: на межстрановых данных показано, что развитие как скоростного, так и высокоскоростного сообщения оказывает значимый вклад в экономический рост: эластичность ВВП на душу населения по протяженности ВСМ и СМ составляет 0.029–0.036 и 0.042–0.048 соответственно, по наличию ВСМ – 0.125. Сценарный анализ на базе имитационной модели также демонстрирует повышение мобильности населения, стоимости жизни и др. показателей в регионах пролегания ВЖД до 2036 г.

Ключевые слова: пространственное развитие, высокоскоростное железнодорожное сообщение, транспорт, железнодорожный транспорт, скоростное железнодорожное движение, скоростные железные дороги, высокоскоростное движение, ВСМ, ВЖД.

Коды JEL Classification: R40, R41, R42

The transport industry is one of the key components of the Russian economy, not only generating a substantial amount of gross value added, but also ensuring the spatial connectivity of the country's territories. Acceleration of technological progress, introduction of new technologies in various industries require corresponding increase in cargo and passenger transportation, which implies speeding up the development of high-speed transportation, following the path most intensively developing countries took in the last decade. On the global scale, high-speed rail transport is confidently occupying a niche in the range of 400-800 km when organizing mass transportation and ensuring the shortest travel time. In Russia, high-speed rail service is just beginning to develop as part of the goals and objectives set forth in Presidential Decree No. 204 of May 7, 2018 and the Comprehensive Plan for the Modernization and Expansion of Mainline Infrastructure, the Program for organizing high-speed and high-speed rail service in the Russian Federation. At the same time, despite numerous studies of the quantitative effects of investment in transport infrastructure, the effects of high-speed rail service development have not been studied in practice in the domestic economic literature. This determines high **relevance** of such a study, as well as an assessment of the positive effects of the development of high-speed rail communication in Russia within the framework of scenario analysis. **The purpose** of the study is to develop an approach and conduct scenario assessments of the socio-economic effects of the development of high-speed railway communication in Russia. **Main goals:** a review of approaches to assessing the effects of HSR, analysis of strategic plans for the development of HSR in Russia, two-ways effects assessment: at the country panel and at the regional level in a simulation model. **The research methods** include economic and mathematical modeling and economic analysis based on model complexes built at RANEPA, particularly a prototype spatial simulation model of the Russian economy. **The object** of the research is the effects of the development of high-speed railway communication in Russia. **Key results:** based on cross-country data, it is shown that the development of both high-speed and express rail service contributes significantly to

economic growth: the elasticity of GDP per capita for the length of high-speed and express rail lines is 0.029–0.036 and 0.042-0.048 respectively, for the presence of HSR - 0.125. Scenario analysis based on a simulation model also demonstrates an increase in population mobility, cost of living, and other indicators in the regions where HSR is projected to be built.

Key words: spatial development, high-speed rail traffic, transport, rail transport, high-speed rail traffic, high-speed railways, high-speed traffic, high-speed rail.

JEL Classification Codes: R40, R41, R42

## **ВВЕДЕНИЕ**

Транспортная отрасль является одной из ключевых составляющих частей российской экономики, не только создает существенный объем валовой добавленной стоимости, но и обеспечивает пространственную связность территорий страны. Ускорение темпов технологического развития, внедрение новых технологий в различных отраслях требует соответствующего ускорения перемещения грузов и пассажиров, что обуславливает ускоренное развитие скоростного транспортного сообщения, которое имело место в наиболее интенсивно развивающихся странах в последнее десятилетие.

В мировой практике высокоскоростной железнодорожный транспорт при организации массовых перевозок уверенно занимает транспортную нишу в диапазоне 400-800 км, обеспечивая наименьшее время в пути.

В России высокоскоростное железнодорожное сообщение только начинает развиваться в рамках целей и задач, сформулированных в Указе Президента РФ №204 от 07 мая 2018 г. и Комплексном плане модернизации и расширения магистральной инфраструктуры, в Программе организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации. При этом, несмотря на многочисленные проведенные исследования количественных эффектов от инвестиций в транспортную инфраструктуру, в отечественной экономической литературе эффекты от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения практически не изучены. Это обуславливает высокую актуальность подобного исследования, а также оценки положительных эффектов от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России в рамках сценарного анализа.

Цель исследования - разработка подхода и проведение сценарных оценок социально-экономических эффектов развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России.

Метод или методология исследования - экономико-математическое моделирование и экономический анализ на основе построенных в РАНХиГС модельных комплексов, в частности прототипа имитационной пространственной модели российской экономики, а также региональной счетной модели частичного равновесия. Кроме того, для проведения первичных оценок социально-экономических эффектов от реализации проектов по развитию сети высокоскоростного сообщения используется расширенная модель межотраслевого баланса.

Для достижения поставленной цели исследования были решены следующие задачи:

- Обзор мировых подходов к развитию сети высокоскоростного железнодорожного сообщения;
- Анализ и систематизация основных параметров и факторов, оказывающих влияние на спрос на высокоскоростное сообщение;
- Анализ и систематизация основных эффектов, возникающие в результате создания и развития сети высокоскоростных железнодорожных магистралей;
- Обзор существующих в рамках стратегических документов планов по развитию высокоскоростного железнодорожного сообщения в России;
- Разработка методики и эмпирическая оценка эффектов от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения на социально-экономическое развитие страны и отдельных регионов;
- Сценарная оценка социально-экономических эффектов развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России с использованием экономико-математических моделей (имитационной пространной модели российской экономики; счетной региональной модели);
- Разработка практических рекомендаций по формированию экономической политики на основе проведенного анализа.

По итогам выполнения работы создан готовый инструментарий, база для дальнейших исследований и новых оценок в случае разработки новых сценариев

развития ВСМ в России. Оценки на реальных сценариях также могут быть использованы при разработке и обсуждении стратегических документов в сфере скоростного сообщения, для использования в качестве дополнительной аргументации.

# 1 Обзор и анализ страновых подходов к развитию сети высокоскоростного железнодорожного сообщения

## 1.1 Обзор статистики по развитию высокоскоростных железнодорожных дорог

В феврале 2020 г. во всем мире действовало более 52.4 тыс. км линий ВЖД, еще 11.9 тыс. км линий находили в стадии строительства (рисунок 1). Рекордсменом по протяженности линий ВЖД является Китай – на его долю приходится чуть более 67% всех линий, причем в стадии строительства находятся рекордные 5 тыс. км путей.

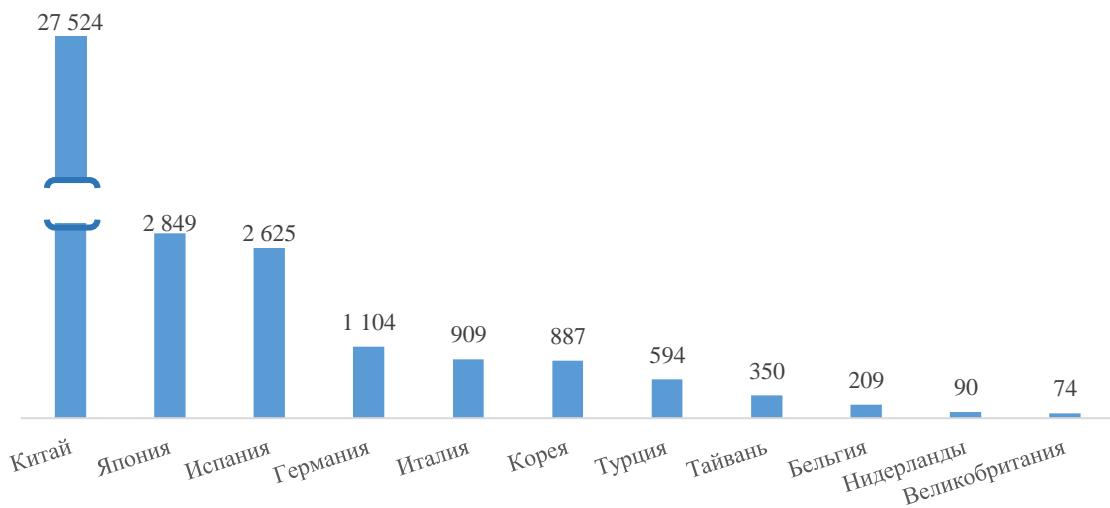


Рисунок 1. Протяженность ВЖД со скоростью более 250 км/ч. в мире, км

Источник: UIC [1].

Необходимо отметить, что на весь азиатский регион в сумме приходится 75.6% всех путей или 39 тыс. км железнодорожного полотна. В странах Европы в 2020 г. было построено около 20.6% линий ВЖД, причем распределение линий ВЖД несколько более равномерное по сравнению со странами Азии: наибольшие доли линий в общем километраже ВЖД по всему миру приходились на Францию (5.21% всех линий ВЖД), Испанию (6.34%), Германию (2.99%).

Наибольшими темпами ВЖД с точки зрения протяженности линий, находящихся в стадии строительства, развивается в Китае (+ 5 тыс. км новых линий), Турции (+ 1.6 тыс. км), Японии (+ 402 км). Хотя в абсолютном выражении страны Азии обгоняют страны Европы по запланированному приросту линий ВЖД (+ 14 тыс.

км против почти 11 тыс. км, соответственно), можно сделать вывод о том, что прирост в процентном выражении к уже существующим мощностям в европейском регионе гораздо более значимый (83% для стран Европы по сравнению с 31% для азиатского региона). В относительном выражении большими темпами развивается Ближний Восток с динамично растущими Турцией и Ираном и Северная Америка, где локомотивом роста являются США, однако на длинном горизонте планирования довольно протяженные сети ожидают строительства в Канаде и Мексике<sup>1</sup>.

Необходимо также отметить, что в 20 странах планируется открытие первых линий ВЖД с общей протяженностью путей свыше 19 тыс. км. Согласно данным UIC, самой загруженной системой в мире с точки зрения числа перевозимых пассажиров является система ВЖД Китая: в этой стране пассажирский трафик достиг в 2019 г. чуть более 774 млрд пассажир-км. Далее следуют Япония, Франция и Германия (таблица 1). Однако, если скорректировать приведенную в официальном источнике статистику на протяженность линий ВЖД, то становится понятно, что японские линии ВЖД сталкиваются с большими объемами пассажиропотока по сравнению с китайскими.

Таблица 1  
Пассажирооборот на высокоскоростном железнодорожном транспорте в мире, млрд пасс.-км.

Год	2010	2015	2019
Китай	46.3	386.3	774.7
Тайвань	7.5	9.7	12.0
Япония	77.4	97.4	99.3
Южная Корея	11.0	15.1	16.0
Франция	51.9	50.0	60.0
Германия	23.9	25.3	33.2
Испания	11.7	14.1	16.1
Италия (до 2017 г. вкл.)	8.0	13.6	—
Другие	7.3	20.0	18.1
Всего	245.1	631.5	1029.4

Источник: Международный союз железных дорог [2].

## 1.2 Модели интеграции ВЖД в сети общественного транспорта

Согласно работе Campos и De Rus [3], в которой авторы анализировали собранную ими базу данных по 166 проектам в области ВЖД для 20 стран, можно

---

<sup>1</sup> Далее для более полного охвата в качестве ВЖД будут рассмотрены дороги со скоростью движения от 160 км/ч.

выделить 4 модели интеграции ВЖД путей в существующую сеть традиционных видов железнодорожного транспорта:

Первая - модель эксклюзивной эксплуатации ВЖД путей, при которой ВЖД и традиционный общественный транспорт используют свою собственную инфраструктуру. Именно такая модель была принята при открытии японских линий ВЖД «Синакансэн» в 1964 г. Большим преимуществом данной модели является независимость операторов ВЖД и традиционного транспорта.

Согласно второй модели, ВЖД-поезда используют как специфическую для ВЖД-транспорта инфраструктуру, так и адаптированные для ВЖД-поездов модернизированные железнодорожные пути традиционных поездов. Данной модели интеграции ВЖД соответствует опыт функционирования французских линий TGV («Train a` Grande Vitesse»), которые эксплуатируются с 1981 г. Основным преимуществом данной модели является снижение затрат на строительство путей.

При третьей модели традиционные поезда могут использовать для передвижения пути высокоскоростных поездов, как это было организовано в испанской сети железных дорог AVE с 1992 г. При данной модели экономятся затраты на приобретение подвижного состава.

Наконец, при полностью смешанной модели наблюдается максимальная гибкость существующих мощностей: как высокоскоростные составы, так и традиционные поезда могут работать на двух типах путей. В рамках такой модели оперируют поезда междугородного сообщения в Германии с 1988 г., а также в Италии [3]. При таком способе эксплуатации путей значительно растут затраты на обслуживание подвижных составов и путей сообщения.

Данные модели совместного использования инфраструктуры определяют то, как предоставляются услуги высокоскоростного железнодорожного транспорта. Первая и вторая модели позволяют использовать инфраструктуру ВЖД более интенсивно, в то время как при третьей и четвертой моделях временных возможностей использовать ВЖД-составы не так много. Выбор модели обуславливается сравнением издержек на строительство и поддержание новой инфраструктуры и издержек, необходимых для модернизации существующих сетей железных дорог. Однако во внимание также принимаются характеристики существующего подвижного состава, который необходимо адаптировать к высокосортной езде.

Поскольку ВЖД-проекты отличаются крупными масштабами, они могут преследовать несколько целей, и увеличение скорости поезда (*таблица 2*), является

далеко не единственной задачей подобных мегапроектов. Ускорение работы поездов, а также улучшение связности регионов внутри страны не всегда является доминирующей целью.

Таблица 2

Цели внедрения высокоскоростных железных дорог в некоторых странах

Цели	Влияние	Франция	Япония	Китай	Италия	Британия	Тайвань	Испания
Скорость	Прямое	+	+	+	+	+	+	+
Мощность	Прямое / Непрямое	+	+	+	+	+	+	
Надежность	Прямое				+	+		
Экономическое развитие	Непрямое			+		+	+	
Окружающая среда	Непрямое					+		
Сфера поставок	Непрямое	+	+	+				+
Престиж	Непрямое	+		+	+			+
Политическая интеграция	Непрямое			+				+

Источник: исследование Preston [4].

Сами выгоды от внедрения линий ВЖД, а также издержки, связанные со строительством и эксплуатацией линий и подвижных составов, зависят от типа агента.

Preston [5] подразделяет все выгоды и издержки, связанные с влиянием ВЖД на общество в целом, на три категории. Во-первых, это экологические выгоды от снижения выбросов углерода и других загрязнителей воздуха. Однако необходимо заметить, что ВЖД может в то же время стать источником шумового загрязнения, вибрации, изъятия земли и порчи ландшафта. Во-вторых, сокращение числа аварий в результате смены транспорта передвижения на более безопасные скоростные поезда. В-третьих, внедрение и распространение ВЖД порождает распространение экономической деятельности и усиление экономической активности.

Существуют различные формы внедрения ВЖД и встраивания линий в текущую сеть традиционных железных дорог, отличную от классификации, предложенной Campos и De Rus [3]. Согласно Perl и Goetz [6], в зависимости от совместимости традиционных и высокоскоростных поездов и инфраструктуры, а также роли ВЖД в обеспечении междугородного сообщения, географического охвата (локальная линия, национальный и континентальный охват) и конфигурации сети (магистральная железнодорожная линия, межсетевая линия, радиальная ветка, децентрализованная ветка) все модели развития сетей ВЖД можно разделить на три типа:

1 Модель линии, выделенной исключительно для курсирования высокоскоростных поездов. Опыт Японии показал, что ВЖД хорошо зарекомендовали себя для соединения мегаполисов с высокой плотностью

населения, которые обслуживались обширными сетями общественного транспорта. Однако такая модель выявила невозможность расширить сеть ВЖД за пределы обслуживания мегаполисов без значительных финансовых вложений.

2 Гибридная модель, сочетающая в себе высокоскоростное движение по выделенной инфраструктуре магистральных линий ВЖД с движением по общим ветвям на обычных поездах. В Европе сети ВЖД развивались в соответствии с данной моделью, и изначально одной из основных целей развития сетей было увеличение пропускной способности грузовых железных дорог. Как пишет Givoni [7], такой дизайн сетей позволил также увеличить производительность пассажирских поездов и вернуть долю рынков на тех маршрутах, на которых происходило сокращение пассажиропотока, перевозимого железнодорожным транспортом. Подобная гибридная модель развития ВЖД характерна для Франции и Германии.

3 Комплексная модель, которая заключается в развертывании всеобъемлющей национальной сети с обширным развитием новейшей инфраструктуры, связывающей города и поселения среднего размера. В Китае сеть состоит из 4 линий ВЖД, протягивающихся с востока на запад, и 4 линий с севера на юг, которые связывают крупные города и охватывают маршруты протяженностью до 1600 км. В Испании также разработана комплексная национальная ВЖД система с использованием преимущественно радиальной сети с центром в Мадриде.

Эволюция сетей ВЖД в различных странах мира привела к накоплению специфического опыта, который может быть использован при разработке и внедрении в других странах. Не все, что привело к успеху ВЖД в Азии и Европе, будет одинаково хорошо применимо к экономическим, политическим, социальным или пространственным специфическим условиям, существующим в США, Австралии, Канаде или России. Прежде чем выявлять полезные уроки для перечисленных стран, рассмотрим подробнее опыт внедрения сетей ВЖД в крупнейших с точки зрения протяженности ВЖД странах: Японии, Франции, Германии, Испании, Италии, Великобритании, Китае и США.

## **1.4 Планирование строительства ВЖД в России**

При анализе различных моделей внедрения ВЖД можно сделать вывод, что данные проекты ВЖД имеют смысл, если с помощью них компания или

правительство стремятся ликвидировать ограничения пропускной способности, уменьшить заторы, а также построить и укрепить связи между промышленными центрами для улучшения грузовых перевозок. В то же время, как показывает опыт, если главной целью внедрения ВЖД является только увеличение региональной равенства и способствование региональному развитию, то такой проект может быть обречен на финансовый и экономический неуспех.

Среди всех моделей строительства и внедрения ВЖД модель эксклюзивной выделенной линии (Япония) и национальные гибридные модели (Франция и Германия) получили наибольшие положительные оценки в международном сообществе [6]. Наибольшие вопросы вызвали гибридные международные и комплексные национальные модели (трансъевропейская, испанская и китайская модели ВЖД). По результатам экономического анализа сеть ВЖД является прибыльной, если ее протяженность составляет 300-800 км и включает в себя крупные города, тогда как функционирование ВЖД на более длинных расстояниях с включением небольших населенных пунктов может едва ли покрыть затраты на строительство и операционные расходы и зачастую требует государственных субсидий.

Вопрос влияния ВЖД на сокращение выбросов и большую экологичности при функционировании спорен вследствие наличия оценок как в пользу ВЖД, так и против ВЖД. Высокоскоростные поезда намного более экологичны по сравнению с воздушным транспортом или автомобилем, однако они выбрасывают больше углекислого газа в атмосферу по сравнению с традиционными поездами. Очевидно, что влияние ВЖД на потребление энергии зависит от источника трафика: от того, генерируется ли он вновь или привлекается от других видов транспорта.

Что же касается влияния на экономическую активность в городах, имеющих станции ВЖД линий, необходимо отметить, что ВЖД не создает новые виды деятельности, а лишь помогает консолидировать уже имеющиеся в регионах процессы и ускорять поездки для фирм, для которых фактор времени и скорости является ключевым в их деятельности. Также Albalate и Bel [8] утверждают, что преимущества от ВЖД получают только те города и населенные пункты, в экономической сфере которых большим весом обладает сфера услуг. Крупные города получают преимущества встраивания в сеть ВЖД, однако в городах средних размеров в целом экономическая активность может снижаться, т.е. эффект от внедрения ВЖД в них оказывается негативным [8]. Наконец, ВЖД не только повышает число деловых

поездок, но также способствует продвижению туризма. Причем благодаря этому виду транспорта растет число туристов в городах, однако количество ночевок в коллективных средствах размещения имеет тенденцию к снижению.

Для проведения дальнейшего анализа возникающих от развития ВЖД эффектов было бы полезно помимо прочего рассмотреть страны с похожей структурой пространственного распределения населения и его плотностью. К таким странам можно отнести Австралию, Канаду и Китай (точнее, его западную часть).

В Австралии необходимость строительства ВЖД с минимальной скоростью 200 км/ч. обсуждается еще с 80х годов прошлого века. Чаще всего рассматривается участок между двумя крупнейшими городами Австралии - Сиднеем и Мельбурном, который является одним из самых загруженных воздушных маршрутов в мире. Расстояние между городами составляет около 800 км, что требует достижения достаточно высоких скоростей, чтобы ВЖД могли конкурировать с воздушным транспортом. Основными препятствиями для развития ВЖД в Австралии являются: высокий уровень конкуренции на внутренних авиалиниях, приводящий к очень доступным тарифам; высокие субсидии в сфере воздушных перевозок; большие расстояния между основными городами, превышающие те, на которых ВЖД могут эффективно конкурировать с самолетами; невысокая стоимость путешествия автомобилем, в том числе за счет крайне малого количества платных дорог в стране [9].

Канада – единственная страна Большой семерки, в которой отсутствует ВЖД. Наиболее часто предлагаемые к реализации маршруты – Эдмонтон-Калгари через Ред-Дир и Виндзор-Квебек-Сити через Торонто, Оттаву и Монреаль. В настоящее время доля авиаперелетов из Виндзора в Торонто в общем объеме пассажироперевозок невелика и составляет менее 1% (на долю автомобилей приходится примерно 93%) [10]. Ожидается, что ВЖД Торонто-Виндзор заменит ближнемагистральные рейсы, освободив пространство для более выгодных дальних перелетов.

В Китае области с низкой плотностью населения находятся в основном в западной части страны. В 2014 г. система ВЖД в стране была продлена в этом направлении. Маршрут Lanxin – первый и единственный высокоскоростной маршрут дальнего следования в Западном Китае, соединяющий Ланьчжоу с Урумчи на северо-западе Китая [11]. Высокоскоростная линия позволяет существующей железной дороге работать исключительно для перевозки грузов, что особенно актуально,

поскольку направление является частью Второго евразийского континентального моста или Нового шелкового пути.

Согласно докладу Вдовина и Чистякова, реализация такого проекта как внедрение ВЖД сети в России осложнена несколькими факторами: сложными климатическими условиями в стране, низкой плотностью населения в отдельных регионах, нехваткой частных инвестиций и бюджетных средств. Тем не менее, в стране необходимо повысить транспортную доступность территорий, раскрыть потенциал развития регионов, особенно удаленных от крупных центров, за счет установления специализации в этих территориях.

Согласно Campos и De Rus [3], внедрение ВЖД в России идет скорее по пути второй модели смешанной эксплуатации инфраструктуры высокоскоростными поездами. По Perl и Goetz [6] Россия пока скорее следует модели гибридного развития ВЖД, при котором высокоскоростное движение осуществляется как по выделенной инфраструктуре магистральных линий ВЖД, так и по общим традиционным путям. Тем не менее, у страны есть потенциал трансформировать будущую ВЖД сеть в международную гибридную сеть (по подобию Трансъевропейской сети) или комплексную национальную сеть, разив ее до масштабов Китая. Однако, этому может препятствовать гораздо большая протяженность страны по сравнению с Китаем.

Однако, как стало известно в 2019-2020 гг., первый этап строительства ВЖД «Москва – Казань» (участок Москва – Гороховец – Нижний Новгород) был заморожен и отложен на неопределенный срок в связи с поиском финансирования, его дороговизной, а также поиском необходимого экономического обоснования проекта. Более того, возможно, нынешнее состояние российской экономики – не самое лучшее подспорье для строительства линий ВЖД. Тем не менее, согласно мнению некоторых экспертов, в строительстве ВЖД в России далеко не последнюю роль играет политический фактор [12].

## **2 Обзор и анализ теоретических и эмпирических подходов к оценке эффектов от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения**

Транспорт на протяжении долгого времени считается одним из основных факторов экономического развития. Однако сила и направление его влияния остаются предметом научных споров. Aschauer считал, что «базовая» инфраструктура, такая как дороги, аэропорты, общественный транспорт, канализация и системы водоснабжения, имеет наибольший вес для объяснения уровня производительности [13]. Button считает, что с точки зрения рентабельности ВЖД требует огромных инвестиций, поэтому следует ее строить или нет - вопрос, к которому следует относиться с осторожностью [14]. Givoni и Banister считают, что прямое влияние ВЖД заключается в экономии времени в пути, но скорость не обязательно самый важный фактор, необходим всесторонний подход с точки зрения инвестиций, пассажировместимости, безопасности и частоты обслуживания [15]. Несмотря на то, что выводы о влиянии ВЖД на экономику и общество неоднозначны, в целом существует два типа взглядов: позитивное развитие и разбалансировка регионального развития.

Согласно ряду исследований ВЖД оказывает преобразующее влияние на экономику. В частности, положительный эффект возникает за счет сближения городов и регионов, что проявляется в снижении транспортных издержек, что, в свою очередь, может приводить к повышению производительности. Противоположная точка зрения [16] состоит в том, что такие эффекты в значительной степени являются перераспределительными: одни регионы получают выгоду, а другие страдают в зависимости от их способности использовать новые возможности. Такие поэтапные изменения в транспортном обеспечении могут привести к серьезным изменениям в экономической структуре, которые могут изменить как абсолютное, так и относительное положение регионов и, таким образом, устраниТЬ существующие региональные диспропорции.

Ключевыми подходами к оценке, сравнению, ранжированию и выбору планируемых проектов транспортной инфраструктуры являются многофакторный анализ, элементом которого является анализ «затраты-выгоды», а также анализ совокупного и/или пространственного экономического эффекта [17]. Используемые модели оценки текущих и будущих эффектов на экономику региона или страны

значительно различаются и зависят от наборов входных данных и алгоритмов вычисления.

Наиболее распространеными в мировой практике оценки инфраструктурных проектов, в том числе в приложении к проектам ВЖД, являются модели межотраслевого баланса или модели «затраты-выпуск», модели взаимодействия транспорта и использования территорий, вычислимые модели общего равновесия, эконометрические модели. Модели межотраслевого баланса учитывают связи между отраслями экономики, возникающие вследствие увеличения спроса или потребления в одной определенной отрасли. Данный класс моделей основывается на данных из национальных или региональных таблиц «затраты-выпуск», как правило, составляющихся по унифицированной методике, но имеет ряд ограничений (фиксированные технологические коэффициенты, постоянная отдача от масштаба, линейная зависимость между ресурсами и объемами производства отрасли). Кроме того, модели «затраты-выпуск» имеют упрощенное представление о транспортной отрасли, - не учитывают пространственную дифференциацию между спросом и предложением. Напротив, модели взаимодействия транспорта и использования территорий и вычислимые модели общего равновесия, благодаря содержанию явных причинно-следственных связей позволяют получить количественные эффекты того или иного инфраструктурного проекта, однако модели CGE технически усложнены и более требовательны к данным, чем модели LUTI [18]. К моделям, способным оценить эффекты от инвестиций в транспортную инфраструктуру, также могут быть отнесены микро-обследования фирм, модели на основе оценки производственных функций, модели частичного равновесия и региональные и макроэкономические модели [19]. При этом следует отметить, что модели на основе оценки производственных функций, модели межотраслевого баланса, LUTI-модели и модели CGE являются подходами к ожидаемой оценке и мониторингу реализации проекта (Ex-ante), в то время как анализ совокупного и пространственного экономических эффектов – подход к оценке, осуществляющейся после окончательного завершения проекта (Ex-post) [20].

## **2.1 Модель новой экономической географии**

Теоретическую основу эмпирического анализа эффектов от реализации транспортных проектов составляют модели новой экономической географии (НЭГ) в приложении к региональным рынкам. Эмпирически откалиброванные (настроенные) модели могут служить инструментом для прогнозирования экономических эффектов новых инфраструктурных проектов и выбора наиболее экономически эффективных.

Согласно модели, в экономике представлены  $L$  репрезентативных потребителей, наделенных единицей неэластичного труда, получающих номинальную заработную плату в размере  $w_c$ , дифференцированную по регионам. Количество регионов в экономике фиксировано:  $c \in \{1, \dots, C\}$ , между которыми существует свободное перемещение рабочей силы. Производственный сектор характеризуется монополистической конкуренцией и поставляет на рынок горизонтально дифференцированные торгуемые товары (с постоянной эластичностью замещения  $\sigma > 1$ , фиксированными затратами  $F$  и постоянными предельными затратами), основным фактором производства которых является труд. Транспортные издержки типа «айсберга»: для поставки в соседний регион  $c$  одной единицы товара, необходимо отправить  $T_{ic} > 1$  единиц товара из региона  $i$ . Кроме того, каждый регион наделен экзогенным запасом неторгуемого товара  $H_c$ , который поставляется совершенно неэластично. Доступ к рынку для фирм и потребителей является эндогенным показателем и описывается двумя уравнениями:

$$FMA_c \equiv \sum_i (w_i L_i) (P_i^M)^{\sigma-1} (T_{ic})^{1-\sigma} \quad (1)$$

$$CMA_c \equiv \sum_i n_i (p_i T_{ic})^{1-\sigma} \quad (2)$$

где  $FMA_c$  – мера доступа к рынку для фирм,

$CMA_c$  – мера доступа к рынку для потребителей,

$w_i L_i$  – совокупный трудовой доход,

$P_i^M$  – цена торгуемого товара,

$T_{ic}$  – транспортные затраты,

$n_i$  – количество товарных групп, производящихся в каждом регионе,

$p_i$  – цена товарной группы.

Условие мобильности рабочей силы, которое связывает равновесный уровень населения региона  $L_c$  с двумя определенными выше эндогенными показателями доступа к рынку и экзогенным показателем местных запасов неторгуемых товаров, может быть представлено в виде:

$$L_c = \chi(FMA_c)^{\frac{\mu}{\sigma(1-\mu)}} (CMA_c)^{\frac{\mu}{(\sigma-1)(1-\mu)}} (H_c), \quad (3)$$

где  $\chi \equiv \omega^{-\frac{1}{1-\mu}} \xi^{\frac{\mu}{1-\mu}} \mu/(1-\mu)$  – функция реальной заработной платы и параметров модели.

Логарифмируя правую и левую части уравнения, получим следующее выражение:

$$\ln L_c = \ln \chi + \frac{\mu}{\sigma(1-\mu)} \ln FMA_c + \frac{\mu}{(\sigma-1)(1-\mu)} \ln CMA_c + \ln H_c \quad (4)$$

Предполагая, что все параметры постоянны, может быть получено общее выражение доступа к рынку:

$$\ln MA_c(T_{ic}) \equiv \frac{\mu}{\sigma(1-\mu)} \ln FMA_c + \frac{\mu}{(\sigma-1)(1-\mu)} \ln CMA_c \quad (5)$$

Положительный шок транспортных расходов, вызванный строительством новой высокоскоростной железнодорожной линии, изменит меру доступа к рынку и повлечет рост экономической активности и миграцию из-за разницы в уровнях заработной платы, что впоследствии приведет к новому равновесному состоянию [21].

Оказываемый ВЖД эффект носит неравномерный, прерывистый характер, т.к. некоторые территории теряют в доступности из-за высоких издержек на подключение к новой сети и любого связанного с этим снижения качества обслуживания на классических железнодорожных линиях. Модели НЭГ содержат механизмы, подтверждающие этот аргумент.

### 2.3 Вычислимые пространственные модели общего равновесия

Модели данного класса используются также для сравнения альтернативных инфраструктурных проектов. В работе Oosterhaven и Knaap результаты пространственных CGE-моделей легли в основу оценки 6 проектируемых железнодорожных участков (см. таблицу ), соединяющих северные земли Нидерландов - провинции Гронинген, Фрисландия и Дренте с сильно

урбанизированным городом Рандстад и прилегающими городами Роттердамом, Гаагой, Амстердамом и Уtrechtом [19].

Методология построения вычислимой пространственной модели общего равновесия для Нидерландов (RAEM) включает моделирование спроса, объемов производства и торговли в 14 отраслях в 548 муниципалитетах с одним сектором домохозяйств. В модели все рынки относятся к типу монополистической конкуренции, каждая фирма в каждой отрасли производит только один вид продукции. Во всех производственных функциях и функциях полезности разновидности продукции  $x_i$  приводятся к виду  $Q_j$  с помощью CES-функции:

$$Q_j = \left( \sum_{i=1}^n x_i^{1-1/\sigma} \right)^{1/(1-\sigma)}, \quad (6)$$

где  $Q_j$  - сумма промежуточных факторов производства,

$\sigma$  - коэффициент эластичности замещения в  $n$  различных отраслях  $j$ .

Производственная функция зависит от промежуточных факторов производства и труда и имеет вид:

$$Y_j = L_j^\alpha \left( \prod_{i=1}^m Q_i^{\gamma_j} \right)^{1-\alpha}, \quad (7)$$

где  $\alpha$  - коэффициент эластичности замещения между трудом и промежуточными факторами производства,

$\gamma$  - эластичность замещения между промежуточными затратами разных отраслей.

Дополнением к количественному показателю (6) является функция индекса цен:

$$G_j(p_{1j}, \dots, p_{nj}) = \left[ \sum_{i=1}^n p_{ij}^{1-\sigma} \right]^{1/(1-\sigma)}, \quad (8)$$

где  $p_{ij}$  - цена продукции  $i$ , поставляемого отрасли / потребителю  $j$ , включающие транспортные расходы на доставку продукции  $i$  отрасли / потребителю  $j$ .

Равновесная наценка включает транспортные расходы по грузо- и пассажироперевозкам:

$$p^* = [f_g(d_g)]^\pi \cdot [f_p(d_p)]^{1-\pi} \cdot p, \quad (9)$$

где  $\pi$  – доля грузового транспорта  $g$  в транспортных расходах в данной отрасли,

$f$  -соответствует стоимости транспортировки вида «айсберг».

Для пассажироперевозок транспортные расходы варьируются в зависимости от инфраструктурного проекта (время в пути).

$$f(d) = 1 + \nu d^\omega, \quad (10)$$

где  $\nu$  и  $\omega$  - параметры, которые необходимо оценить,

$d$  - расстояние.

В частности, результаты вычислимой пространственной модели общего равновесия позволяют сравнить изменения на региональных рынках труда, а также динамику ВВП, ИПЦ и уровня общественного благосостояния при реализации того или иного проекта железнодорожной инфраструктуры. Согласно оценкам, в города, через которые проходит ВЖД, наблюдается перераспределение ресурсов с остальных территорий, не включенных в транспортную сеть.

## 2.4 Анализ совокупного экономического эффекта

Подход к оценке экономических эффектов от реализации проекта высокоскоростной сети железных дорог Тохоку-синкансэн и Хокурику-синкансэн был предложен Японским агентством железнодорожного строительства, транспорта и технологий (JRRT) [18]. Оценка отражает разницу ВРП префектур Японии за 10 лет в двух сценариях: с железной дорогой и без. Основная гипотеза заключается в большем экономическом влиянии нового инфраструктурного проекта на сферу услуг, что связано с тем, что обе линии обслуживают, прежде всего, пассажирские

перевозки. Для оценки эффекта рассчитывается показатель региональной привлекательности:

$$P_i = \sum_j^{46} \frac{DE_j}{GV_{ij}}, \quad (11)$$

где  $P_i$  - региональная привлекательность префектуры  $i$ ,

$DE_j$  - общие расходы префектуры  $j$ ,

$GV_{ij}$  - средняя обобщенная стоимость проезда из префектуры  $i$  в префектуру  $j$ .

Средняя обобщенная стоимость поездки рассчитывается как:

$$GV_{ij} = \alpha C_{ij,r} + \beta C_{ij,c} + \gamma C_{ij,a}, \quad (12)$$

где  $C_{ij,r}$  - средняя стоимость проезда из префектуры  $i$  в префектуру  $j$  по железной дороге,

$C_{ij,c}$  - средняя стоимость проезда из префектуры  $i$  в префектуру  $j$  на машине,

$C_{ij,a}$  - средняя стоимость проезда из префектуры  $i$  в префектуру  $j$  на самолете,

$\alpha, \beta, \gamma$  - доли транспортных потоков из префектуры  $i$  в префектуру  $j$  железнодорожным, автомобильным и воздушным видами транспорта соответственно.

Средняя стоимость проезда из префектуры  $i$  в префектуру  $j$  для каждого вида транспорта определяется следующим образом:

$$C_{ij,k} = F_{ij,k} + \omega \times T_{ij,k}, \quad (13)$$

где  $F_{ij,k}$  – фиксированные издержки пути из префектуры  $i$  в префектуру  $j$ ,

$T_{ij,k}$  - среднее время в пути из префектуры  $i$  в префектуру  $j$ ,

$\omega$  – стоимость единицы времени в пути в юенах.

Рост региональной привлекательности вследствие вводя новой высокоскоростной линии влияет как на уровень производства, так и расходов префектуры. Для расчета разницы ВРП в двух сценариях и оценки экономических эффектов от проекта валовый продукт оценивается как среднее двух подходов расчета

(по расходам и добавленной стоимости) для каждой из 47 префектур за 10 лет после открытия новой линии:

$$GDP = (VT + DE)/2, \quad (14)$$

где  $VT$  – объем ВРП, рассчитанный по методу добавленной стоимости (общий уровень производства),

$DE$  - объем ВРП, рассчитанный по методу расходов (общий уровень расходов).

Показатели  $VT$  и  $DE$  оцениваются путем решения системы одновременных уравнений, включающих информацию по семи подсистемам (производство, расходы, доходы, капитальные вложения, стоимость земли, занятость и население). В основе эконометрической модели лежит также модель миграции населения, учитывающая перемещение населения по разным префектурам с учетом относительной экономической привлекательности и стоимости жизни в префектурах  $i$  и  $j$ . Все уравнения в системе калибруются с использованием исторических данных, на основе оценок которых для каждого последующего года строятся прогнозы экономического роста, роста населения и занятости.

## 2.5 Модель «затраты-выгоды»

Альтернативным подходом к моделированию эффектов от проекта ВЖД является оценка общественных выгод от улучшения существующей железнодорожной линии и ускорения движения на участках, обслуживаемых несколькими конкурирующими видами транспорта, например, воздушным и автомобильным [22].

Условие рентабельности проекта ВЖД с точки зрения общественного благосостояния (изменения чистых выгод и издержек) может быть представлено в виде:

$$\int_0^T B(H)e^{-(r-g)t}dt > I + \int_0^T C_f e^{-rt}dt + \int_0^T C_q(Q)e^{-(r-g)t}dt, \quad (15)$$

где  $B(H)$  - социальные выгоды проекта в годовом измерении,

$C_f$  - фиксированные расходы на техническое обслуживание и эксплуатацию дороги в годовом измерении,

$C_q(Q)$  - обслуживание и эксплуатационные расходы в зависимости от объема пассажироперевозок  $Q$  в годовом измерении,

$I$  - инвестиционные расходы,

$T$  – срок эксплуатации новой высокоскоростной линии (срок службы проекта),

$r$  - социальная ставка дисконтирования,

$g$  – годовые темпы роста выгод и затрат, зависящие от уровня реальной заработной платы и пассажиропотока.

Основными компонентами годового объема социальных выгод от внедрения высокоскоростной железной дороги на участке, где действует линия с обычным скоростным режимом, (без учета пространственного перемещения экономической активности и регионального развития) являются: экономия времени за счет ускорения движения на участке, повышение качества транспортного обслуживания, количество рейсов, сокращение внешних эффектов, а также косвенное влияние на другие виды транспорта. Чистая приведенная стоимость социальных выгод в данном случае выражается в виде уравнения:

$$\begin{aligned}
 & \int_0^T B(H) e^{-(r-g)t} dt \\
 &= \int_0^T [\nu(\tau^0 - \tau^1)Q_0 + C_c](1 + \alpha)e^{-(r-g)t} dt \\
 &+ \sum_{i=1}^N \int_0^T \delta_i(q_i^1 - q_i^0)e^{-(r-g)t} dt,
 \end{aligned} \tag{16}$$

где  $\nu$  - среднее время обслуживания, включая разницу в качестве транспортного обслуживания при реализации проекта,

$\tau^0$  - среднее время в пути на 1 пассажира до реализации проекта (на линии с обычным скоростным режимом),

$\tau^1$  - среднее время в пути на 1 пассажира после реализации проекта,

$Q_0$  – объем спроса, предъявляемого на услуги высокоскоростного сообщения в первый год реализации проекта, в т.ч. перенаправленного с альтернативных видов транспорта,

$C_c$  – годовые переменные издержки эксплуатации линии с обычным скоростным режимом,

$\alpha$  – доля новых пассажиров, привлеченных благодаря реализации проекта (генерируемого спроса), по отношению к  $Q_0$ ,

$\delta_i$  - искажения на рынке  $i$ ,

$q_i^0$  - равновесный спрос на рынке  $i$  до реализации проекта,

$q_i^1$  - равновесный спрос на рынке  $i$  после реализации проекта.

Исходя из двух уравнений может быть рассчитан минимальный начальный объем спроса в первый год эксплуатации высокоскоростной линии, необходимый для положительной чистой приведенной стоимости проекта. При этом пороговое значение спроса будет тем выше, чем ниже среднее время обслуживания, средняя экономия времени в пути на 1 пассажира, доля генерируемого спроса, годовые темпы роста выгод, срок службы проекта и экономия затрат в альтернативных видах сообщения и чем выше инвестиционные, эксплуатационные и эксплуатационные расходы, а также социальная ставка дисконтирования.

Ряд эмпирических работ оценивают экономические эффекты до и после непосредственной реализации проекта ВЖД, а также между городами, в которых проект был реализован, и остальных, применяя методы эконометрического анализа, например, метод разность разностей. Учитывая, что размещение станций высокоскоростной дороги в пространстве происходит неслучайным образом, а согласно планам комплексного развития транспортной инфраструктуры, повышения пространственной связности территорий и др., для решения проблемы эндогенности, вызванной самоотбором, также применяется метод инструментальных переменных.

## 2.6 Синтетический контроль

Альтернативным эконометрическим методом оценки эффектов от строительства новой транспортной инфраструктуры является синтетический контроль, совмещающий элементы статистических методов разности разностей и мэтчинга (propensity score matching). Идея метода заключается в синтезировании на основе информации о контрольной группе контрафактических данных об исследуемой группе, в которой был реализован проект высокоскоростной дороги, а именно – о гипотетических эффектах в случае нереализации проекта. Таким образом, при помощи новых искусственно созданных данных возможно оценить эффекты для исследуемой группы, анализируя разницу между фактическими наблюдаемыми экономическими показателями и контрафактическими. Алгоритм синтеза прогнозирует контрафактические данные, назначая веса регрессорам в контрольных

группах, что помогает идентифицировать отдельные регрессоры и их влияние в прогнозировании [23].

В частности, данный подход был также применен к оценке экономических эффектов ВЖД Китая и позволил провести более полное исследование последствий реализации проекта [24]. В статье метод синтетического контроля применялся для оценки региональных панельных данных за 2001–2017 гг. по 36 городам, вошедшим в контрольную группу, и исследуемым городам, подключенных к межрегиональной сети высокоскоростного железнодорожного сообщения – Чжанчжоу (в 2011 г.), Цзинчжоу (2013), Гуйган (2014) и Сыбин (2013).

Пусть в выборке  $i = 1, 2, \dots, j + 1$  городов и  $t = 1, 2, \dots, T_0, \dots, T$  временных периодов, где  $T_0$  – год открытия станции ВЖД.  $Y_{it}^N$  – ВРП города  $i$  без учета влияния ВЖД,  $Y_{it}^I$  – ВРП города  $i$  с учетом влияния ВЖД. Таким образом, в периоды  $t = 1, 2, \dots, T_0$ , в которые ВЖД не оказывала влияние на ВРП города  $i$ :  $Y_{it}^N = Y_{it}^I$ . После открытия ВЖД ( $t > T_0$ ) экономический эффект от реализации проекта может быть представлен в виде:  $\alpha_{it} = Y_{it}^I - Y_{it}^N$ . Для городов, не подключенных к сети ВЖД,  $Y_{it}^I$  является неизвестным параметром, контр-фактические значения которого необходимо синтезировать. Аналогично для городов с ВЖД синтезируемый показатель –  $Y_{it}^N$ .

Данные ВРП до открытия ВЖД оцениваются с помощью уравнения:

$$Y_{it}^N = \delta_t + \theta_t Z_i + \lambda_t \mu_i + \varepsilon_{it}, \quad (17)$$

где  $\delta_t$  – временные фиксированные эффекты,

$Z_i$  – вектор контрольных переменных (численность населения, государственные расходы на науку и образование, уровень занятости, средний уровень заработной платы, ресурсы здравоохранения, объем розничных продаж социальных товаров массового потребления),

$\lambda_t$  – вектор ненаблюдаемых фиксированных эффектов общих факторов размерностью  $1 \times F$ ,

$\mu_i$  – вектор ненаблюдаемых региональных фиксированных эффектов размерностью  $1 \times F$ ,

$\varepsilon_{it}$  – ошибка.

Пусть  $i = 1$  – город, подключенный к сети ВЖД,  $J$  – города контрольной группы. Тогда вектор  $W = (w_2, w_3, \dots, w_{J+1})$  размерностью  $J \times 1$ , где  $w_2 \geq 0$ ,  $w_2 + w_3 + \dots + w_{J+1} = 1$  и каждый вектор представляет собой комбинацию синтетического контроля. Представим вектор  $W^* = (w_2^*, w_3^*, \dots, w_{J+1}^*)$ , когда  $t \leq T_0$ , такой, что  $\sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt} = Y_{11}, \dots, \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jT_0} = Y_{1T_0}, \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Z_j = Z_1$ . При  $t > T_0$  выражение  $Y_{1t}^N - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt}^N$  будет близким к нулю.

Следовательно, контр-фактическая контрольная группа для городов с ВЖД может быть синтезирована другими 36 городами, что  $\alpha_{it} = \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* \alpha_{jt}$ . Тогда выражение  $(Y_{1t}^I - \alpha_{1t}) - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* (Y_{jt}^I \alpha_{jt})$  будет также стремиться к нулю так, что  $\sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt}^I$  является несмешенной оценкой  $Y_{jt}^I$ ,  $\alpha_{1t} = Y_{1t}^I = Y_{1t}^N - Y_{1t}^I$  – несмешенной оценкой  $\alpha_{1t}$  и экономическим эффектом от реализации проекта ВЖД для города  $i = 1$ .

Эффекты от строительства высокоскоростных железных дорог также могут быть оценены в контексте регионального неравенства между городами, подключенными к сети и остальными. В работе Chen и Haynes для оценки связи между региональным экономическим ростом и ВЖД строится эконометрическая модель, основанная на предпосылках теории эндогенного роста [25]. Модель  $\beta$ -конвергенции, учитывающая влияние ВЖД, может быть представлена в виде:

$$g_{it} = \alpha_i + \beta \ln(y_{it-1}) + \gamma X_{it} + \delta Z_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (18)$$

где  $g_{it}$  – средний темп роста реального ВРП на душу населения в регионе  $i$  между начальным периодом времени и  $t$ ,

$y_{it}$  – уровень реального ВРП на душу населения,

$X$  – набор переменных, определяющих экономический рост в регионе, включая физический и человеческий капитал, институциональные различия,

$Z$  – индикатор развития транспортной инфраструктуры (плотность железнодорожной сети, доступность местоположения как средневзвешенное время в пути, экономическая или рыночная доступность и ежедневная доступность).

При этом наличие  $\beta$ -конвергенции между регионами подтверждается, если оцененный коэффициент принимает отрицательное значение и статистически значим.

Дополнительными инструментами оценки динамики, а именно - снижения регионального неравенства (сходимости между регионами) благодаря строительству ВЖД, являются взвешенный коэффициент вариации и агрегированный индекс Тейла [25].

$$CV_w = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P} (x_i - \frac{1}{n} \sum_i^n x_i)^2}}{\frac{1}{n} \sum_i^n x_i}, \quad (19)$$

где  $x_i$  – ВРП в регионе  $i$ ,

$P_i/P$  – доля численности населения в регионе  $i$ ,

$n$  – число регионов в выборке.

При этом чем больше значение коэффициента вариации, тем выше уровень регионального неравенства.

Агрегированный индекс Тейла может быть представлен в виде суммы показателей внутрирегионального (20) и межрегионального неравенства (21):

$$T_{intra} = \sum_{i \in S_r} \frac{y_i}{Y_r} \cdot \ln \frac{y_i/Y_r}{p_i/P_r}, r = 1, \dots n \quad (20)$$

$$T_{inter} = \sum_{r=1}^n Y_r \cdot \ln \frac{Y_r}{P_r}, \quad (21)$$

где  $Y_r$  – суммарный ВРП в регионе  $r$  (всех административных единиц в регионе),

$P_r$  – суммарная численность населения в регионе  $r$  (всех административных единиц в регионе),

$n$  – число регионов в выборке.

Аналогично измерению регионального неравенства могут быть измерены региональные диспропорции в спросе на железнодорожные грузовые и пассажирские перевозки:

$$T_{rail} = \sum_{i=1}^N D_i \cdot \ln \frac{D_i}{P_i}, \quad (22)$$

где  $D_i$  – показатель спроса на железные дороги, рассчитанный с учетом пассажирооборота, грузооборота, объема пассажиро- и грузоперевозок, в регионе  $i$ ,

$P_i$  – доля региона  $i$  в общей численности населения.

## 2.7 Разность разностей

В исследовании 2020 г. Li и др. [26] рассматривается влияние ВЖД на экономический рост на уровне городов, расположенных вдоль Нового Шелкового Пути. В качестве экспериментальной группы рассматриваются города с ВЖД, города без ВЖД - в качестве контрольной группы.

В логике моделей НЭГ постепенное улучшение транспортной инфраструктуры при одновременном стимулировании регионального экономического роста приводит к межрегиональному перераспределению различных экономических факторов. Соответственно, далее происходит изменение в модели пространственного распределения региональных экономик, т.н. «эффектом экономического распределения» [27]. Согласно Hall, развитие ВЖД порождает три эффекта: эффект того же города (the same-city effect), эффект коридора (the corridor effect) и эффект перетока (the siphoning effect) [28].

Эффект того же города проявляется в усилении интеграционного взаимодействия между соседними городами. Сеть ВЖД позволяет сократить транспортные издержки до той степени, при которой расстояние между соседними городами не воспринимается как препятствие, они воспринимаются как единое пространство. Благодаря эффекту того же города поток факторов, таких как люди, ресурсы, капитал и информация, может перемещаться гораздо более свободно с меньшими транспортными и транзакционными издержками и с более высокой эффективностью. Это приводит к укреплению экономических связей между соседними городами и способствует экономическому развитию.

Эффект коридора означает, что города вдоль линий ВЖД формируют сильные межпарные связи, образуя, таким образом, экономический коридор. С появлением ВЖД затраты на транспортировку товаров между городами в любом узле на линии уменьшаются. Кроме того, пропускная способность железной дороги возрастает, что обеспечивает более равномерный и интенсивный экономический обмен.

Сформированные экономические связи помогают оптимизировать распределение ресурсов и в некоторых случаях создать промышленный пояс. Ряд исследований (например, Xiaowen [29] или Chenglin и Qingqing [25]) показал, что эффект коридора приводит к более высокому уровню ВГП в городах, расположенных вдоль железнодорожной линии.

Эффект перетока предполагает, что появление ВЖД повышает привлекательность расположенных на ней городов и способствует сосредоточению финансовых и материальных ресурсов, человеческого капитала и информации. Рациональные производители склонны наращивать мощности в местах с интенсивным движением, чтобы снизить затраты, и города вдоль ВЖД как раз предоставляют такую возможность. Также постепенно меняется распределение ресурсов на прилегающих территориях. Результатом воздействия эффекта перетока служит появление и усиление агломерационных эффектов.

В работе выдвигается 2 гипотезы:

1 Открытие высокоскоростной железной дороги способствует экономическому росту городов.

2 Влияние ВЖД на экономический рост сильнее в больших городах.

В Китае строительство ВЖД прописано в стратегическом плане на национальном уровне. Местные органы власти часто не знают о планах строительства высокоскоростной железной дороги до официального объявления центрального правительства [30]. Кроме того, необходимость строительства определенной станции определяется не экономическим масштабом города, а его географической связью с центром. Таким образом, строительство ВЖД можно охарактеризовать как имеющее определенную степень случайности, которая может быть выражена в форме квазиестественного эксперимента.

Авторы вводят фиктивную переменную  $hsr$ , которая равняется 0 для контрольной группы. Для экспериментальной группы  $hsr = 0$  до появления ВЖД и  $hsr = 1$  после. Для оценки чистого воздействия ВЖД на экономический рост городов был использован метод difference-in-differences (DID). Модель выглядит следующим образом:

$$\ln Y_{it} = \alpha + \beta hsr_{it} + \theta X_{it} + \lambda_i + \tau_t + \varepsilon_{it}, \quad (23)$$

где  $i$  и  $t$  – город и год соответственно,

$Y$  – ВГП на душу населения или ВГП,

$X$  – набор независимых переменных,

$hsr$  – дамми на наличие ВЖД,

$\alpha$  – постоянный член,

$\lambda$  – городской фиксированный эффект,

$\tau$  – фиксированный годовой эффект,

$\varepsilon$  – случайная ошибка.

В исследовании рассмотрена панель данных по 89 городам из 12 провинций с 2004 по 2016 гг., причем 43 города сформировали экспериментальную группу (с ВЖД), а оставшиеся 46 – контрольную.

По результатам расчетов темпы экономического роста в городах с действующими высокоскоростными железнодорожными линиями оказались значительно выше, чем в городах без них. Также показано, что влияние ВЖД на экономический рост явно неоднородно: большие города, как правило, обладают более сильным перераспределительным эффектом, что приводит к более выраженному влиянию. Также более быстрый рост наблюдается в городах с более высоким уровнем развития сферы услуг и государственного управления.

Для проверки гипотезы 2 выборка городов была разделена на малые и средние города (с населением  $< 1$  млн чел.) и большие города (с населением  $> 1$  млн чел.). Для обеих групп влияние открытия ВЖД на ВГП положительно и значимо, однако масштабы различаются. Коэффициенты при  $hsr$  для малых и средних городов меньше, чем для крупных городов, что указывает на то, что эффект демонстрирует некоторую степень неоднородности. Появление ВЖД в больших городах привлекает ресурсы из близлежащих малых и средних городов и других городских элементов вдоль маршрута. Для малых и средних городов из-за отвлечения ресурсов эффект оказался значительно слабее.

### **3 Обзор существующих в рамках стратегических документов планов по развитию высокоскоростного железнодорожного сообщения в России**

В новейшей истории России первым нормативным документом относительно высокоскоростного железнодорожного транспорта являлся указ № 120 "О создании высокоскоростной пассажирской железнодорожной магистрали Санкт-Петербург — Москва" от 13 сентября 1991, которым Президент Б. Ельцин утвердил строительство высокоскоростной железнодорожной магистрали Санкт-Петербург — Москва [31], однако данный указ был отменён к 1998 году ввиду макроэкономической обстановки.

Основными стратегическими документами, определяющими развитие высокоскоростного железнодорожного сообщения в России, на текущий момент являются:

- Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года [32];
- Транспортная стратегия РФ на период до 2030 г. [33];
- Прогноз долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2030 г. [34];
- Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации [35];
- Схема территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта [36];
- Государственная программа Российской Федерации «Развитие транспортной системы» 2018-2024 гг. [37].

#### **3.1 Стратегия развития железнодорожного транспорта до 2030 года**

Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (далее – Стратегия) была утверждена 17 июня 2008 г. распоряжением Правительства РФ № 877-р.

В Стратегии высокоскоростные линии определяются как «линии, предназначенные для перевозки пассажиров со скоростью до 350 км/ч»

В Стратегии были приняты 2 сценария развития железнодорожного транспорта до 2030 г.: минимальный и максимальный, который соответствовали сценарию

энергосырьевого развития России и сценарию инновационного развития Стратегии социально-экономического развития России до 2020 года.

Минимальный вариант Стратегии, предполагал строительство высокоскоростной линии по направлению «Санкт-Петербург – Москва». В данном сценарии, согласно Стратегии, предполагается строительство 16017 км новых железнодорожных линий к 2010 году, из которых 659км – высокоскоростные, что составляет 4.1 %. Предполагаемые инвестиции в данном варианте составляют 564.9 млрд руб. (в ценах 2007 года, без налога на добавленную стоимость и затрат на отвод земли), в том числе: федеральный бюджет - 294.3 млрд руб., субъекты РФ – 107 млрд руб., АО «РЖД» - 136.3 млрд руб., частные инвесторы – 27.3 млрд руб. [32].

Максимальный вариант Стратегии предусматривал строительство трёх высокоскоростных магистралей:

- Санкт-Петербург – Москва (время на маршрут: 2 часа 30 минут)
- Москва – Нижний Новгород (1 час 40 минут)
- Москва – Смоленск – Красное (2 часа)

В данном сценарии Стратегии предусматривается 20 730 км новых линий, включая 1 528 км высокоскоростных, что составляет уже 7.37% от нововведённых линий. Необходимые инвестиции для реализации данного варианта Стратегии составляют 1261.6 млрд руб. (в ценах 2007 года, без налога на добавленную стоимость и затрат на отвод земли) [32].

Стратегия включает в себя 2 этапа:

– Этап модернизации железнодорожного транспорта на 2008-2015 гг., на котором основной задачей являлось обеспечение необходимых пропускных способностей на основных направлениях перевозок на основе модернизации подвижного состава и объектов инфраструктуры. На первом этапе предполагается строительство высокоскоростной магистрали «Санкт-Петербург – Москва» в обоих вариантах развития

– Этап динамичного расширения железнодорожной сети на 2016-2030 гг., который подразумевал создание железнодорожной инфраструктуры для развития новых точек экономического роста, а также переход «на мировой уровень технологического прогресса». Продолжение развития высокоскоростных магистралей на втором этапе Стратегии предусмотрено только для максимального варианта.

## **3.2 Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года**

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (далее – Стратегия) была утверждена распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р.

Стратегия содержит 3 сценарных варианта развития транспортной системы РФ также соответствующие сценариям Стратегии социально-экономического развития России до 2020 года: инерционный, энергосырьевой и инновационный, причем необходимость развития высокоскоростного железнодорожного сообщения упоминается лишь в последнем.

План реализации Стратегии состоит из двух этапов. Первый этап стратегии – модернизация и ликвидация «узких мест» транспортной системы рассчитан до 2015 г. На данном этапе Стратегия предусматривает строительство приоритетного направления высокоскоростного движения Москва – Санкт-Петербург (250 км/ч), а также скоростного движения на направлениях Санкт-Петербург – Балтийская (200 км/ч) и Санкт-Петербург – Москва.

Второй этап Стратегии рассчитан на 2016-2030 гг., и предполагает интенсивное инновационное развитие транспортной системы РФ.

Маршрут «Москва – Смоленск – Красное» в данной Стратегии относится к скоростным (140-160 км/ч) и планируется к организации после 2015 г., в отличие от Стратегии развития железнодорожного транспорта, рассмотренной ранее, где данный маршрут был категорирован как высокоскоростной (до 350 км/ч) [33].

Развитие скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения, согласно целевым показателям стратегии должно привести к увеличению участковой скорости движения пассажирских поездов дальнего следования на 16.4%: с 56.7 км/ч в 2007 году до 66 км/ч в 2030 г. [33].

## **3.3 Прогноз долгосрочного социально-экономического развития до 2030 г.**

Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г. (далее Прогноз) был опубликован Минэкономразвития России в марте 2013 г. и содержит 3 сценария долгосрочного

экономического развития России: консервативный, инновационный и форсированный.

В рамках прогноза рассматриваются три основных транспортных коридора для развития высокоскоростного железнодорожного сообщения: Центр – Северо-Запад, Центр – Юг, Центр – Восток. На данных направлениях рассматривается 6 возможных проектов (высокоскоростных магистралей) для реализации:

- 1 Москва – Нижний Новгород – Чебоксары – Казань – Екатеринбург (BCM 2) протяженностью 1615 км, скорость до 400 км/ч;
- 2 Казань – Самара протяженностью 560 км, скорость до 300 км/ч;
- 3 Омск – Новосибирск протяженностью 630 км, скорость до 300 км/ч;
- 4 Новосибирск – Красноярск протяженностью 700 км, скорость до 300 км/ч;
- 5 Москва – Санкт-Петербург (ВСЖМ 1) протяженностью 659 км, скорость до 400 км/ч;
- 6 Москва – Воронеж – Ростов – Адлер протяженностью 1740 км, скорость до 300 км/ч.

В инновационном сценарии предполагается реализация проектов ВСЖМ-1 и BCM-2, при этом в Прогнозе представлены детальные расчёты по необходимым инвестициям, а также результаты реализации выбранных проектов.

В консервативном сценарии Прогноза реализация указанных проектов до 2030 г. не планируется, а в случае реализации форсированного сценария указанные мероприятия начнут осуществляться в более ранние сроки.

### **3.4 Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в РФ**

Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в РФ (далее Программа) была принята АО «РЖД» в ноябре 2015 года, в основу которой легли Стратегия развития железнодорожного транспорта и транспортная стратегия до 2030 г., а также Прогноз долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2030 г. Цель реализации программы – переломить тенденцию падения перевозок в дальнем пассажирском сообщении.

В Программе выделяются 3 системообразующих проекта:

- BCM Москва – Казань – Екатеринбург (BCM-2);
- Москва – Адлер (BCM-3);

- Москва – Санкт-Петербург (ВСМ-1).

Программа состоит из трёх пятилетних этапов, на каждом из которых планируется реализация проектов высокоскоростных магистралей:

1 2015 – 2020 гг. Создание пилотных проектов инфраструктуры ВСМ:

- ВСМ «Москва – Казань»;
- ВСМ «Москва – Тула»;
- ВСМ «Екатеринбург – Касли – Челябинск»).

Данные проекты свяжут крупные российские агломерации, и ускорит сообщение с другими городами по данным железнодорожным направлениям, так, например, ВСМ «Москва – Тула» также будет способствовать ускорению сообщения с Орлом, Курском и Белгородом.

- 2020 – 2025 гг. Региональная экспансия: ВСМ «Ростов – Краснодар – Адлер», ВСМ «Тула – Воронеж», ВСМ «Казань – Елабуга»
- 2025 – 2030 гг. Формирование коридоров: ВСМ «Москва – Санкт-Петербург», ВСМ «Елабуга – Екатеринбург», ВСМ «Чебоксары – Ульяновск – Самара», ВСМ «Воронеж – Ростов-на-Дону»

2 После 2030 гг. из ВСМ и скоростных ЖД магистралей будет формироваться замкнутый контур, в том числе ответвления от ВСМ-2 на Уфу и Пермь.

### **3.5 Схема территориального планирования в области федерального транспорта**

Схема территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (далее Схема) была утверждена распоряжением правительства РФ в марте 2013 г. [36]. В рамках первого этапа (до 2020 г.) Схема предполагает строительство высокоскоростной пассажирской железнодорожной линии «Москва – Санкт-Петербург» протяженностью 659 км. На втором этапе (до 2030 г.) предполагается строительство трёх дополнительных высокоскоростных магистралей: Москва – Смоленск – Красное (445 км), Москва – Нижний Новгород (415 км.), Москва – Калуга – Брянск (480 км.).

### **3.6 Государственная программа «Развитие транспортной системы» 2018-2024 гг.**

Государственная программа Российской Федерации «Развитие транспортной системы» 2018-2024 гг. (далее Программа) принята в 2017 г. Правительством РФ. Программа включает в себя Федеральный проект «Высокоскоростное железнодорожное сообщение» (далее Проект), предусматривающий строительство 301 км высокоскоростных железнодорожных магистралей в период 2021 – 2024 гг. Задачей Проекта является завершение строительства первого этапа высокоскоростной магистрали «Москва – Казань», а именно участка «Железнодорожный – Гороховец» от Москвы до Нижнего Новгорода.

### **3.7 Сравнительный анализ стратегических документов**

Наиболее часто встречающиеся проекты ВСМ – «Москва – Санкт-Петербург» и «Москва – Нижний Новгород», встречаются в 5 из 6 документов (*таблица 3*). Наиболее обширные планы по развитию ВСМ в России представлены в Прогнозе долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2030 г., а также в Программе организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в РФ поскольку оба документа предусматривают реализацию ряда проектов ВСМ: «Москва – Санкт-Петербург», «Москва – Екатеринбург», «Москва – Адлер» и скоростных магистралей по направлению «Москва-Красное», тем самым обеспечивают полное покрытие основных четырех направлений высокоскоростным железнодорожным транспортом.

Таблица 3 – Сравнительная таблица проектов ВСМ

Проектные участки строительства ВСМ	Стратегия развития ЖД транспорта до 2030 г.	Транспортная стратегия РФ до 2030 г.	Прогноз долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2030 г.	Схема территориального планирования РФ в области федерального транспорта	Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в РФ	Государственная программа РФ «Развитие транспортной системы» 2018-2024
Москва – Санкт-Петербург (659 км)	+ 2008-2015 гг.	+ 2008-2015 гг.	+ после 2018 г.	+ 2013-2020 гг.	+ 2015-2030 гг.	
Москва – Смоленск – Красное (445 км)	+ 2016-2030 гг.	СМ 2016-2030 гг.		+ 2020-2030 гг.	СМ	
Москва – Нижний Новгород (415 км)	+ 2016-2030 гг.		+ после 2014 г.	+ 2020-2030 гг.	+ 2015-2020 гг.	+ (Железнодорожный-Гороховец (310 км.) 2021- 2024 гг.)
Нижний Новгород – Чебоксары (235 км)			+ после 2014 г.		+ 2015-2020 гг.	
Чебоксары – Казань (120 км)			+ после 2014 г.		+ 2015-2020 гг.	
Казань – Екатеринбург (836 км)			+ после 2018 г.		+ 2020-2030 гг.	
Чебоксары - Ульяновск - Самара					+ 2025-2030 гг.	
Казань – Самара (560 км)			+			
Екатеринбург - Касли - Челябинск					+ 2015-2020 гг.	
Омск – Новосибирск (630 км)			+			
Новосибирск – Красноярск (700 км.)			+			
Москва – Воронеж – Ростов – Адлер (1740 км.)			+		+ 2020-2030 гг.	
Москва – Калуга – Брянск (480 км.)				+ 2020-2030 гг.		

Знаком «+» отмечены ВСМ, которые планируются к реализации в соответствующем документе, а года - планируемые сроки реализации, если таковые указаны; обозначение «СМ» - проект участка как скоростной магистрали

Источник: составлено авторами.

В рамках нормативных и стратегических документов наблюдается постепенное развитие идеи высокоскоростных железнодорожных магистралей, от соединения двух крупнейших агломераций России: Москвы и Санкт-Петербурга, к строительству сети скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей, образующих транспортные коридоры как исходящие из федерального центра, так и соединяющие удаленные от ЦФО агломерации друг с другом. Полная реализация всех недублирующих проектов ВСМ образует сеть протяженностью более 7 тыс. км, строительство которой поставило бы РФ на второе место в мире по протяженности ВСМ после Китая. Реализация наиболее вероятных проектов ВСМ («Москва – Санкт-Петербург» и «Москва – Нижний Новгород») приведёт к созданию сети ВСМ протяженностью 1.1 тыс. км, что превышает протяженность ВСМ в Италии и США по состоянию на 2020 г. и является 6 показателем в мире по протяженности высокоскоростных пассажирских железных дорог [38].

## 4 Анализ и структуризация основных эффектов, возникающих при реализации проектов по развитию высокоскоростных железных дорог

Мировой опыт реализации проектов высокоскоростных железных дорог свидетельствует о том, что эффекты, возникающие на этапах их строительства и эксплуатации, могут быть обширны. Эффективность масштабных проектов транспортной инфраструктуры выходит за рамки финансовых показателей: учет социально-экономических факторов позволяет дать комплексную оценку эффективности проекта для развития экономики, а также провести сценарный анализ рисков и утраченных выгод в случае, если проект не будет реализован.

На основе пула теоретических и эмпирических работ основные эффекты от высокоскоростных железных дорог могут быть подразделены на прямые и косвенные социально-экономические эффекты, оказывающие влияние на региональном и общенациональном уровнях (*таблица 4*).

Таблица 4

Эффекты развития высокоскоростного железнодорожного транспорта

Категория	Эффект	Источник
<b>Первичные</b>		
Прямые социально-экономические эффекты	Стимулирование регионального выпуска и сокращение межрегиональных диспропорций	[39], [22], [40]
	Изменение структуры региональных пассажирских перевозок, потребительского поведения и снижение спроса на конкурирующие виды транспорта	[41], [42]
	Развитие туристических направлений и концентрация экономической деятельности	[43]
	Влияние на рынок труда: строительство высокоскоростной железной дороги улучшает возможности для трудоустройства на национальном уровне, а также значимо влияет на уровень занятости в отдельных регионах	[44]
	Влияние на рынок недвижимости: повышение доступности жилья, снижение плотности городского населения	[45]
Косвенные (внешние) экономические эффекты	Повышение эффективности распределения факторов производства	[24]
	Повышение налоговых поступлений	[46]
	Стимулирование корпоративных инноваций и потока «талантов», нивелирование финансовых ограничений	[47]
	Повышение производительности и мобильности трудовых ресурсов, экономия времени	[48]
<b>Вторичные</b>		
Пространственные и агломерационные эффекты	Повышение пространственной связанности территорий и доступности поездок на дальние расстояния, агломерационные эффекты	[49]
	Территориальное и пространственное развитие территории, рост городских агломераций	[50]
	Снижение уровня шумового и экологического загрязнения	[51]

Категория	Эффект	Источник
Экологические эффекты	Повышение транспортной безопасности по сравнению с альтернативными видами транспорта	

Источник: составлено авторами на основе указанных источников.

Эффекты от внедрения высокоскоростного железнодорожного сообщения имеют пространственно-временную структуру: оказывают различное влияние на микро-, мезо- и макроуровнях экономики, а также распределяются в зависимости от этапа реализации проекта. Как правило, экономические эффекты ввода скоростной линии проявляются неравномерно с течением времени: наиболее глубокие структурные преобразования в экономике имеют место на более длинном горизонте. В случае высокоскоростной железной дороги Кельн-Франкфурт спустя 4 года после ее запуска был зафиксирован прирост таких макроэкономических показателей, как ВВП, ВВП на душу населения и уровень занятости, вызванный значимым расширением доступа к региональным рынкам [24]. Эффекты, возникающие на этапе строительства, носят мультипликативный характер: благодаря стимулированию экономического роста в сопряженных отраслях экономики, как промышленность, строительство, электроэнергетика, они продолжают действовать по завершении стадии строительства высокоскоростной дороги [52]. В качестве примера мультипликативный эффект в первые два года строительства магистрали Пекин-Шанхай составлял 5.43, что сопровождалось значительным наращиванием числа новых рабочих мест [53].

Региональные эффекты, возникающие при реализации проектов по развитию ВЖД в долгосрочной перспективе, могут быть представлены блок-схемой, включающей пять аспектов регионального развития – транспортную доступность, землепользование и территориальную структуру, рынок труда, инвестиционную активность и производство, на динамику которых влияют размещение трудовых ресурсов, фирм [54].

Механизмы реализации основных эффектов широко представлены в эмпирической литературе, посвященной анализу международного опыта разработки и реализации проектов высокоскоростного железнодорожного сообщения.

Запуск высокоскоростного железнодорожного сообщения способствует экономическому росту регионов, подключенным к высокоскоростному сообщению, предоставляя возможности получения ассоциируемых с ВЖД экономических выгод. На примере скоростных линий, связывающих Лондон с крупными городскими агломерациями и ключевыми региональными центрами, определено, что ВЖД затрагивает занятость в сфере услуг и ускоряет развитие наукоемких отраслей,

уменьшая неравномерность развития регионов и межрегиональные диспропорции. При этом сфера влияния соответствует часовым изохронам: наибольшее влияние ВЖД оказывает на городские экономики, расположенные в двухчасовом радиусе от Лондона, при этом способствуя сближению столичной агломерации с удаленными региональными центрами за счет ускорения сообщения между ними. Строительство и запуск высокоскоростной железной дороги способствовали экономическому взаимодействию Лондона и городов, расположенных в одн часовом радиусе от него, а именно - ускорению маятниковой миграции, усилению роли наукоемких видов деятельности и роста сегмента деловой недвижимости в близлежащих региональных центрах - Рединге, Суиндоне, Питерборо [40].

Несмотря на то, что меры, направленные на улучшение транспортной инфраструктуры, в частности за счет ускорения межрегионального сообщения, служат инструментом политики по сокращению регионального неравенства, возможно увеличение существующего разрыва между периферийными и центральными регионами. Прежде всего, риск расходности связан с усилением роли центра и укреплением его положения как основного транспортного узла, что препятствует развитию новых центров во второстепенных узлах или между ними. Следствием улучшения доступности центрального узла с точки зрения значимости в графовой структуре пассажирских перевозок может быть также разрастание центральной агломерации. Совокупные региональные эффекты инвестиционного проекта высокоскоростных железных дорог зависят от макроэкономических условий, как степень жесткости заработных плат и интенсивность межрегиональной миграции [22].

В исследовании Shabani и др. [39] для провинций Ирана определено, что проекты транспортной инфраструктуры имеют выраженный пространственный эффект. Применение пространственных методов анализа показало, что качественное улучшение и расширение протяженности существующей железнодорожной инфраструктуры, составляющей региональный транспортный каркас, оказывают значимое положительное влияние на экономический рост близлежащих провинций.

Установлена связь между строительством скоростных железнодорожных магистралей, функционированием альтернативных видов транспорта и переключением между видами транспортных работ на участках, где организовано высокоскоростное движение. Открытие новых линий ВЖД связано с выводом пассажирского трафика с традиционных железнодорожных линий и высвобождением

их мощности, что порождает увеличение грузооборота и грузонапряженности на фоне растущей деловой активности соединенных высокоскоростным сообщением городов, а также снижение стоимости обслуживания транспортной инфраструктуры [52]. Данный эффект связан с оптимизацией расходов на содержание железнодорожной инфраструктуры за счет ее разделения на грузовую и пассажирскую. По оценкам, снятие одного пассажирского состава с традиционной железнодорожной линии освобождает пространство для 2-3 товарных составов [55]. Высокоскоростные поезда позволяют разгрузить региональный трафик, повысив пропускную способность на минимально занимаемой площади [48].

Следствием ввода в эксплуатацию новой высокоскоростной линии является изменение потребительского поведения относительно выбора способов передвижения и снижение спроса на конкурирующие виды транспорта. В частности, переключение пассажирских потоков с традиционной железнодорожной линии и альтернативных видов транспорта на высокоскоростной транспорт вносит изменения в структуру региональных пассажироперевозок видами транспорта. В работе Fröidh [41] показано, что запуск регионального высокоскоростного сообщения стимулирует приток новых потребителей услуг, в том числе предпочитающих общественный транспорт личному автомобильному транспорту. Запуск линии Свеаланд (Svealand), открытая в Швеции в 1997 г., заменившей старую железнодорожную линию между Эскильстуной и Стокгольмом протяженностью 115 км, стимулировал увеличение доли региональных пассажирских перевозок железнодорожным транспортом с 6% до 30%, в частности в отношении поездок из Стокгольма и обратно. Наибольший эффект улучшения доступности и увеличения общественного благосостояния отмечается вблизи новых станций ВЖД, хотя в региональном масштабе эффекты были малозначительны. По оценкам, одна вторая часть пассажиров высокоскоростной линии до ее открытия пользовалась услугами городских автобусов, в то время как остальная её часть – новые потребители услуг общественного транспорта. В частности, 30% новых пассажиров на железнодорожном транспорте переключились с автобусного сообщения SJ, 25% - с автобусного сообщения регионального управления общественного транспорта, 15% - с личного автомобиля.

Крупнейшая в мире сеть высокоскоростных железных дорог Китая активно конкурирует с внутренними авиаперевозками на межрегиональных направлениях. Yang H. et al. [42] в работе, посвященной конкуренции между альтернативными видами транспорта, приходят к выводу о снижении спроса на пассажирские перевозки

воздушным транспортом на 27% с открытием ВЖД. В течение двух лет после запуска высокоскоростного железнодорожного сообщения отрицательное влияние на потоки авиапассажиров имело тенденцию к усилению. Укреплению позиции высокоскоростного железнодорожного транспорта на рынке услуг пассажирских перевозок способствовала государственная политика регулирования тарифов, а именно – механизм фиксированного ценообразования. Дополнительным фактором, способствовавшим повышению конкурентоспособности ВЖД и ослаблению роли авиаперевозок преимущественно на коротких маршрутах, было увеличение частоты высокоскоростного сообщения. На направлениях меньшей протяженности ВЖД имело преимущество над воздушным транспортом, в том числе с точки зрения времени в пути. Авторы определили, что воздушный и скоростной железнодорожный транспорт конкурируют на направлениях с расстоянием от 600 км до 1100 км: до нижней границы интервала доля пассажирских перевозок на ВЖД преобладает в совокупном объеме перевозок, в то время как на направлениях выше 1100 км превалируют авиаперевозки пассажиров.

Транспортная система, включающая высокоскоростные железные дороги, играет важную роль в развитии туристических направлений и концентрации экономической деятельности, прежде всего, за счет снижения транспортных расходов и улучшения доступности между пунктами отправления и назначения. Однако улучшение доступности и связанности направлений зачастую может быть ассоциировано с усилением пространственной конкуренции между ними и туристического потенциала одного из направлений в ущерб другому. Так, открытие высокоскоростного сообщения способствует развитию делового и городского туризма в регионах, обладающих потенциалом к привлечению туристического потока, при условии государственной поддержки и финансирования. В исследовании Masson, Petiot [43] в основе теоретического анализа эффектов открытия высокоскоростной магистрали между Перпиньяном (Франция) и Барселоной (Испания) лежит пространственная модель «центр-периферия» П. Кругмана. Согласно выводам модели, благодаря агломерационным эффектам запуск ВЖД стимулирует приток туристов и усиливает туристический потенциал наиболее развитой территории, в данном случае – Барселоны, и снижает привлекательность менее конкурентного французского города. Ограничение феномена концентрации туристической деятельности, возникшего вследствие открытия нового объекта

транспортной инфраструктуры, возможно в условиях проведения политики по дифференциации предложения туризма в наименее конкурентоспособном регионе.

## 4.1 Пространственные и агломерационные эффекты

С открытием высокоскоростного железнодорожного сообщения ассоциируется возникновение косвенных экономических и пространственных эффектов для регионов, подключенных к межрегиональной сети ВЖД. Ускорение транспортного сообщения ведет к возникновению агломерационных эффектов, связанных с расширением зоны пригорода крупных агломераций и численности населения в них (см. рисунок 2), а также повышением связанности территорий и доступности поездок на дальние расстояния.



Рисунок 2. Схема возникновения агломерационных эффектов при ускорении транспортного сообщения

Источник: Центр экономики инфраструктуры [56].

Высокоскоростные железные дороги, ставшие основным видом транспорта в межрегиональном сообщении в Китае, играют решающую роль в формировании и развитии городской и региональной пространственной структуры. В частности, ВЖД оказывают стимулирующее воздействие на расширение площадей городских агломераций в 35 мегаполисах, о чем свидетельствует увеличение индекса площади городской территории на 9.5% после запуска высокоскоростного сообщения. При этом открытие каждой новой станции ВЖД увеличивает индекс на 2.4%, ввод нового маршрута - на 4.8%. Zhu, Qian и Wei [50] определили, что эффект строительства высокоскоростной железной дороги на формирование территориальной городской структуры наступает с пятилетним временным лагом. При этом существует пространственная неоднородность влияния ВЖД: чистый эффект строительства на 10.9% выше в северо-западных регионах, чем на востоке Китая.

## 4.2 Косвенные экономические эффекты

Строительство высокоскоростной железной дороги оказывает влияние на степень плотности городской застройки и динамику рынка недвижимости. Расширение площади городской агломерации, вызванное строительством новой скоростной транспортной инфраструктуры, и рост предложения недвижимости в радиусе станций ВЖД способствуют децентрализации и стягиванию городского населения к ближнему поясу агломерации, снижению его плотности в агломерационном ядре. Nickelsburg, Ahluwalia и Yang [45] для случая Японии определили долгосрочные эффекты открытия высокоскоростной железной дороги «Синкансэн» на рынок недвижимости. В частности, обнаружено повышение доступности жилья в зоне влияния станций ВЖД, выраженное в снижении цен на землю в префектурах до 33% на следующий год после их открытия, а также цен жилой недвижимости в крупных городах. Строительство скоростной дороги и социальной инфраструктуры вокруг неё также сопровождалось временными экономическими эффектами, как ускорение темпов роста ВВП.

В качестве основных источников агломерационных эффектов также выступают интеграция рынков труда и производственно-сбытовых цепочек. Усовершенствование транспортной инфраструктуры благодаря ускорению сообщения между регионами повышает эффективность пространственного взаимодействия между экономическими агентами, в частности между фирмами и работниками. Graham и Melo [49] считают, что сокращение времени в пути позволяет снять физические ограничения дальности расстояния, что подтверждается увеличением потоков пассажиров, путешествующих в деловых и личных целях, после введения высокоскоростного сообщения, согласно оценкам гравитационной модели на данных по Великобритании. Несмотря на значимость агломерационных эффектов открытия высокоскоростного сообщения, их потенциальный объем внутри страны сравнительно мал – от 0.02% до 0.19% ВВП. Однако исследователи считают, что повышение экономических выгод возможно в случае интеграции британской ВЖД со скоростными дорогами континентальной Европы и соединения Лондона с Парижем, Брюсселем и Амстердамом.

Данные по городам Японии показывают, что в городах, где были построены станции высокоскоростной железной дороги, агломерационные эффекты значительны: рост бюджетных отчислений и численности населения превышает средний рост по стране на 45% и 20% соответственно. При этом эффект притока

населения в города с ВЖД был замечен и в Великобритании для малых городов в получасовой доступности от станций [52]. Исследование расширения и строительства новых станций высокоскоростного сообщения в Японии показало значимое влияние на местную экономику, а именно – на уровень налоговых поступлений в местный бюджет. Согласно оценкам, эффект близости к новым объектам транспортной инфраструктуры значим в диапазоне 10-30 км от станции ВЖД [46].

Кроме того, строительство высокоскоростной сети может иметь экономические последствия для производства и производительности труда на местном и региональном уровне, а также мобильности и ликвидности трудовых ресурсов. Японская сеть высокоскоростных железных дорог «Синкансэн» служит проводником трудовых ресурсов между Токио и близлежащими крупными городами. Экономия времени пассажиров за счет сокращения времени в пути в годовом выражении оценивается в 400 млн часов. Благодаря запуску ВЖД, экономия финансовых средств, не включая экономию за счет уменьшения зависимости от импортируемого топлива, составляет 500 млрд иен в год [48]. Совокупная экономия времени пассажиров в пути при перемещении по высокоскоростной магистрали Москва-Санкт-Петербург в годовом измерении может составлять полный рабочий год небольшого города с населением 15–20 тыс. жителей [48].

Значимое влияние строительство высокоскоростной железной дороги оказывает на общенациональный и региональные рынки труда. Для случая Китая открытие ВЖД создало условия, улучшающие возможности для трудоустройства на национальном уровне, способствуя созданию новых рабочих мест, а также значимо повлияло на уровень занятости в отдельных провинциях. Shi W. et al. [44] определили, что эффекты реализации проекта ВЖД пространственно неоднородны, что подтверждает различия региональных рынков труда в зависимости от географических, культурных и экономических условий. Так, на региональном уровне эффекты ВЖД значимы и положительны для рынка труда только в восточном и северо-восточном регионах, при этом темпы создания новых рабочих мест в каждом из регионов зависят от ситуации на рынках труда соседних регионов.

Благодаря улучшению транспортной доступности и повышению связанности территории в географическом пространстве строительство высокоскоростной железной дороги может стимулировать корпоративные инновации и приток человеческого капитала. В работе Zhang X. et al. [47] открытие ВЖД в Китае используется в качестве экзогенного показателя географической близости городов за

счет сокращения времени в пути и затрат между ними. Положительная взаимосвязь показателей транспортной инфраструктуры и инновационной деятельности объясняется улучшением доступа к крупнейшим агломерациям и деловым центрам, ускорением информационных и миграционных потоков квалифицированных кадров, снижением финансовых ограничений и повышением привлекательности новых рынков для институциональных инвесторов. При этом эффект запуска высокоскоростного железнодорожного сообщения более заметен для инновационных показателей малых и средних предприятий, расположенных в регионах с высокой степенью защиты прав собственности.

### **4.3 Экологические эффекты**

С точки зрения степени отрицательного влияния на окружающую среду перевозки высокоскоростным железнодорожным транспортом обладают преимуществами над альтернативными способами передвижения: высокоскоростной железнодорожный транспорт имеет самый низкий удельный выброс загрязняющих веществ в окружающую среду. В дополнение ВЖД обладают преимуществами компактности, а именно - при равных пассажиропотоках высокоскоростные железные дороги требуют меньше площади, чем выделяется для автострад. Кроме того, высокоскоростной железнодорожный транспорт признан одним из самых безопасных видов транспорта (исключая теракты) [48].

В работе Yang X. et al. [51] проводится эмпирический анализ панельных данных на уровне городов окружного значения с 2003 по 2013 гг. с целью определения эффектов ВЖД на уровень загрязнения окружающей среды. Описательная статистика показывает, что с ростом числа станций ВЖД и, как следствие, городов, подключенных к сети высокоскоростного сообщения, происходило устойчивое снижение промышленных выбросов в атмосферу, а именно – двуокиси серы, углекислого газа, а также сброса сточных вод. Результаты оценивания методом разности разностей показали, что строительство ВЖД в Китае уменьшило загрязнение окружающей среды на 7.35% за счет действия нескольких эффектов (инноваций, распределения и замещения), рассматриваемых авторами в качестве основных факторов снижения негативного экологического воздействия.

Эффект распределения действует благодаря сближению рынков производства и сбыта, а также факторов производства, повышению эффективности размещения и использования ресурсов за счет сокращения времени в пути, что позволяет сократить

выбросы предприятиями. Эффект инноваций объясняет снижение уровня выбросов загрязняющих веществ предприятий за счет внедрения технологических инноваций, повышения их производительности и эффективности использования ресурсов как следствие доступности распространения знаний и технологий на большие расстояния и их локализации. Влияние эффекта замещения промышленной структуры на снижение производственной эмиссии загрязняющих веществ объясняется развитием наукоемких отраслей экономики вследствие роста мобильности факторов производства между отраслями, повышения степени повторного использования ресурсов, сокращения потребления природных ресурсов на единицу продукции.

Авторы приходят к выводу, что в городах, имеющих более высокие уровни экономического развития и человеческого капитала, а также государственный экологический надзор, положительные эффекты от строительства высокоскоростных железных дорог на качество окружающей среды значительно выше.

На основе пула теоретических и эмпирических работ, посвященных анализу возможных эффектов строительства высокоскоростных железных дорог, могут быть сформулированы следующие направления воздействия.

На страновом уровне открытие участков высокоскоростного железнодорожного сообщения в России будет способствовать росту объемов пассажирских и грузовых перевозок по новым скоростным и традиционным железнодорожным линиям. Предполагаемый рост грузоперевозок на традиционных участках объясняется высвобождением пассажиропотоков с них. Кроме того, запуск высокоскоростного железнодорожного сообщения повлечет изменения в структуре пассажирских перевозок, а именно – перераспределение потоков с альтернативных видов транспорта (автомобильный и воздушный), что в целом может разгрузить автомобильные дороги, имеющие бутылочные горлышки (узкие места) и работающие в режиме перегрузки. Ожидаемым эффектом открытия высокоскоростных железных дорог также будет ускорение роста ВВП на стадии строительства, запуска и эксплуатации транспортной инфраструктуры, что также сопряжено ростом деловой активности в смежных отраслях экономики (строительство, энергетика, промышленность и другие). Дополнительными косвенными эффектами от развития ВЖД в России будут увеличение собираемых налогов и снижение объемов социальных выплат. В целом, запуск ВЖД может выступить в качестве драйвера социально-экономического развития страны, повышения привлекательности

инвестиционного климата и мобильности ресурсов и населения, создания новых рабочих мест, развитию ряда отраслей, как торговля и туризм [57].

На региональном уровне открытие высокоскоростной железной дороги, прежде всего, приведёт к росту валового регионального продукта в регионах, связанных линией ВЖД. Повышение пространственной связности и интеграции регионов за счет сокращения времени в пути между ними обусловит конвергенцию и выравнивание уровня региональных доходов. Высокоскоростное железнодорожное сообщение повысит эффективность распределения факторов производства, что повлечет концентрацию и локализацию производства на уровне отдельных регионов.

На городском уровне ускорение транспортного сообщения благодаря открытию участков высокоскоростного железнодорожного движения будет способствовать возникновению агломерационных социально-экономических эффектов, связанных с расширением зоны пригорода (ближнего пояса) крупных городов и городских агломераций и ростом численности населения в них. В частности, ВЖД окажет стимулирующее влияние на экономику городов и уменьшит неравномерность их развития. Так, возможными косвенными эффектами от новой скоростной транспортной инфраструктуры станут развитие местных рынков труда через создание новых рабочих мест и повышение занятости в сфере услуг в городах, прилегающих к линии ВЖД, что обеспечит рост налоговых поступлений в местные бюджеты; развитие местных рынков недвижимости, рост качества жизни населения и улучшение транспортной доступности городов.

## **5 Разработка подхода к оценке эффектов от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения на социально-экономическую ситуацию в стране**

В рамках исследования предполагается проведение двух блоков оценок:

- Блок 1 – оценка эффектов ВЖД на экономику на примере других стран. Поскольку в России по состоянию на конец 2021 года не действуют линии ВЖД, рациональной представляется анализ панельных данных по странам для формирования общего представления о силе и характере влияния ВЖД на основные макропоказатели.
- Блок 2 – анализ потенциальных эффектов для России. Данный блок реализован по двум направлениям и предполагает использование разрабатываемых РАНХиГС модельных комплексов (в частности, счетной модели влияния железнодорожного транспорта на пассажиропоток и имитационной модели миграции населения) – их дополнение полученными в блоке 1 оценками величины эффектов развития ВЖД и сценарный анализ развития ВЖД в России с использованием встроенных механизмов.

### **5.1 Разработка эмпирического подхода к анализу и оценке эффектов от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения**

Анализ и интерпретация эконометрических оценок коэффициентов в моделях с двунаправленными фиксированными эффектами

При проведении анализа эффектов от строительства и развития высокоскоростного железнодорожного транспорта на международном уровне достаточно часто используются методы эконометрического анализа на основе панельных данных. Одним из наиболее распространенных из них, который, кроме того, в определенной степени синхронизируется с методами оценки эффектов воздействия, является линейные панельные модели с двунаправленными фиксированными эффектами. Они позволяют учесть как неизменные в пространстве ненаблюдаемые фиксированные во времени эффекты, присущие отдельным объектам анализ в рамках выборки, так и учесть специфику каждого временного периода, рассматриваемого в рамках имеющейся выборки. Вместе с тем оценки коэффициентов при факторах

(переменных), получаемые на основе данной модели, имеют определенные особенности интерпретации для дальнейшего использования при формировании выводов и рекомендаций. Ниже представлено некоторое обсуждение возможной интерпретации данных подобных оценок и описаны отличия основные отличия от базовых моделей с фиксированными эффектами, которые используются в исследовательской литературе.

Существует несколько основных вариаций спецификации модели с фиксированными эффектами.

Зависимость во времени:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (24)$$

Зависимость в пространстве:

$$Y_{it} = \alpha_t + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (25)$$

«Пространственный срез в дельтах» или «временной срез в отклонениях от среднего» (это условные названия, которые раскрываются на следующей странице):

$$Y_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (26)$$

Пояснения по интерпретации уравнения (26): «пространственный срез в дельтах» выводится через вычитание предыдущего наблюдения по индивидууму во времени:

$$Y_{it} - Y_{i,t-1} = \alpha_t - \alpha_{t-1} + \beta * (X_{i,t} - X_{i,t-1}) + \varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1} \quad (27)$$

Таким образом, это ни что иное, как усредненный по различным индивидуумам cross-section в дельтах:  $\Delta_t Y_{it} = \gamma_t + \beta \Delta_t X_{it} + \epsilon_{it}$

Представленный в (24) «временной срез в отклонениях от среднего» выводится через вычитание среднего (по всем индивидуумам в тот же момент времени):

$$Y_{it} - \frac{1}{n} \sum_i Y_{it} = \alpha_i - \frac{1}{n} \sum_i \alpha_i + \beta * (X_{it} - \frac{1}{n} \sum_i X_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (28)$$

Таким образом, это ничто иное как time-series в отклонениях от среднего (по всем индивидуумам):  $\Delta_i Y_{it} = \gamma_i + \beta \Delta_i X_{it} + \varepsilon_{it}$ .

Интерпретация коэффициента  $\beta$  в модели (24) или (25) проводится стандартно. Модель (24) может предсказать, как в среднем изменится доход трейдера при переходе к следующему периоду времени в результате изменения его соответствующей характеристики (например, как изменится доход трейдера в будущем в результате увеличения уровня образования);

Модель (25) – показывает, как в среднем (в разные периоды времени) доходы трейдеров отличаются в пространстве друг от друга из-за их различий по соответствующей характеристике (например, из-за различий в уровне образования); прогнозы строить по этой модели не в полной мере корректно, так как она пространственная. Но в редких отдельных случаях это возможно, например, при уточнении, что если бы такой-то трейдер был такой же образованный как другой, то он бы зарабатывал столько-то.

В модели (26) не учтены изменяющиеся во времени параметры (например, цену на нефть – а просто написали временной эффект, не объяснив его природу), но можно сказать, какой будет доход трейдера относительно среднего дохода типичного трейдера. Другими словами, не известно, какая будет цена на нефть, то есть временной эффект следующего периода, но можно показать, на сколько доход одного трейдера будет выше, чем доход трейдеров в среднем. Прогнозировать по такой модели можно – и, даже вероятно, это делать более корректно (но менее информативно), чем по модели (24).

### Эмпирический анализ эффектов от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения на страновом уровне

Для проведения анализа эффектов от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения на страновом уровне используется эконометрическая модель, которая базируется на подходе, предложенном в работе Li и др. [26], и нацелена на анализ эффектов на основе панельных данных по странам:

$$\ln Y_{it} = \alpha + \beta hsr_{it} + \theta X_{it} + \lambda_i + \tau_t + \varepsilon_{it}, \quad (29)$$

где  $i$  и  $t$  – страна и год соответственно,

$Y$  – ВВП на душу населения,

$X$  – набор независимых переменных,

$hsr$  – дамми на наличие ВЖД в определенном году,

$\lambda$  и  $\tau$  – страновой и годовой фиксированный эффект,

$\varepsilon$  – случайная ошибка.

В изначальную базу данных включены три блока стран, отражающие разный уровень развития высокоскоростного сообщения (*таблица 5*): страны, в которых присутствуют высокоскоростные железные дороги, страны, в которых присутствуют только скоростные железные дороги и страны, в которых скоростное железнодорожное сообщение отсутствует, либо планируется, но по факту еще не построено.

Таблица 5

Перечень используемых в модели стран

Страны с ВСМ (свыше 250 км/ч.)	Страны с СМ (160-250 км/ч.)	Страны без ВСМ и СМ
Австрия	Дания	Венгрия
Бельгия	Финляндия	Ирландия
Китай	Норвегия	Аргентина
Франция	Польша	Австралия
Германия	Швейцария	Эстония
Италия	Швеция	Исландия
Япония	Россия (маршрут Москва-Санкт-Петербург)	Мексика
Южная Корея	Греция	Чехия
Нидерланды	США	Израиль
Испания	Португалия	
Турция		
Великобритания		

Источник: составлено авторами.

Перечень используемых для построения модели переменных приведен ниже (*таблица 6*). В первую очередь это переменные, отражающие труд (плотность населения) и капитал (валовое накопление основного капитала) как составляющие производственной функции. Дополнительно включены показатели, влияющие на факторную производительность – добавленная стоимость вторичных отраслей, расходы на НИР, кредиты частному сектору.

Таблица 6

Перечень используемых переменных

Переменная	Название	Источник	Измерение
	Зависимая переменная		

gdp	ВВП на душу в текущих ценах	IMF [60]	долл.
Независимые переменные			
pop_density	Плотность населения	World Bank [61]	чел./км <sup>2</sup>
k_form	Валовое накопление основного капитала	WB [62]	% ВВП
ind	Добавленная стоимость вторичных отраслей промышленности	World Bank [63]	% ВВП
innov_%	Валовые расходы на R&D	OECD [64]	% ВВП
fin	Внутренний кредит частному сектору	WB [65]	% ВВП
Дамми-переменные			
hsr160_length	Протяженность линий ВЖД (свыше 250 км/ч.)	UIC [66]	км
hsr250_length	Протяженность линий ВСМ (160-250 км/ч.)	UIC [67]	км
hsr	Наличие ВЖД/ВСМ		
crysis	Мировой финансовый кризис (2008-11)		

Источник: составлено авторами.

В литературе есть разные мнения относительно влияния объемов кредитования частного сектора на экономический рост, однако в 2012 г. Arcand и др. [58] дополнили исследование Beck and Levine 2004 г. [59], использовав квадрат данного показателя, чтобы учесть потенциальную нелинейность зависимости. Было показано, что взаимосвязь между экономическим ростом и кредитованием частного сектора является положительной, но взаимосвязь между экономическим ростом и квадратом кредитов частному сектору отрицательна. Таким образом, взаимосвязь положительна до определенного уровня.

Результаты тестирования на единичный корень (*таблица 7*) свидетельствуют о стационарности всех переменных, кроме INNOV\_PERCENT, для которой в дальнейшем необходимо использовать первые разности, которые являются стационарными.

Таблица 7

Результаты тестирования на единичный корень

Common unit root test	Statistic	Prob.	sections	Obs
Levin, Lin & Chu t	H0: common unit root process			
POP_DENSITY	-5.135	0	31	513
K_FORM	-3.574	0.000	31	533
IND	-4.265	0	31	549
INNOV_PERCENT	-1.410	0.079	31	544
FIN	-10.319	0	31	527
HSR160_LENGTH	-7.959	0	9	153
HSR250_LENGTH	-1.941	0.026	11	195
INNOV_PERCENT (первая разность)	-12.501	0	31	514

Источник: составлено авторами.

Корреляции переменных находится в интервале от -0.7 до 0.7 (*таблица 8*), то есть можно утверждать, что мультиколлинеарность в модели отсутствует.

Таблица 8

Результаты тестирования на мультиколлинеарность

	POP_DENSIT Y	K_FOR M	IND	INNOV_PERCEN T	FIN	HSR160_LENGTH	HSR250_LENGTH
POP_DENSITY		0.05	- 0.07	0.17	0.14	-0.27	0.50
K_FORM	0.05		0.60	0.16	0.16	-0.20	0.21
IND	-0.07	0.60		-0.14	- 0.24	-0.21	0.05
INNOV_PERCEN T	0.17	0.16	- 0.14		0.68	0.12	0.20
FIN	0.14	0.16	- 0.24	0.68		0.26	0.27
HSR160_LENGTH	-0.27	-0.20	- 0.21	0.12	0.26		-0.38
HSR250_LENGTH	0.50	0.21	0.05	0.20	0.27	-0.38	

Источник: составлено авторами.

Результаты оценки модели приведены ниже (*таблица 9*). Курсивом выделены оценки стандартных отклонений, значимость оценок на уровне 1%, 5%, 10% обозначена \*\*\*, \*\* и \* соответственно.

Таблица 9

Результаты оценки различных вариантов спецификации модели

Спецификации	V1	V2	V3	V4	V1 (1+3)	V2 (1+3)	V1 (2+3)	V2 (2+3)
Переменные	Коэффициенты							
C	1.860 1.171	1.541 1.180	3.263 1.569	2.538 1.528	2.055 1.324	1.177 1.328	-0.654 1.252	-0.433 1.262
POP_DENSITY	1.488*** 0.225	1.558*** 0.227	1.596*** 0.306	1.764*** 0.302	1.667*** 0.241	1.819*** 0.241	2.066*** 0.248	2.043*** 0.249
K_FORM	0.663*** 0.086	0.693*** 0.087	0.881*** 0.094	0.885*** 0.094	0.642*** 0.102	0.665*** 0.102	0.505*** 0.098	0.518*** 0.098
IND	-0.396*** 0.149	- 0.452*** 0.150	- 0.985*** 0.174	- 1.036*** 0.172	- 0.601*** 0.175	- 0.574*** 0.177	- -0.058 0.188	- -0.002 0.188
INNOV_PERCENT(-1)	0.611*** 0.064	0.660*** 0.062	0.805*** 0.077	0.870*** 0.074	0.868*** 0.076	0.945*** 0.073	0.556*** 0.074	0.557*** 0.075
FIN	0.151*** 0.042	0.183*** 0.042	-0.075 0.060	-0.027 0.060	-0.024 0.047	-0.007 0.047	0.261*** 0.052	0.266*** 0.051
HSR160_LENGTH	0.042*** 0.009		0.048** 0.023				0.038*** 0.010	
HSR250_LENGTH	0.036*** 0.010		0.029*** 0.010		0.025** 0.010			
HSR		0.125*** 0.039		0.025 0.049		-0.016 0.055		0.199*** 0.052
CRYYSIS			0.130*** 0.024	0.129*** 0.025				
R-squared	0.940	0.937	0.947	0.945	0.942	0.942	0.938	0.938
Adjusted R-squared	0.935	0.933	0.942	0.941	0.938	0.937	0.933	0.933
F-statistic	218.345	216.546	216.483	217.512	221.882	217.967	199.755	199.085
Prob(F-statistic)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Akaike info criterion	-0.318	-0.287	-0.502	-0.473	-0.389	-0.372	-0.258	-0.255
Schwarz criterion	-0.024	1.06E-05	-0.200	-0.181	-0.108	-0.091	0.022	0.025
Hannan-Quinn criter.	-0.203	-0.175	-0.382	-0.356	-0.278	-0.261	-0.147	-0.143

Источник: составлено авторами.

Рассмотрены несколько спецификаций, использующие разные показатели, касающиеся ВЖД:

1 V1 – помимо основных экономических переменных включены протяженности отдельно ВСМ и СМ,

2 V2 – вместо протяженностей включена дамми на наличие ВЖД в каждом году,

3 V3 и V4 – аналогичны V1 и V2 соответственно, добавлена фиктивная переменная, обозначающая годы мирового финансового кризиса (2008-2011)

4 V1 (1+3) и V2 (1+3) – спецификации V1 и V2, оцененные только для стран, в которых есть линии ВСМ и в которых нет ни ВСМ, ни СМ,

5 V1 (2+3) и V2 (2+3) – спецификации V1 и V2, оцененные только для стран, в которых есть линии СМ и в которых нет ни ВСМ, ни СМ.

Последние две спецификации нужны для проверки устойчивости оценок. Как можно видеть в результирующей таблице, знаки при эластичностях сохраняются, а величины отличаются незначительно на полной и сокращенных выборках, таким образом можно говорить о том, что оценки являются сопоставимыми внутри рассматриваемой панели.

Отрицательный знак при добавленной стоимости вторичных отраслей объясняется тем, что в условиях постиндустриального общества развитые страны (обладающие большим ВВП) с большей вероятностью стремятся снизить долю вторичных отраслей (в том числе, потому что они относятся к достаточно грязным с экологической точки зрения). В пользу этого свидетельствует и тот факт, что экспорт услуг в денежном выражении во всем мире в 2006-26 гг. рос быстрее, чем экспорт продукции обрабатывающей промышленности. Доля внутренней добавленной стоимости в валовом экспорте в сфере услуг также выше [68]. Доступность кредитов для частного сектора повышает производственный потенциал фирм и возможности роста, следовательно, приводит к росту ВВП. Также положительное влияние на уровень ВВП оказывают все меры измерения развития ВЖД (абсолютные и относительные).

Для выбора между моделями с фиксированными или случайными эффектами проводится тест Хаусмана, в котором нулевая гипотеза состоит в том, что предпочтительной моделью является модель со случайными эффектами. По сути, он проверяет, коррелированы ли ошибки с регрессорами (нулевая гипотеза в том, что нет). Результаты теста для всех спецификаций приведены ниже (*таблица 10*), они свидетельствуют в пользу выбора модели с фиксированными эффектами.

Таблица 10

Результаты теста Хаусмана

	V1	V2	V3	V4	V1 (1+3)	V2 (1+3)	V1 (2+3)	V2 (2+3)
--	----	----	----	----	----------	----------	----------	----------

Chi-Sq. Statistic	74.297	69.639	0.000 <sup>2</sup>	84.355	73.152	78.987	86.406	81.691
Chi-Sq. d.f.	7	6	8	7	6	6	6	6
Prob.	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Источник: составлено авторами.

Для всех спецификаций корреляция регрессоров с ошибкой находится в интервале (-0.7;0.7), то есть можно утверждать, что эндогенность в модели отсутствует.

Для проверки на гетероскедастичность используется тест Уайта, результаты которого приведены ниже (*таблица 11*). Поскольку при построении регрессии квадратов значений остатков на квадраты исходных регрессоров присутствуют незначимые оценки, можно говорить о наличии гетероскедастичности. Также можно предположить, что в данном случае гетероскедастичность истинна, т.к. согласно прочим тестам, регрессионная модель специфицирована верно, следовательно, гетероскедастичность является неизбежным свойством используемого набора данных.

Таблица 11

Результаты теста на гетероскедастичность (тест Уайта)

	V1	V2	V3	V4	V1 (1+3)	V2 (1+3)	V1 (2+3)	V2 (2+3)
C	-0.136	-0.148	-0.330	-0.104	-0.279	-0.176	0.407	0.379
POP_DENSITY^2	0.018**	0.019*	0.018*	0.007	0.016*	0.011	-0.001	-0.000
K_FORM^2	0.003	0.001	0.000	-0.001	-0.001	-0.003	0.005	0.003
IND^2	-0.010	-0.004	0.001	0.002	0.002	0.006	-0.022**	-0.019**
INNOV_PERCENT(-1)^2	-0.011	-0.017	-0.009	-0.019	-0.008	-0.021	0.032	0.031
FIN^2	-	-	-0.001	-0.001	-0.003*	0.003*	0.009***	0.010***
HSR160_LENGTH^2	-	0.002***	0.000	-	-	-	-	-
HSR250_LENGTH^2	-	0.001***	-	0.001***	-	-	-0.001**	-
HSR^2	-	0.035***	-	-0.007	-	-0.013	-	-0.025
CRYYSIS^2	-	-	0.022***	0.024***	-	-	-	-

Источник: составлено авторами.

Результаты теста на нормальность ошибок (*таблица 12*) для всех спецификаций свидетельствуют о том, что ошибки распределены по нормальному закону.

Таблица 12

Результаты теста на нормальность ошибок

<sup>2</sup> Оценка дисперсии случайных эффектов равна нулю, т.е. в данном случае оценки модели со случайными эффектами идентичны МНК.

	V1	V2	V3	V4	V1 (1+3)	V2 (1+3)	V1 (2+3)	V2 (2+3)
Jarque-Bera	150.201	207.971	20.876	18.542	30.674	29.784	66.957	76.704
Prob.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Источник: составлено авторами.

Перекрестная корреляция остатков чаще встречается в макропанелях с длинными временными рядами (более 20–30 лет). В случае, если панель состоит из нескольких лет и большого числа стран, такого обычно не наблюдается. Проконтролировать гетероскедастичность случайных ошибок позволяет ряд тестов, в частности Breusch-Pagan LM тест. Нулевая гипотеза - остатки между объектами не коррелированы. Согласно результатам (*таблица 13*), нулевая гипотеза не принимается, присутствует корреляция остатков.

Таблица 13

Результаты теста на гетероскедастичность случайных ошибок

	V1	V2	V3	V4	V1 (1+3)	V2 (1+3)	V1 (2+3)	V2 (2+3)
Breusch-Pagan LM	2413.193	2471.940	887.898	875.460	953.051	974.407	930.936	930.765
Prob.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pesaran scaled LM	63.884	65.81017	38.76540	38.093	36.257	37.300	41.093	41.083
Prob.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Bias-corrected scaled LM	62.972	64.89840	38.20658	37.543	35.640	36.682	40.534	40.524
Prob.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pesaran CD	31.267	31.47591	14.77182	15.902	17.171	18.269	16.033	15.614
Prob.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Источник: составлено авторами.

В таком случае результаты тестов на единичный корень и оценок могут быть смещены и непостоянны. В качестве возможного решения могут использоваться оценки, которые учитывают перекрестную корреляцию, такие как оценки ССЕМГ (Common Correlated Effects Mean Group) [69] или АМГ (Augmented Mean Group) [70]. Однако, поскольку оба метода оценивают модель с помощью МНК для каждого члена панели, а затем рассчитывают среднее значение оцененных коэффициентов, в исходной базе данных должно быть более 30 наблюдений для каждой страны. Если наблюдений недостаточно, перекрестная корреляция может быть проигнорирована [71].

## 5.2 Сценарная оценка социально-экономических эффектов развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России

Как было показано ранее, процесс планирования развития железнодорожного транспорта в России в разные периоды времени происходил по-разному: под

влиянием внешних и внутренних факторов отдельные проекты переносятся или откладываются на неопределенный срок. Тем не менее, на повестке дня постоянно остаются два маршрута: «Москва-Санкт-Петербург» и «Москва-Казань». В дальнейшем именно они использованы в качестве наиболее реалистичных в среднесрочной перспективе сценариев. Дополнительно рассмотрен третий сценарий – максимальный: полная реализация всех упоминаемых в нормативных документах проектов ВСМ, что позволит оценить, какой максимальный социально-экономический эффект может быть получен от реализации ВСМ как проекта всероссийского масштаба.

Таким образом, для дальнейшего исследования сформировано три сценария.

Сценарий 1. ВСМ-2 «Москва — Казань», самый проработанный к настоящему времени, но отложенный на неопределенный срок маршрут. Трассировка включает в себя такие крупные города как Владимир, Нижний Новгород, Чебоксары (рисунок 3).



Рисунок 3. Трассировка маршрута ВСМ «Москва — Казань»

Источник: РЖД [72].

Сценарий 2. ВСМ-1 «Москва — Санкт-Петербург», согласно Проекту транспортной стратегии, до 2035 г. В течение нескольких лет экспертами рассматривалось несколько вариантов прохождения трассы с возможными остановками в Клину, Твери или Великом Новгороде (рисунок 4). В 2020 г. научно-техническим советом ОАО «РЖД» в качестве основного проекта прохождения был выбран «Новгородский» вариант с подходом к Великому Новгороду [73], он же и использован в данном сценарии.



Рисунок 4. Трассировка маршрута ВСМ «Москва — Санкт-Петербург»

Источник: РЖД [74].

Сценарий 3. Федеральная сеть, включающая в себя ВСМ из первых двух сценариев, а также ВСМ «Москва — Адлер» и продление ВСМ-2 до Екатеринбурга и строительство ответвлений до Самары, Уфы и Перми (рисунок 5).



Рисунок 5. Трассировка основных маршрутов ВСМ

Источник: Российская Газета [75].

Для получения оценок влияния сценариев развития ВЖД на российскую экономику имитационная модель миграции населения была дополнена железнодорожным графом, а для каждого из сценариев на основе открытых данных рассчитано запланированное время в пути для сопоставления с временем передвижения по обычной сети железных дорог.

Срок запуска перечисленных линий ВЖД (кроме ВСМ Москва — Санкт-Петербург) согласно Проекту транспортной стратегии до 2035 г. установлен на уровне 2035 г. У имитационной модели горизонт прогноза составляет 18 лет, и поскольку она использует данные с 2018 г., последний прогнозный год — 2036 г. В связи с этим было принято решение приблизить события сценариев и рассматривать данный вопрос с позиции «что было бы, если бы...». Таким образом, далее будут рассмотрены результаты прогона модели, в которых сценарное событие случается в один и тот же 2023 г.

Модель позволяет проследить динамику с 2018 г. по 2036 г. следующих показателей:

- `sum_revenue` — сумма годовой выручки от продаж всех предприятий указанной территории в рублях;
- `sum_profit` — сумма годовой прибыли от продаж всех предприятий указанной территории в рублях;
- `n_firms` — число предприятий в указанной территории на конец года;
- `profitable_firms_share` — доля прибыльных предприятий;
- `avg_pay` — средняя месячная плата работникам в рублях;
- `employed_locally_share` — доля занятых жителей территории, которые трудоустроены на предприятиях этой же территории;
- `work_age_pop` — число жителей в трудоспособном возрасте (мужчин и женщин);
- `tenants_share` — доля арендаторов жилья (в отличие от собственников жилья);
- `employed_residents` — число занятых жителей территории;
- `employment` — общее число занятых на предприятиях территории (включает мигрантов из других территорий);
- `cost_of_living` — месячная стоимость корзины потребительских товаров на территории в рублях;
- `avg_housing_costs` — средние месячные расходы на оплату жилья (в рублях);
- `unempl_rate` — доля безработных жителей территории;
- `labour_force` — численность рабочей силы территории (число жителей трудоспособного возраста, за исключением учащихся).

Поскольку строительство линий ВЖД наиболее значительно влияет на экономическое развитие территорий, по которым непосредственно проходит, полученные результаты будет закономерно рассмотреть для отдельных блоков регионов:

- 1 в целом по России,
- 2 для регионов пролегания ВСМ «Москва — Казань»,
- 3 для регионов пролегания ВСМ «Москва — Санкт-Петербург»,
- 4 для регионов, по территории которых не будет проходить ни одна из двух линий ВСМ.

Ввод линий ВСМ не оказывает сильного воздействия на социально-экономические показатели (*таблица 14*), отражающие положение фирм, например, число предприятий (изменение в среднем от -0.94% до 0.25% в зависимости от сценария), долю прибыльных предприятий (изменение в среднем от -0.08% до 0.17% в зависимости от сценария), среднюю месячную плату работникам (изменение в среднем от -1.03% до 1.42% в зависимости от сценария).

Таблица 14

Результаты прогонов имитационной модели (изменения по сравнению с базовым сценарием, усредненные за весь период)

	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Вся Россия			
n_firms	-0.78%	-0.25%	-0.94%
avg_pay	0.63%	1.42%	-1.03%
profitable_firms_share	0.17%	0.08%	0.15%
employed_locally_share	-0.50%	-0.59%	-0.86%
cost_of_living	0.00%	0.00%	0.00%
avg_housing_costs	0.00%	0.01%	0.00%
unempl_rate	-0.02%	-0.18%	0.18%
Регионы с ВЖД «Москва — Казань»			
n_firms	-0.46%	-0.14%	-0.61%
avg_pay	-0.31%	1.96%	-0.46%
profitable_firms_share	0.16%	0.30%	0.30%
employed_locally_share	-2.83%	0.09%	-3.19%
cost_of_living	-0.03%	-0.01%	-0.02%
avg_housing_costs	-0.10%	-0.02%	-0.08%
unempl_rate	0.89%	-0.42%	1.08%
Регионы с ВЖД «Москва-Санкт-Петербург»			
n_firms	-0.38%	-0.25%	-0.43%
avg_pay	0.33%	2.74%	0.04%
profitable_firms_share	0.22%	0.20%	0.25%
employed_locally_share	-0.99%	-1.89%	-2.19%
cost_of_living	0.00%	0.01%	0.00%
avg_housing_costs	0.00%	0.03%	0.01%
unempl_rate	-0.72%	-1.19%	-0.29%
Регионы без ВЖД			
n_firms	-0.79%	-0.21%	-1.03%
avg_pay	1.12%	1.51%	-0.87%
profitable_firms_share	0.18%	0.06%	0.14%

employed_locally_share	-0.36%	-0.54%	-0.68%
cost_of_living	0.00%	0.00%	0.00%
avg_housing_costs	0.01%	0.01%	0.01%
unempl_rate	-0.11%	-0.14%	0.08%

Источник: составлено авторами.

Показатели социальной сферы изменяются более значительно. При условии запуска линий ВЖД повышается мобильность населения, представленная в модели показателем доли населения, работающего по месту проживания (изменение от -3.19% до 0.09%). Также изменяется и стоимость проживания (стоимость корзины потребительских товаров).

На региональном уровне изменение основных показателей в основном сосредоточено в трех крупнейших точках (Москва и Московская область, Санкт-Петербург и Ленинградская область, Татарстан), тем не менее как другие более мелкие города, обслуживаемые ВЖД, также получают от этого выгоду. На местном уровне влияние ВЖД более разнообразно: процессы перераспределения населения в каждом городе сильно различаются.

При этом необходимо помнить, что рост населения может напрямую не зависеть от улучшенной доступности, но быть в значительной степени связанным с другими факторами, например, с застройкой новой жилой территории, притоком новых фирм и т.д.

Регионы, в которых отсутствуют линии ВЖД, демонстрируют похожий на общероссийский тренд. Если рассмотреть отдельно на регионы пролегания ВЖД "Москва — Казань" (Москва, Московская область, Владимирская, Нижегородская, Чувашия, Марий Эл, Татарстан), то можно видеть, что в случае реализации сценария с запуском ВЖД доля занятых по месту жительства снизится в среднем на 0.4 п.п. Для регионов с ВЖД «Москва-Санкт-Петербург» (Москва, Московская область, Тверская область, Новгородская область, Ленинградская область, Санкт-Петербург) аналогичное снижение составило 0.1–0.3 п.п. В целом для всех сценариев к 2036 г. характерно плавное повышение мобильности.

Стоимость корзины потребительских товаров (стоимость жизни) на рассматриваемом периоде в целом по России практически не меняется в зависимости от выбранного сценария и имеет стагнирует с незначительным приростом к 2036 г. в среднем на 1% по сравнению с 2018 г. (а с учетом инфляции стоимость жизни вовсе будет снижаться). Для регионов с ВЖД «Москва — Казань» в случае запуска ВЖД стоимость жизни, наоборот, снижается, однако это снижение незначительно и составляет к 2036 г. менее 0.1%. Аналогичная ситуация наблюдается и для регионов с

ВЖД «Москва-Санкт-Петербург»: наблюдаются незначительные флуктуации вокруг базового значения.

По прочим показателям наблюдается то же самое: в редких случаях средние изменения по сравнению с базовым сценарием превышают 1%.

Из вышесказанного можно сделать следующий вывод: расчеты, проведенные на базе имитационной модели расселения, не позволяют полноценно оценить вклад развития ВЖД в социально-экономическое положение России в среднесрочной перспективе до 2036 г. Это может быть связано с рядом причин: недоучет критических факторов (эффект от запуска ВЖД представлен только через изменение времени в пути между городами на маршрутах), вынужденная корректировка времени запуска проектов (все они были сдвинуты на 2023 г.) и т.д.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существующая в России железнодорожная сеть сталкивается с трудностями соответствия изменяющейся структуре торговых и транспортных потоков, для обслуживания которых она предназначена. Растущая мобильность населения и центростремительные силы притяжения крупных городов и агломераций формируют требования к скорости, безопасности и комфорту поездок, которые традиционное железнодорожное сообщение не всегда оказывается способным удовлетворить. При этом железные дороги обладают достаточным потенциалом, чтобы преобразовать транспортные связи внутри страны и обеспечить улучшение связанности не только между регионами, но и соседними странами.

Видение, лежащее в основе разрабатываемых правительством нормативных документов и стратегий развития, определяет, что высокоскоростной железнодорожный транспорт может стать одним из предпочтительных видов транспорта. Для этого в первую очередь необходимо развить эффективную железнодорожную инфраструктуру и оценить эффекты от развития высокоскоростного железнодорожного сообщения, которые практически не изучены в современной отечественной литературе.

На страновом уровне было показано, что развитие как скоростного, так и высокоскоростного сообщения оказывает значимый вклад в экономический рост: эластичность ВВП на душу населения по протяженности ВСМ и СМ составляет 0.029–0.036 и 0.042–0.048 соответственно, по наличию ВСМ – 0.125.

Сценарный анализ, проведенный на базе имитационной модели расселения, не позволил полноценно оценить потенциальный вклад развития ВЖД в социально-экономическое положение России в среднесрочной перспективе до 2036 г. в первую очередь по причинам, связанным с ограничениями при построении самой модели. В свете того, что вопросы развития скоростного сообщения в России в ближайшей перспективе не потеряют своей актуальности, авторами предполагается дальнейшее развитие имитационной модели, в частности, при наличии более полной и детальной статистики.

Полученные результаты в перспективе могут быть использованы в интересах Министерства экономического развития Российской Федерации, Министерства транспорта Российской Федерации для разработки конкретных направлений, мер и механизмов проведения пространственной политики в России, а также для определения степени влияния, которое могут оказывать целевые показатели,

заложенные в стратегических документах развития различных областей на показатели пространственного развития и экономический рост.

Данная работа подготовлена на основе материалов научно-исследовательской работы, выполненной в соответствии с Государственным заданием РАНХиГС при Президенте Российской Федерации на 2021 год.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. UIC. Railisa UIC Statistics // UIC. 2019. URL: [https://uic-stats.uic.org/#widget\\_region](https://uic-stats.uic.org/#widget_region) (дата обращения: 15.03.2021).
2. The UIC. High Speed Traffic in the World // The Worldwide Railway Organisation. 2020. URL: [https://uic.org/IMG/pdf/20210201\\_high\\_speed\\_passenger\\_km.pdf](https://uic.org/IMG/pdf/20210201_high_speed_passenger_km.pdf) (дата обращения: 12.Апреля.2021).
3. Campos J., De Rus G., "Some stylized facts about high-speed rail: A review of HSR experiences around the world," *Transport Policy*, Vol. 16, No. 1, 2009. pp. 19-28.
4. Preston J. The economics of investment in high speed rail: Summary and conclusions // Discussion Paper 2013-30: International Transport Forum. Paris. 2014.
5. Preston J. Direct and indirect effects of high-speed rail // In: Evaluating High-Speed Rail: Interdisciplinary Perspectives / Ed. by Albalate D., Bel G. London and New York: Taylor & Francis, 2016. pp. 46-67.
6. Perl A.D., Goetz A.R., "Corridors, hybrids and networks: three global development strategies for high speed rail," *Journal of Transport Geography*, Vol. 42, 2015. pp. 134-144.
7. Givoni M., "Development and impact of the modern high-speed train: A review," *Transport Reviews*, Vol. 26, No. 5, 2006. pp. 593-611.
8. Albalate D., Bel G., "High-speed rail: Lessons for policy makers from experiences abroad," *Public Administration Review*, Vol. 72, No. 3, 2012. pp. 336-349.
9. Laird P. Where Are We Now: National Patterns and Trends in Transport. Back on Track. UNSW Press. pp. 32–33 2001.
10. Ministry of Transportation. High Speed Rail in Ontario: Special Advisor's Final Report 016. URL: <http://www.mto.gov.on.ca/english/publications/high-speed-rail-in-ontario-final-report/pdfs/high-speed-rail-in-ontario-final-report.pdf> (дата обращения: 21.04.2020).
11. Railway Technology. Lanxin (Lanzhou–Xinjiang) High-Speed Rail Line URL: <https://www.railway-technology.com/projects/lanxin-high-speed-rail-line-china> (дата обращения: 21.04.2021).

12. Forbes. Forbes: Вагончик тронется? Зачем России и Путину нужны скоростные магистрали 2020. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/385255-vagonchik-tronetsya-zachem-rossii-i-putinu-nuzhny-skorostnye-magistrali> (дата обращения: 30.04.2021).
13. Aschauer D.A. Is public expenditure productive? // Journal of Monetary Economics. 1989. Vol. 23(2). pp. 177-200.
14. Button K. Is there any economic justification for high-speed railways in the United States? // Journal of Transport Geography. 2012. Vol. 22. pp. 300-302.
15. Givoni M., Banister D. Speed: the less important element of the High-Speed Train // Journal of Transport Geography. 2012. No. 22. pp. 306-307.
16. Vickerman R. Can high-speed rail have a transformative effect on the economy? // Transport Policy. 2018. No. 62. pp. 31-37.
17. Транспортная инфраструктура и экономический рост // ЦЭИ. 2019. URL: <https://www.infraeconomy.com/data/files/transportnaya-infrastruktura-i-ehkonomicheskij-rost.pdf> (дата обращения: 22.03.2021).
18. Regional Economic Impact Analysis of High Speed Rail in China // WorldBank. 2014. URL: [https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/EAP/China/high\\_speed-rail-%20in-china-en.pdf](https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/EAP/China/high_speed-rail-%20in-china-en.pdf) (дата обращения: 22.03.2021).
19. Oosterhaven J., Knaap T., "Spatial economic impacts of transport infrastructure investments," *Transport projects, programmes and policies: Evaluation needs and capabilities*, 2003. pp. 87-105.
20. Chen C. L. The Spatial-Economic Impact of High-Speed Trains: Nationally (The UK IC125) and Regionally (A British-French Comparison). UCL (University College London), 2013.
21. Ahlfeldt G. M., Feddersen A., "From periphery to core: economic adjustments to high speed rail," *Documents de treball IEB*, No. 38, 2010. P. 1.
22. Ginés de Rus. The Economic Effects of High Speed Rail Investment. 16th ed. OECD Publishing, 2008.
23. // Причинный вывод с использованием разницы в различиях, причинно-следственной связи и синтетического контроля: [сайт]. URL: <https://www.machinelearningmastery.ru/causal-inference-using-difference-in-differences-causal-impact-and-synthetic-control-f8639c408268/> (дата обращения: 26.03.2021).

24. Li X., Wu Z., Zhao X., "Economic effect and its disparity of high speed rail in China: A study of mechanism based on synthesis control method," *Transport Policy*, Vol. 99, 2020. pp. 262-274.
25. Chenglin Q., Qingqing Y. The impact of high-speed rail on the spatial pattern change of producer service industry // *Econ. Geogr.* 2017. Vol. 2. pp. 90-97.
26. Li F., Su Y., Xie J., Zhu W., and Wang Y. The Impact of High-Speed Rail Opening on City Economics along the Silk Road Economic Belt // *Sustainability*. 2020. Vol. 12 (8).
27. Cantos P., Gumbau-Albert M., and Maudos J. Transport Infrastructures, Spillover Effects and Regional Growth: Evidence of the Spanish Case // *Transp. Rev.*. 2005. Vol. 1. pp. 25–50.
28. Hall P. Magic Carpets and Seamless Webs: Opportunities and Constraints for High-speed Trains in Europe // *Built Environ.* 2009. Vol. 1. pp. 59-69.
29. Xiaowen Z. The Promotion of High-speed rail to the Coordinated Development of Regional Economy // *Railw. Econ. Econ. Res.*. 2010. Vol. 6. pp. 19-22.
30. Yuanchao B., Lihua W., and Junhong B. High-speed rail opening, factor flow and regional economic disparity // *Financ. Trade.* 2018. Vol. 6. pp. 147-161.
31. Указ Президента РФ № 120 от 13.09.1991 URL: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link\\_id=18&nd=102012469&intelsearch=](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=18&nd=102012469&intelsearch=) (дата обращения: 05.05.2021).
32. Министерство Транспорта РФ. Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года 2008. URL: <https://www.mintrans.gov.ru/documents/7/1010> (дата обращения: 05.05.2021)
33. Министерство Транспорта РФ. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года 2008. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/3/1009> (дата обращения: 05.05.2021)
34. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2030 г. 2015. URL: <http://static.government.ru/media/files/41d457592e04b76338b7.pdf> (дата обращения: 05.05.2021)
35. Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в РФ 2018. URL: <http://www.hsrail.ru/info/techdocs/programmaVSM/> (дата обращения: 05.05.2021)

36. Правительство РФ. Схема территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (железнодорожного, воздушного, морского, внутреннего водного транспорта) и автомобильных дорог федерального значения 2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499009611?marker=6540IN> (дата обращения: 20.05.2021)
37. Государственная программа Российской Федерации "Развитие транспортной системы" 2017. URL: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm> (дата обращения: 20.05.2021)
38. // протяженность ВСМ в мире "АО Скоростные магистрали": [сайт]. [2020]. URL: <http://www.hsrail.ru/info/vsmm/> (дата обращения: 20.05.2021)
39. Shabani Z. D. et al., "Do transport infrastructure spillovers matter for economic growth? Evidence on road and railway transport infrastructure in Iranian provinces," *Regional Science Policy and Practice*, Vol. 10, No. 1, 2018. pp. 49-63.
40. Chen C. L., Hall P., "The impacts of high-speed trains on British economic geography: a study of the UK's InterCity 125/225 and its effects," *Journal of Transport Geography*, Vol. 19, No. 4, 2011. pp. 689-704.
41. Fröidh O., "Market effects of regional high-speed trains on the Svealand line," *Journal of transport geography*, Vol. 13, No. 4, 2005. pp. 352-361.
42. Yang H. et al., "The implications of high-speed railways on air passenger flows in China," *Applied geography*, Vol. 97, 2018. pp. 1-9.
43. Masson S., Petiot R., "Can the high speed rail reinforce tourism attractiveness? The case of the high speed rail between Perpignan (France) and Barcelona (Spain)," *Technovation*, Vol. 29, No. 9, 2009. pp. 611-617.
44. Shi W. et al., "Spatial distribution of job opportunities in China: Evidence from the opening of the high-speed rail," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 133, 2020. pp. 138-147.
45. Nickelsburg J., Ahluwalia S., Yang Y., "High-speed Rail, Urbanisation, and Housing Affordability: Evidence from the Shinkansen System," *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, Vol. 54, No. 4, 2020. pp. 267-288.
46. Wetwitoo J., Kato H., "Regional and Local Economic Effects from Proximity of High-Speed Rail Stations in Japan: Difference-in-Differences and Propensity Score Matching Analysis," *Transportation Research Record*, Vol. 2673, No. 9, 2019. pp. 323-333.

47. Zhang X. et al., "Geographic proximity, information flows and corporate innovation: Evidence from the high-speed rail construction in China," *Pacific-Basin Finance Journal*, Vol. 61, 2020. P. 101342.
48. PWC. Эффект BCM: открыть новые грани // PWC. 2016. URL: <https://www.pwc.ru/ru/assets/rzhd-partner.pdf> (дата обращения: 05.05.2021).
49. Graham D. J., Melo P. C., "Assessment of wider economic impacts of high-speed rail for Great Britain," *Transportation research record*, Vol. 2261, No. 1, 2011. pp. 15-24.
50. Zhu X., Qian T., Wei Y., "Do high-speed railways accelerate urban land expansion in China? A study based on the multi-stage difference-in-differences model," *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 71, 2020. P. 100846.
51. Yang X. et al., "Can high-speed rail reduce environmental pollution? Evidence from China," *Journal of Cleaner Production*, Vol. 239, 2019. P. 118135.
52. Пятаев М. В., "Региональные эффекты проектов высокоскоростных железнодорожных магистралей," *Мир транспорта*, Т. 14, № 3, 2016. С. 132-141.
53. Сазонов С. Л., "Динамичное развитие высокоскоростных железных дорог (ВСЖД) Китая," *Экономика железных дорог*, № 8, 2011. С. 82–92.
54. Chen G., Silva J. A., "Regional impacts of high-speed rail: a review of methods and models," *Transportation Letters*, Vol. 5, No. 3, 2013. pp. 131-143.
55. Миронова И. А., Тищенко Т. И., "Оценка эффективности проекта высокоскоростной магистрали с точки зрения общества," *Труды Института системного анализа Российской академии наук*, Т. 69, № 2, 2019. С. 40-48.
56. Центр экономики инфраструктуры (ЦЭИ). Транспортная инфраструктура и экономический рост. ISBN 978-5-00150-604-1-е изд. М: Перо, 2019. 142 с.
57. Маслюк В. Эффект магистрали // Gudok. URL: <http://www.pult.gudok.ru/archive/detail.php?ID=1499101> (дата обращения: 05.05.2021).
58. Arcand J.L., Berkes E., and Panizza U. Too much finance? // IMF Working Paper. 2012. P. 161.
59. Beck T., Levine R.. Stock markets, banks, and growth: panel evidence // *J. Bank. Finance*. 2004.
60. IMF. World Economic Outlook Database // IMF. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2020/October/select-countries?grp=2001&sg=All%20countries> (дата обращения: 15.06.2021).

61. World Bank. Population density (people per sq. km of land area) URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.POP.DNST> (дата обращения: 15.06.2021).
62. World Bank. Gross fixed capital formation (% of GDP) URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.FTOT.ZS> (дата обращения: 15.06.2021).
63. World Bank. Industry, value added (% of GDP) URL: [https://databank.worldbank.org/source/wdi-database-archives-\(beta\)#](https://databank.worldbank.org/source/wdi-database-archives-(beta)#) (дата обращения: 15.06.2021).
64. OECD. Gross domestic spending on R&D URL: <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm> (дата обращения: 15.06.2021).
65. World Bank. Domestic credit to private sector (% of GDP) URL: <https://data.worldbank.org/indicator/FS.AST.PRVT.GD.ZS> (дата обращения: 15.06.2021).
66. UIC. Length of HS lines - Maximal line speed: 160 km/h and over, km URL: <https://uic-stats.uic.org/> (дата обращения: 15.06.2021).
67. UIC. Length of HS lines - Maximal line speed: 250 km/h and over, km URL: <https://uic-stats.uic.org> (дата обращения: 15.06.2021).
68. Deloitte. The services powerhouse: Increasingly vital to world economic growth URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/economy/issues-by-the-numbers/trade-in-services-economy-growth.html> (дата обращения: 15.06.2021).
69. Pesaran M.H. Estimation and inference in large heterogenous panels with multifactor error // *Econometrica*. 2006. No. 74. pp. 967-1012.
70. Eberhardt M., Teal F. Productivity Analysis in Global Manufacturing Production 2010.
71. Eberhardt M. Estimating panel time-series models with heterogeneous slopes // *The Stata Journal*. 2012. Vol. 12. No. 1. pp. 61-71.
72. РЖД. ВСМ Москва – Казань // АО "Скоростные магистрали". URL: <http://www.hsrail.ru/info/vsmmk/> (дата обращения: 01.06.2021).
73. ТАСС. ВСМ "Москва - Санкт-Петербург" будет построена с заходом в Великий Новгород 2020. URL: <https://tass.ru/ekonomika/10214051> (дата обращения: 01.06.2021).
74. РЖД. АО "Скоростные магистрали" // ВСМ Москва-Санкт-Петербург. URL: <http://www.hsrail.ru/info/vsmsp/> (дата обращения: 01.06.2021).
75. Российская газета. Новые пассажирские поезда в десять раз могут сократить время в пути 2013. URL: <https://rg.ru/2013/04/11/sochi.html> (дата обращения: 01.06.2021).

