



Экономика и финансы

Влияние неравномерности загрузки железнодорожной инфраструктуры на скорости в грузовом движении

Д.А. МАЧЕРЕТ,
д.э.н., проф., первый
заместитель председателя
Объединенного ученого
совета ОАО «РЖД»,
АО «ВНИИЖТ», профессор
РУТ (МИИТ)
macheret@vniizht.ru

А.Д. РАЗУВАЕВ,
к.э.н., доцент кафедры
«Экономика транспортной
инфраструктуры
и управление строительным
бизнесом» РУТ (МИИТ)
razuvaevalex@yandex.ru

А.Ю. ЛЕДНЕЙ,
к.э.н., доцент кафедры
«Экономика транспортной
инфраструктуры
и управление строительным
бизнесом» РУТ (МИИТ)
trinitinoks@mail.ru

Скорости, реализуемые в грузовом движении, оказывают весьма существенное влияние как на экономику железнодорожной отрасли, так и на эффективность транспортного обслуживания грузовладельцев, а значит, на экономику обслуживаемых железными дорогами предприятий и отраслей.

Экономическое значение скоростей в грузовом движении

Что касается влияния скоростей в грузовом движении на внутриотраслевые экономические показатели железнодорожного транспорта, существенным является уровень участковой скорости поездов и отношение участковой скорости к технической (коэффициент участковой скорости).

Справка

Техническая скорость показывает среднее расстояние, проходимое грузовым поездом за час чистого движения (с учетом времени на разгон и замедление). Участковая скорость учитывает также время простоя на промежуточных станциях [1].

Себестоимость железнодорожных перевозок связана с участковой скоростью обратной зависимостью: при росте участковой скорости себестоимость перевозок снижается, а при уменьшении участковой скорости – растет [2].

При этом предпочтительным является повышение участковой скорости не за счет роста технической, а за счет сокращения простоев на промежуточных станциях. Это связано с тем, что рост технической скорости сопряжен с увеличением топливно-энергетических затрат и износа движущихся частей подвижного состава, что сокращает общий эффект, а снижение простоев на промежуточных станциях формирует чистый эффект, достигаемый благодаря экономии вагоно-часов, локомотиво-часов и бригадо-часов локомотивных бригад [3]. Поэтому важно обеспечивать рост не только участковой скорости, но и коэффициента участковой скорости.

Участковая скорость значимо, хотя и не определяющим образом, влияет на скорость доставки грузов – коэффициент влияния составляет около 0,2 [4]. При этом долгосрочный анализ показывает, что участковая скорость грузовых поездов и скорость доставки грузов, как правило, изменяются синхронно [5], что можно объяснить воздействием общих факторов на оба показателя.

Скорость доставки грузов является одним из ключевых показателей качества транспортного обслуживания [6–8], и спрос на грузовые перевозки весьма чувствителен как к уровню скорости, так и к надежности его обеспечения, гарантирующей доставку груза «точно в срок». Кроме того, скорость доставки является «фактором, определяющим потери от “замораживания” товарной массы в процессе перевозки» [9, с. 7], а эти потери важны не только для грузовладельца, но и для всей экономики, так как являются «упущенным» ВВП.

Таким образом, скорости в грузовом движении не только значимы для отраслевой экономики, но и имеют макроэкономическое значение.

Влияние неравномерности загрузки инфраструктуры на скорости в грузовом движении

Известно, что скорости грузового движения весьма чувствительны к уровню загрузки железнодорожной инфраструктуры. Если заполнение расчетной пропускной способности превышает 70–80%, участковая скорость начинает снижаться, а при дальнейшем росте загрузки инфраструктуры это снижение происходит экспоненциально [10]. Соответственно, скорость реагирует и на сезонный рост загрузки инфраструктуры. Оценка, выполненная на примере нескольких кварталов, показала, что в те периоды, когда загрузка инфраструктуры выше среднегодового уровня, происходит снижение и участковой, и технической скорости движения поездов, а также коэффициента участковой скорости [11].

Исходя из сказанного, актуальной теоретической и прикладной задачей является детальное исследование влияния не только квартальной, но и месячной

неравномерности загрузки инфраструктуры как на скорости грузовых поездов, так и на скорость доставки грузов. Это позволит установить соответствующие зависимости на протяжении достаточно длительного периода и оценить их устойчивость.

Для того чтобы элиминировать влияние долгосрочных трендов изменения скоростей, при проведении исследования были определены [12] помесечные коэффициенты величин указанных скоростей к среднегодовым значениям и по каждому году рассчитаны их регрессионные зависимости и коэффициенты корреляции от помесечных коэффициентов неравномерности загрузки инфраструктуры, определенных на основании [13].

Справка

Коэффициент неравномерности загрузки инфраструктуры для каждого месяца определяется как отношение среднесуточной приведенной работы данного месяца к среднесуточной приведенной работе за год. При этом приведенная работа рассчитывается как сумма грузооборота нетто и удвоенного пассажирооборота [11].

Анализ результатов расчетов, выполненных за период 2016–2021 годов, свидетельствует о наличии во всех случаях *обратной* связи между уровнями скоростей и неравномерности загрузки железнодорожной инфраструктуры (табл. 1).

При этом наибольшая теснота связи характерна для участковой скорости движения поездов (преобладает высокая обратная связь) и технической скорости (преобладают заметная и высокая обратная связь). Скорость доставки грузов в меньшей степени зависит от коэффициента неравномерности загрузки инфраструктуры – преобладают умеренная и заметная обратная связь, а в одном из годов связь практически отсутствует.

Схожие выводы можно сделать на основании результатов регрессионно-корреляционного анализа, выполненного с использованием всей совокупности месячных данных за период 2016–2021 годов (рис. 1–3).

Для участковой и технической скорости характерна заметная обратная связь с уровнем неравномерности загрузки инфраструктуры (соответствующие коэффициенты корреляции составляют $-0,603$ и $-0,537$), для скорости доставки грузов – умеренная обратная связь (коэффициент корреляции составляет $-0,462$).

Влияние неравномерности загрузки инфраструктуры на соотношение скоростей в грузовом движении

Выше была отмечена важность улучшения соотношения между участковой и технической скоростью – коэффициента участковой скорости. Еще более

Таблица 1

Теснота связи между уровнями скоростей в грузовом движении и коэффициентами неравномерности загрузки инфраструктуры

Характеристика тесноты связи	Диапазон коэффициента корреляции	Количество лет		
		Участковая скорость	Техническая скорость	Скорость доставки
Связь отсутствует	[0; -0,1]	–	–	1 (2018)
Слабая обратная	[-0,1; -0,3]	1 (2020)	1 (2020)	–
Умеренная обратная	[-0,3; -0,5]	1 (2019)	–	2 (2017; 2019)
Заметная обратная	[-0,5; -0,7]	1 (2021)	3 (2018; 2019; 2021)	2 (2020; 2021)
Высокая обратная	[-0,7; -0,9]	3 (2016; 2017; 2018)	2 (2016; 2017)	1 (2016)

важное значение имеет повышение коэффициента скорости доставки, характеризующего соотношение между скоростью доставки грузов и участковой скоростью движения грузовых поездов [14]. Это связано с тем, что разрыв между скоростью доставки и участковой скоростью гораздо больше, чем между участковой и технической, а, следовательно, более масштабны и резервы повышения коэффициента скорости доставки, который можно рассматривать как характеристику трансформации скорости движения поездов в скорость доставки грузов.

Так как повышение скорости доставки имеет стратегическое значение для обеспечения конкурентоспособности железнодорожного транспорта [15], рост коэффициента скорости доставки весьма важен.

Результаты анализа влияния неравномерности загрузки железнодорожной инфраструктуры на коэффициенты участковой скорости и скорости доставки показывают, что теснота связи участковой скорости и коэффициента участковой скорости с неравномерностью загрузки инфраструктуры качественно идентична (табл. 1, табл. 2): во всех случаях преобладает высокая обратная связь.

Что касается коэффициента скорости доставки, то для него с равной частотой наблюдаются примеры как прямой, так и обратной связи, причем теснота в случае прямой связи в целом выше, чем в случае обратной (табл. 2).

Примечательна также «зеркальность» характеристик тесноты связи с уровнем неравномерности загрузки инфраструктуры для коэффициента участковой скорости и коэффициента скорости доставки. В те годы, когда для коэффициента

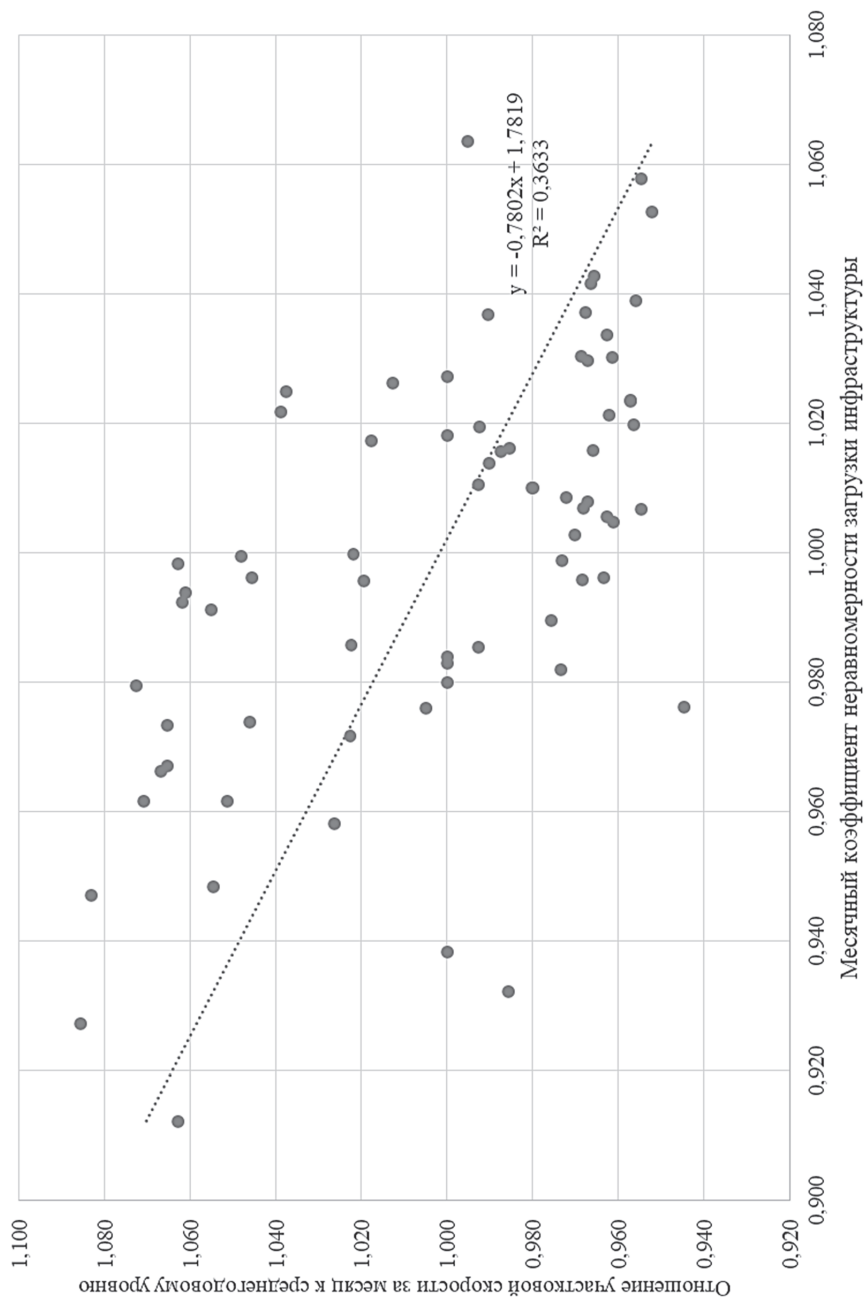


Рис. 1. Регрессионная зависимость уровня участковой скорости от уровня неравномерности загрузки инфраструктуры по месяцам 2016–2021 годов

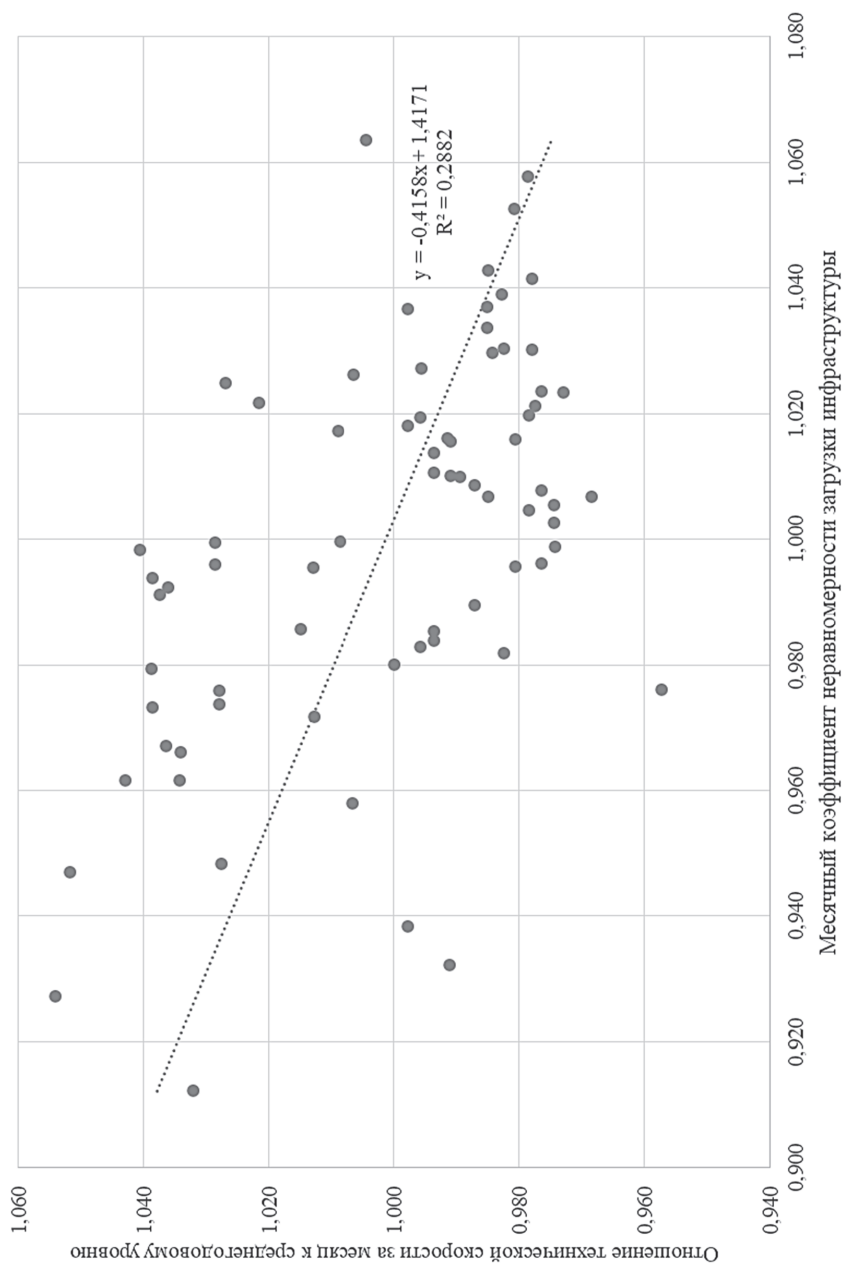


Рис. 2. Регрессионная зависимость уровня технической скорости от уровня неравномерности загрузки инфраструктуры по месяцам 2016–2021 годов

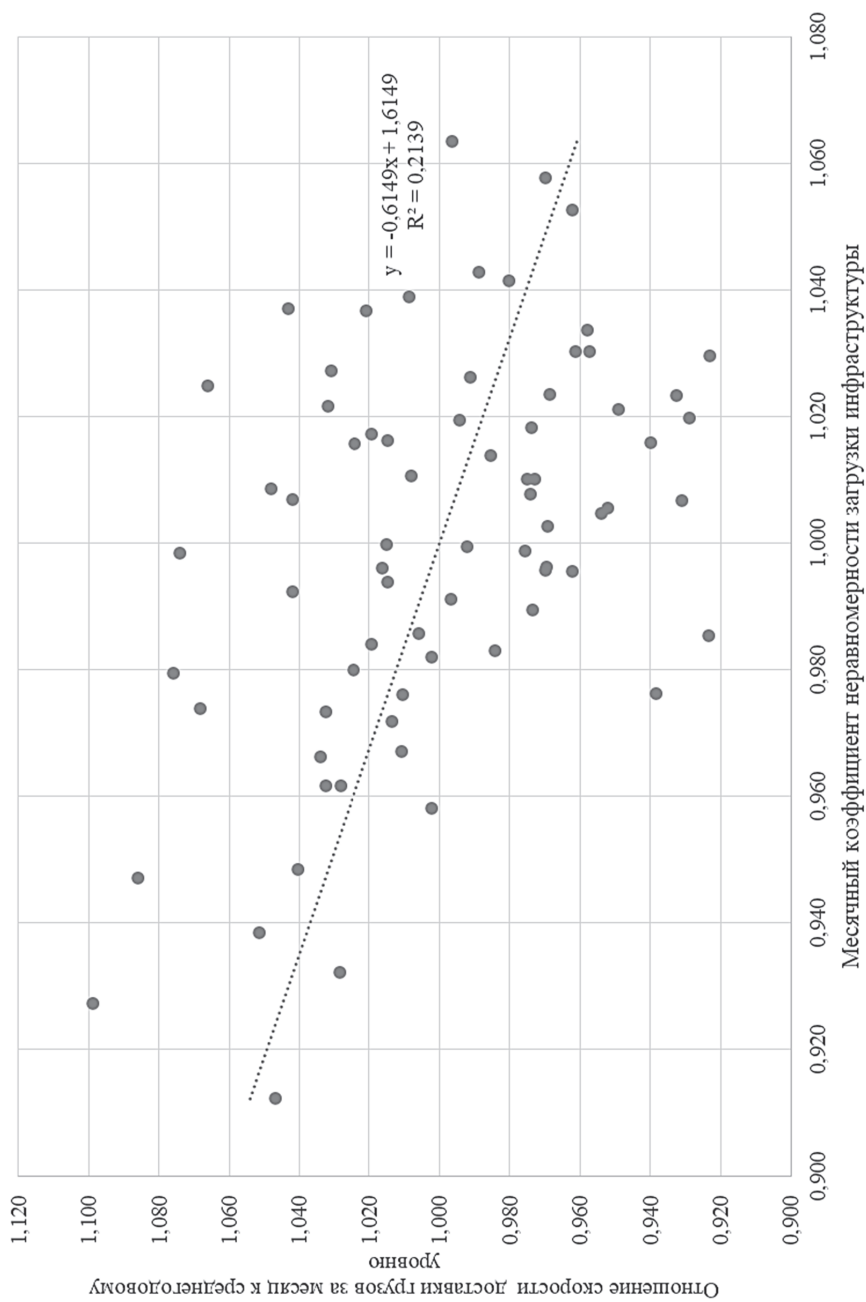


Рис. 3. Регрессионная зависимость уровня скорости доставки грузов от уровня неравномерности загрузки инфраструктуры по месяцам 2016–2021 годов

Таблица 2

Теснота связи между коэффициентами скоростей в грузовом движении и коэффициентами неравномерности загрузки инфраструктуры

Характеристика тесноты связи	Диапазон коэффициента корреляции	Количество лет	
		Коэффициент участковой скорости	Коэффициент скорости доставки
Заметная прямая	[0,5; 0,7]	–	2 (2017; 2018)
Умеренная прямая	[0,3; 0,5]	–	1 (2016)
Слабая обратная	[-0,1; -0,3]	1 (2019)	2 (2020; 2021)
Умеренная обратная	[-0,3; -0,5]	1 (2020)	1 (2019)
Заметная обратная	[-0,5; -0,7]	1 (2021)	–
Высокая обратная	[-0,7; -0,9]	3 (2016; 2017; 2018)	–

участковой скорости выявлена наиболее тесная обратная связь (2016–2018), для коэффициента скорости доставки – связь прямая (табл. 2). В годы, когда для коэффициента участковой скорости обратная связь менее тесная (2019–2021), для коэффициента скорости доставки связь – обратная, причем наименее тесной обратной связи для коэффициента участковой скорости соответствует наиболее тесная обратная связь для коэффициента скорости доставки (2019 год).

Исходя из логико-аналитического подхода [16], выявленные с помощью математических методов различия можно соотнести с качественными отличиями базы формирования этих коэффициентов. В то время как коэффициент участковой скорости определяется частотой и продолжительностью простоев поездов на промежуточных станциях, на коэффициент скорости доставки в большей мере влияют простои вагонов на технических и грузовых станциях, связанные с формированием и расформированием поездов.

Эти простои состоят из множества элементов [17], каждый из которых определяется различными факторами. Выполненные исследования [18; 19] показывают, что рост неравномерности поездопотоков и перегрузка отдельных элементов станционных систем приводят к увеличению простоев вагонов на технических станциях. Такое увеличение способствует снижению коэффициента скорости доставки.

В то же время в условиях низкой интенсивности вагонопотоков на конкретных назначениях увеличивается время накопления полностью составных поездов и, соответственно, повышается среднее время простоя вагонов, что способствует снижению коэффициента скорости доставки. В таком случае рост интенсивности вагонопотоков и загрузки инфраструктуры будет способствовать ускорению накопления составов поездов и росту коэффициента скорости доставки.

Таким образом, дополнение математических методов логико-аналитическим подходом позволяет уяснить сущностную основу разновариантности зависимости коэффициента скорости доставки от уровня загрузки инфраструктуры.

Регрессионно-корреляционный анализ с использованием всей совокупности месячных данных за период 2016–2021 годов (рис. 4, 5) показывает, что для коэффициента участковой скорости характерна умеренная обратная связь с уровнем неравномерности загрузки инфраструктуры (коэффициент корреляции составляет $-0,364$), а для коэффициента скорости доставки – очень слабая прямая связь (коэффициент корреляции $0,117$). Последний результат следует рассматривать не в качестве отсутствия такой связи, а в контексте отмеченной выше разновариантности этой связи в различных условиях, что требует дополнительного углубленного изучения.

Количественная экономическая оценка

На основе существующих научно обоснованных подходов количественная оценка экономических эффектов, связанных с позитивным воздействием снижения неравномерности загрузки железнодорожной инфраструктуры на скорости в грузовом движении, может быть выполнена как во внутриотраслевом, так и во внетранспортном аспектах.

В настоящем исследовании определена регрессионная зависимость уровня участковой скорости от коэффициента неравномерности загрузки инфраструктуры (рис. 1), при этом коэффициент регрессии составляет $-0,7802$. В свою очередь, как отмечено выше, рост участковой скорости приводит к снижению себестоимости грузовых перевозок и соответствующей экономии эксплуатационных расходов. Относительная величина себестоимости грузовых перевозок, изменяющаяся обратно пропорционально величине участковой скорости, может быть принята, согласно [4], равной $0,043$. Соответственно, коэффициент влияния неравномерности загрузки инфраструктуры на себестоимость перевозок (через изменение участковой скорости) составит $0,0335$.

При среднемесячной величине расходов ОАО «РЖД» по виду деятельности «грузовые перевозки» в 2021 году, составляющей $120,6$ млрд руб. [20], средняя экономия от роста участковой скорости за счет снижения коэффициента неравномерности загрузки инфраструктуры на 1 п.п. в месяцы повышенной загрузки превысит 40 млн руб., что соответствует $0,5$ млрд руб. в годовом исчислении. Следует подчеркнуть, что это не полная величина экономии вследствие сокращения неравномерности загрузки инфраструктуры, а лишь ее часть, связанная с ростом участковой скорости грузовых поездов.

Внетранспортный эффект, в свою очередь, связан с повышением скорости доставки грузов, которое позволяет снизить величину воплощенного в перевозимых товарах оборотного капитала, «замораживаемого» на время перевозки [6; 9; 17]. В условиях 2021 года, с учетом фактической скорости доставки грузов

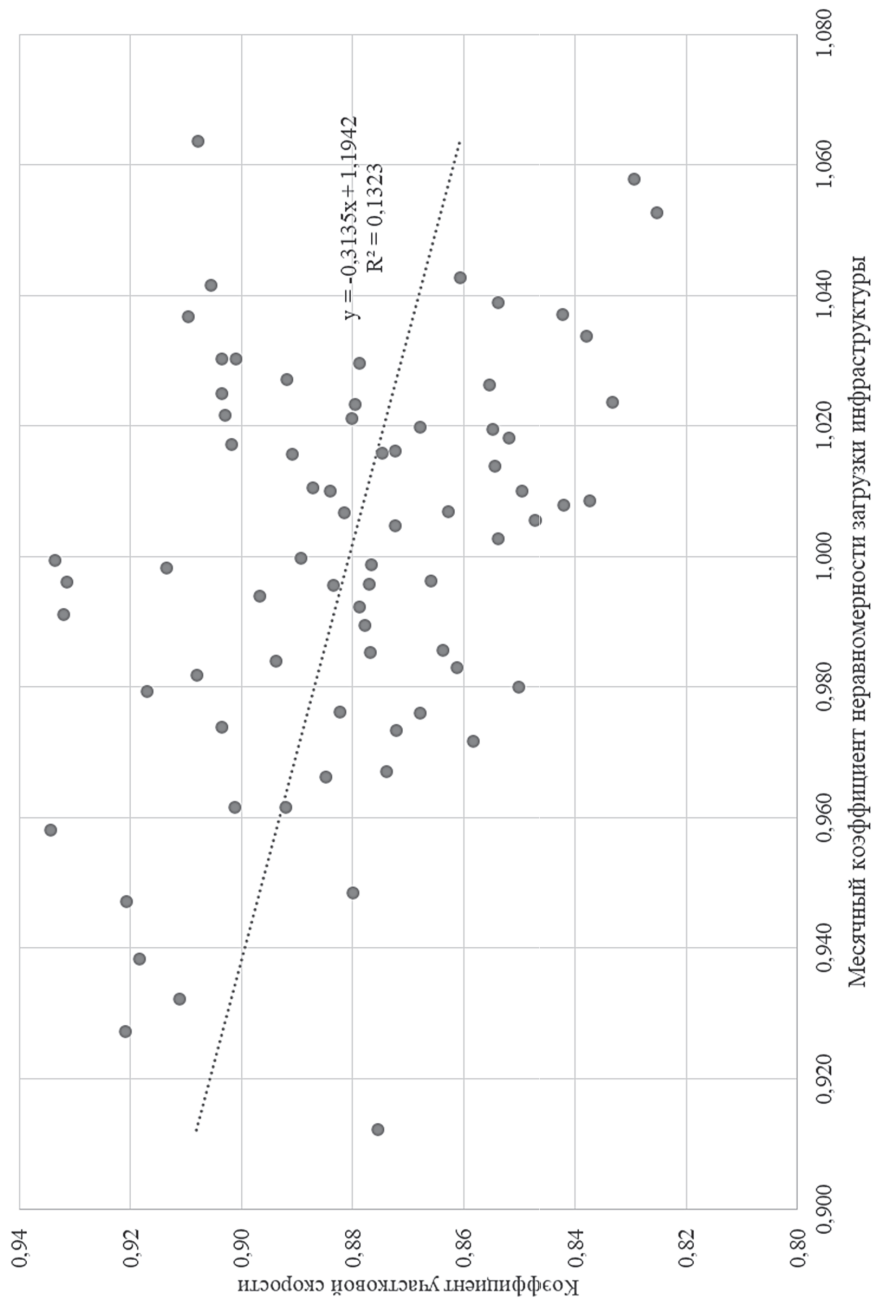


Рис. 4. Регрессионная зависимость коэффициента участковой скорости от уровня неравномерности загрузки инфраструктуры по месяцам 2016–2021 годов

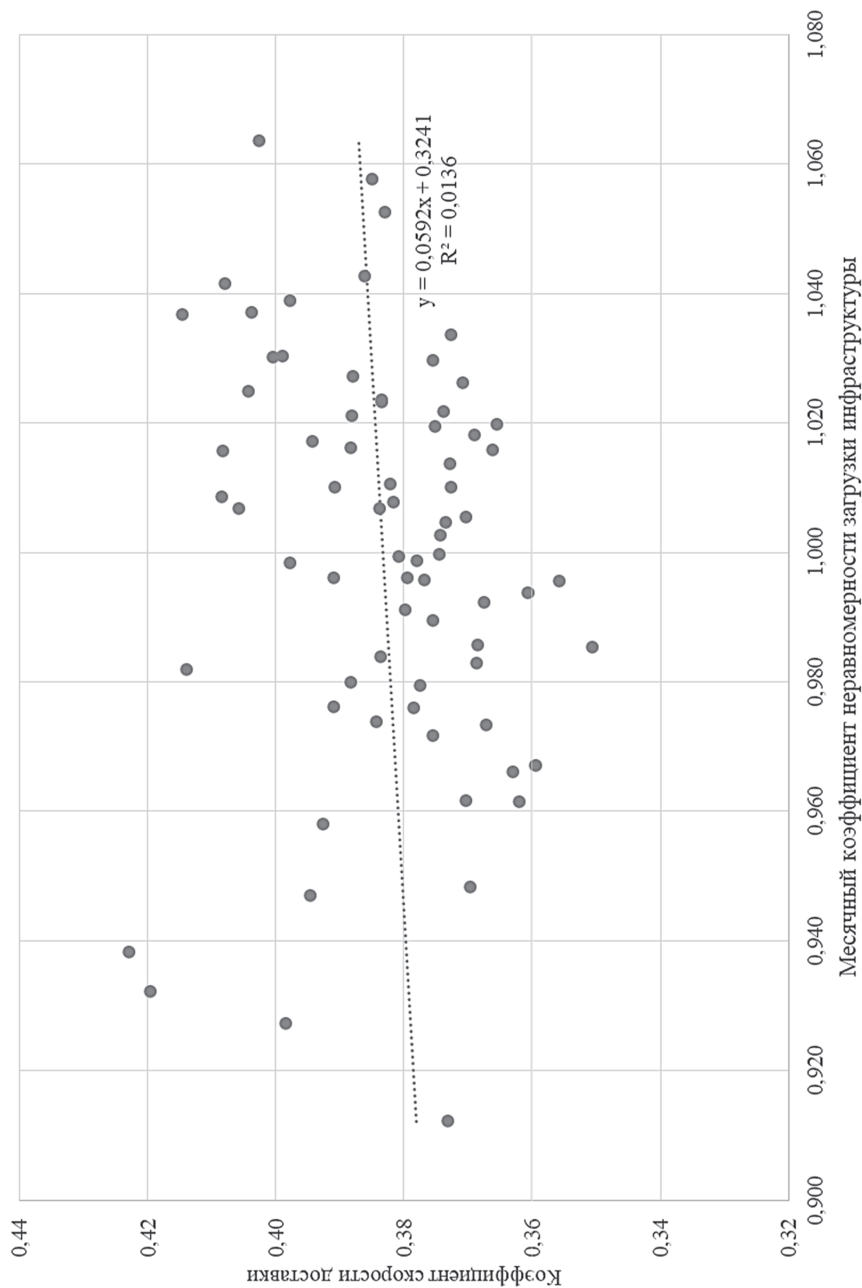


Рис. 5. Регрессионная зависимость коэффициента скорости доставки от уровня неравномерности загрузки инфраструктуры по месяцам 2016–2021 годов

[12], грузооборота нетто [21] и экспертно проиндексированной средней стоимости 1 т грузов, перевозимых железнодорожным транспортом [22], величина единовременно находящегося в процессе железнодорожной транспортировки оборотного капитала может быть оценена в сумме 308,5 млрд руб. С учетом регрессионной зависимости уровня скорости доставки грузов от неравномерности загрузки инфраструктуры (рис. 3) с коэффициентом регрессии $-0,6149$ ускорение доставки грузов за счет снижения коэффициента неравномерности загрузки инфраструктуры на 1 п.п. позволит снизить величину «замороженного» оборотного капитала на 1,9 млрд руб.

Выполненная оценка показывает, что возможные экономические эффекты от повышения скоростей в грузовом движении за счет снижения неравномерности загрузки железнодорожной инфраструктуры составляют относительно небольшую долю общих эффектов от снижения неравномерности загрузки железнодорожной инфраструктуры. Это связано прежде всего с капитальными вложениями в развитие инфраструктуры и эксплуатационными расходами на ее содержание [23]. Учитывая, что уровень месячной неравномерности загрузки железнодорожной инфраструктуры укладывается в интервал $(0,91; 1,07)$, его возможное снижение *в среднем по сети* не является важнейшим резервом для повышения *среднего* уровня скоростей в грузовом движении и получения соответствующих экономических эффектов.

В то же время на отдельных направлениях в периоды «пиковой» загрузки равномерность, ритмичность поездопотоков может иметь решающее значение для обеспечения устойчивости перевозочного процесса, выполнения экономически значимых нормативов показателей эксплуатационной работы (прежде всего – скоростей движения поездов) и нормативных сроков доставки грузов, особенно значимых для высокоценной продукции [7], являющейся наиболее перспективной для железнодорожного транспорта [24].

При этом перевозки именно таких грузов характеризуются наиболее высокой неравномерностью [25]. Поэтому в контексте скоростей грузового движения экономически оправданным является фокусирование внимания на снижении неравномерности загрузки инфраструктуры на определенных направлениях (включая загрузку отдельных элементов инфраструктуры, таких как станционные парки, пути и проч.) и обеспечение наиболее высокой равномерности перевозок высокоценных грузов – весьма чувствительных к скорости и надежности доставки и являющихся высокодоходными и высокоперспективными для железнодорожного транспорта.

Заключение

Проведенное исследование свидетельствует о существенном влиянии неравномерности загрузки железнодорожной инфраструктуры как на уровень скоростей в грузовом движении, так и на соотношения между различными видами скоростей. Поэтому повышение равномерности загрузки инфраструктуры

можно рассматривать как один из инструментов ускорения движения грузовых поездов и перевозки товаров, а также повышения скоростной эффективности железнодорожного транспорта [26].

Наиболее значимые экономические эффекты могут быть получены, если уделять приоритетное внимание равномерности загрузки «узких мест» железнодорожной инфраструктуры, особенно в периоды «пикового» спроса на перевозки, а также обеспечению ритмичности перевозок высокоценных грузов.

Библиографический список

1. Общий технико-экономический курс железных дорог: учебник для бакалавров направлений подготовки: «Экономика», «Менеджмент» / Д.А. Мачерет, А.В. Кудрявцева, А.Ю. Ледней, И.А. Чернигина. – М.: Российский университет транспорта (МИИТ), 2017. – 364 с.
2. Издержки и себестоимость железнодорожных перевозок: учеб. пособие / Н.Г. Смехова [и др.]; под ред. Н.Г. Смеховой и Ю.Н. Кожевникова. – М.: ФГБОУ УМЦ ЖДТ, 2015. – 472 с.
3. Мачерет Д.А. Анализ долгосрочной динамики скоростей в грузовом движении / Д.А. Мачерет // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 5. – С. 66–71.
4. Мачерет Д.А. Экономическая оценка инноваций, направленных на комплексное повышение веса и скорости поездов / Д.А. Мачерет, А.В. Измайкова // Экономика железных дорог. – 2015. – № 5. – С. 17–33.
5. Хусаинов Ф.И. Показатели скорости как аналитические инструменты для оценки работы железных дорог / Ф.И. Хусаинов // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 4 (71). – С. 19–22.
6. Мандриков М.Е. Эффективность и пути ускорения доставки грузов / М.Е. Мандриков. – М.: Транспорт, 1974. – 88 с.
7. Мандриков М.Е. Транспортное обслуживание в условиях рыночной экономики / М.Е. Мандриков, Д.А. Мачерет // Железнодорожный транспорт. – 1992. – № 1. – С. 56–59.
8. Соколов Ю.И. Методы экономической оценки качества транспортного обслуживания грузовладельцев в условиях множественности участников перевозочного процесса / Ю.И. Соколов, И.М. Лавров. – М.: Золотое сечение, 2015. – 168 с.
9. Лapidус Б.М. Модель и методика макроэкономической оценки товарной массы, находящейся в процессе перевозки / Б.М. Лapidус, Д.А. Мачерет // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2011. – № 2. – С. 3–7.

10. Мугинштейн Л.А. Развитие тяжеловесного движения грузовых поездов / Л.А. Мугинштейн, К.П. Шенфельд. – М.: Интекст, 2011. – 76 с.
11. Мачерет Д.А. Экономическая оценка сезонной неравномерности загрузки железнодорожной инфраструктуры / Д.А. Мачерет, А.Д. Разуваев, А.Ю. Ледней // Мир транспорта. – 2020. – Т. 18. – № 1 (86). – С. 94–115.
12. Раскрытие информации на сайте ОАО «РЖД». – URL: <https://company.rzd.ru/ru/9388/page/15689> (дата обращения: 11.01.2022).
13. Основные показатели перевозочной деятельности транспорта за 2016–2021 годы. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (дата обращения: 20.03.2022).
14. Мачерет Д.А. Экономическое значение трендов скоростей в грузовом движении / Д.А. Мачерет, А.Д. Разуваев // Экономика железных дорог. – 2020. – № 2. – С. 16–27.
15. Мачерет Д.А. Стратегическое значение повышения качества доставки грузов / Д.А. Мачерет, А.В. Рышков // Экономика железных дорог. – 2016. – № 6. – С. 22–29.
16. Мачерет Д.А. Методологические проблемы экономических исследований на железнодорожном транспорте / Д.А. Мачерет // Экономика железных дорог. – 2015. – № 3. – С. 12–26.
17. Мачерет Д.А. Совершенствование экономических методов управления производственными ресурсами и работой железнодорожного транспорта: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / Д.А. Мачерет. – М., 2000. – 311 с.
18. Мугинштейн Л.А. Методические подходы к выявлению факторов, влияющих на стабильность пропуска поездопотоков / Л.А. Мугинштейн, М.И. Мехедов // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2014. – № 2. – С. 24–33.
19. Мугинштейн Л.А. Вопросы организации стабильного пропуска транзитных грузовых поездов на направлениях железных дорог с учетом технических и технологических особенностей работы технических станций и перегонов / Л.А. Мугинштейн, М.И. Мехедов // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2016. – Т. 75. – № 1. – С. 3–11.
20. Финансовая отчетность ОАО «РЖД» за 2021 год по РСБУ. URL: <https://company.rzd.ru/api/media/resources/1813657?action=download> (дата обращения: 19.04.2022).
21. Социально-экономическое положение России. 2021 год. – М.: Росстат, 2021. – 380 с.

22. *Лapidус Б.М.* Методологические основы экономики товародвижения и перспективы сегментации транспортного рынка / Б.М. Лapidус, Д.А. Мачерет, А.В. Рышков // Экономика железных дорог. – 2020. – № 5. – С. 12–21.
23. *Ледней А.Ю.* Влияние сезонной неравномерности перевозок на экономическую эффективность развития транспортной инфраструктуры / А.Ю. Ледней, Д.А. Мачерет // Экономика железных дорог. – 2020. – № 6. – С. 14–26.
24. *Мачерет Д.А.* Оценка долгосрочной перспективности структуры грузовых железнодорожных перевозок / Д.А. Мачерет // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2021. – Т. 80. – № 4. – С. 233–239.
25. *Мачерет Д.А.* Экономическое значение долгосрочных изменений структуры и неравномерности железнодорожных грузовых перевозок / Д.А. Мачерет, А.Д. Разуваев, А.Ю. Ледней // Экономика железных дорог. – 2022. – № 4. – С. 15–30.
26. *Лapidус Б.М.* О повышении скоростной эффективности железнодорожного транспорта / Б.М. Лapidус, Д.А. Мачерет // Экономика железных дорог. – 2012. – № 7. – С. 11–21.

Ключевые слова: неравномерность загрузки железнодорожной инфраструктуры, скорость доставки грузов, техническая скорость движения поездов, участковая скорость движения поездов, внутриотраслевой и внетранспортный эффект, регрессионно-корреляционный анализ

К сведению**Перевозки контейнеров по сети РЖД выросли на 5,7% в январе-апреле**

В январе-апреле 2022 года по сети ОАО «РЖД» во всех видах сообщения было перевезено 2 млн 163,8 тыс. груженых и порожних контейнеров ДФЭ (TEU), что на 5,7% больше, чем за аналогичный период 2021 года. В том числе во внутреннем сообщении отправлено 836,7 тыс. ДФЭ (+6,7%).

Количество груженых контейнеров, отправленных во всех видах сообщения, выросло на 5,5% и превысило 1,5 млн ДФЭ (перевезено 21,4 млн тонн грузов, +5,8%).