

DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-4-328

EDN: RFRMLO

УДК 629.4:656.222.2



Научная статья | Логистические транспортные системы

ТРАНСПОРТНАЯ СИЛА И ИНДЕКС ПОТЕНЦИАЛА РАЗВИТИЯ ТЯЖЕЛОВЕСНОГО ДВИЖЕНИЯ КАК НОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЯГОВОГО БИЗНЕС-РЕСУРСА

О.Д. Покровская

Аннотация

Состояние вопроса. Статья посвящена исследованию организации тяжеловесного движения. Актуальность темы определяет тренд наращивания средней массы грузовых поездов на российских железных дорогах.

Цель: охарактеризовать новые показатели для комплексной оценки развития тяжеловесного движения как новые индикаторы использования тяговых ресурсов ОАО «РЖД».

Методы. Использовались методы нормирования эксплуатационной работы железных дорог, логистики, а также инструменты визуализации, анализа.

Результаты. Предложен интегральный показатель – Индекс потенциала развития тяжеловесного движения для комплексной оценки эффективности организации как отдельного маршрута, так и связанных мультипликативных эффектов, что обеспечит научно обоснованное решение задачи наращивания пропускной способности железных дорог. Предложен показатель «транспортная сила», позволяющий оценивать совместно с грузонапряженностью среднюю осевую нагрузку поездов, обращающихся на одном километре эксплуатационной длины железных дорог и выполняющих транспортную работу.

Заключение. Показано, что сложно оценить эффективность организации тяжеловесного движения без соответствующего методи-

ческого инструментария на конкретном участке железнодорожного маршрута в определенный период времени. Предпринята попытка систематизировать компоненты тягового бизнес-ресурса и сфокусировать их в единую систему индикаторов с учетом локальных технико-технологических особенностей и целого ряда параметров.

Ключевые слова: тяжеловесное движение; железнодорожный транспорт; потенциал развития; интегральный показатель; индекс; индикатор; транспортная сила

Для цитирования. Покровская О.Д. Транспортная сила и индекс потенциала развития тяжеловесного движения как новые индикаторы использования тягового бизнес-ресурса // International Journal of Advanced Studies. 2024. Т. 14, № 4. С. 199-211. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-4-328

Original article | Logistic Transport Systems

TRANSPORT FORCE AND THE INDEX OF THE DEVELOPMENT POTENTIAL OF HEAVY TRAFFIC AS NEW INDICATORS OF THE USE OF A TRACTION BUSINESS RESOURCE

O.D. Pokrovskaya

Abstract

Background. The article is devoted to the study of the organization of the heavyweight movement. The relevance of the topic determines the trend of increasing the average weight of freight trains on Russian railways.

Purpose: to characterize new indicators for a comprehensive assessment of the development of heavy-lift traffic as new indicators of the use of traction resources of JSC “Russian Railways”.

Methods. The methods of norming the operational work of railroads, logistics, as well as visualization and analysis tools were used.

Results. An integral indicator is proposed – the Index of the development potential of heavy traffic for a comprehensive assessment of the effectiveness of the organization of both a separate route and related multiplicative effects, which will provide a scientifically based solution to the problem of increasing the capacity of railways. The indicator “transport force” is proposed, which makes it possible to estimate, together with the load capacity, the average axial load of trains running on one kilometer of the operational length of railways and performing transport work.

Conclusion. It is shown that it is difficult to assess the effectiveness of the organization of heavy traffic without appropriate methodological tools on a specific section of the railway route in a certain period of time. An attempt has been made to systematize the components of a traction business resource and focus them into a single system of indicators, taking into account local technical and technological features and a number of parameters.

Keywords: heavy traffic; railway transport; development potential; integral indicator; index; indicator; transport force

For citation. Pokrovskaya O.D. Transport Force and the Index of the Development Potential of Heavy Traffic as New Indicators of the Use of a Traction Business Resource. *International Journal of Advanced Studies*, 2024, vol. 14, no. 4, pp. 199-211. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-4-328

Известно, что к числу важнейших показателей работы железных дорог относится грузонапряженность, характеризующаяся средним количеством выполненных тонно-километров или приведенных тонно-километров, приходящихся на 1 км эксплуатационной длины. В данном исследовании предлагается оценивать совместно с грузонапряженностью среднюю осевую нагрузку поездов, обращающихся на 1 км эксплуатационной длины железных дорог и выполняющих транспортную работу. Для этого предложен новый индикатор полезной работы в тяжеловесном движении – **транспортная сила**, как измеритель интенсивности тяжеловесного движения.

Рассмотрим его состав.

$$TC = (\Gamma \cdot K \cdot I_{\text{тд}}) / L_{\text{э}}, \quad (1)$$

где Γ – грузонапряженность для каждого из путей участка, млн ткм брутто/км в год; K – коэффициент, учитывающий долю тяжеловесных поездов в общем поездопотоке через сечение участка линии; $I_{\text{тд}}$ – индекс потенциала развития тяжеловесного движения для оценки эффективности организации как отдельного маршрута, так и связанных эффектов; $L_{\text{э}}$ – эксплуатационная длина линии, км.

Грузонапряженность рассчитывается по известной формуле:

$\Gamma = 365 \cdot (Q_{\text{гр}} \cdot n_{\text{гр}} + Q_{\text{п}} \cdot n_{\text{п}} + Q_{\text{тд}} \cdot n_{\text{тд}}) \cdot \alpha / 1000$, млн ткм брутто/км в год (2)
 где 365 – количество дней в году; $Q_{\text{гр}}$ – масса брутто грузовых поездов, т; $n_{\text{гр}}$ – количество грузовых поездов, обращающихся на участке, поездов в сутки; $n_{\text{п}}$ – количество пассажирских поездов, поездов в сутки; $Q_{\text{тд}}$ – масса брутто грузовых тяжеловесных поездов, т; $n_{\text{тд}}$ – количество грузовых тяжеловесных поездов, обращающихся на участке, поездов в сутки; α – коэффициент неравномерности движения поездов [1-4].

Рассмотрим состав предлагаемого интегрального показателя – **Индекса потенциала развития тяжеловесного движения – I тд**. Понимание величины I тд позволяет комплексно оценить эффективность организации как отдельного маршрута, так и связанные мультипликативные эффекты, что обеспечит научно обоснованное решение задачи наращивания пропускной способности железных дорог – в развитие, например, исследований С.В. Рачек [5] и А.С. Кольшева А. С. [6].

Структура предлагаемого показателя дана на рис. 1.

Рассмотрим каждый сектор.

Первый сектор – «Структура рынка» включает две составляющие, одна из которых (горизонтальная) влияет на величину логистических издержек перевозчика при организации тяжеловесного движения:

1) структура, размещение и вид грузовой и клиентской базы, тяготеющей к тяжеловесному движению; а другая (вертикальная)

определяется ключевыми показателями эффективности использования тягового бизнес-ресурса;

2) транзитный потенциал транспортных коридоров и логистической инфраструктуры, на основе мощностей которых реализуется тяжеловесное движение, включая оценку технико-экономической эффективности назначения маршрутов, ниток графика и иных технологических особенностей его организации.



Рис. 1. Структура Индекса потенциала развития тяжеловесного движения

Выразить составляющие первого сектора можно в таких известных показателях работы железнодорожного транспорта, как:

1) доходность перевозчика от перевозки 1 тонны груза в тяжеловесном движении; средняя дальность маршрута тяжеловесного движения;

2) пропускная способность линии; размер среднегодовой прибыли перевозчика при организации тяжеловесного движения по «твердой нитке» графика.

Второй сектор – «Готовность инфраструктуры», состоящий из двух компонентов:

1) готовность транспортной инфраструктуры (включая соответствие требованиям к организации тяжеловесного движения пути, контактной сети, особенностей станций и магистральных линий);

2) экономическая обоснованность проектов тяжеловесного движения в конкретных условиях для обеспечения товарообмена и связности территорий страны в аспекте мультимодальной эффективности и аккумуляции эффектов в валовом региональном продукте. Горизонтальный компонент напрямую влияет на величину эксплуатационных издержек перевозчика при организации тяжеловесного движения, а вертикальный – на ключевые показатели эффективности использования тягового бизнес-ресурса.

Выразить составляющие второго сектора можно в двух предлагаемых показателях:

1) $K_{\text{соотв}}$ – коэффициент соответствия – показывает долю существующей транспортной инфраструктуры, отвечающей требованиям к организации тяжеловесного движения, смешанного с грузовым и пассажирским движением.

$$K_{\text{соотв}} = \sum_{i=1}^i q_{\text{эд}} \cdot q_{\text{кс}} \cdot q_{\text{сп}} \quad (3)$$

где $q_{\text{эд}}$ – доля эксплуатационной длины железнодорожных линий, соответствующей для организации тяжеловесного движения,

$q_{\text{кс}}$ – доля контактной сети, соответствующей для организации тяжеловесного движения,

$q_{\text{сп}}$ – доля длины станционных путей, соответствующих для организации тяжеловесного движения,

i – участок железнодорожной линии.

2) $ВРП_{\text{тд}}$ – доля эффектов, реализованных при организации тяжеловесного движения в регионе, в валовом региональном продукте.

Объединение частных показателей каждого субиндексов в интегральную оценку можно выполнить на основании их стан-

дартизированных значений (с учетом стимуляторов и дестимуляторов) по формуле многомерной средней:

$$I_j = \sum_{i=1}^i w_i x_{ij} \quad (4)$$

где I_j – значение субиндекса для вида деятельности предприятия сферы услуг j ; x_{ij} – стандартизированное значение показателя i для вида деятельности j ; w_i – вес показателя i в субиндексе [7-8].

Третий сектор – «Экономическое, логистическое и технологическое обеспечение» – представляет собой 1) прикладной методический и цифровой инструментарий для принятия наилучших управленческих решений (по горизонтали), что влияет на величину логистических издержек, и 2) уровень готовности указанного инструментария для стабильной и надежной организации тяжеловесного движения (по вертикали), что определяется наличием логистических мощностей, соответствующих потребности в тяжеловесном движении и в пропускной способности.

Выразить составляющие третьего сектора можно с помощью экономической оценки результатов, полученных с помощью методических и цифровых инструментов. Уровень готовности указанного инструментария к решениям задач организации тяжеловесного движения возможно определить путем экспертных оценок, анкетирования и внесения поправок по результатам апробации.

Четвертый сектор – «Инновационный потенциал» представлен составляющими:

1) «инновационность» используемого (тягового и нетягового) подвижного состава при организации тяжеловесного движения (по горизонтали), что определяет величину эксплуатационных затрат перевозчика и, следовательно, тариф на перевозку;

2) инновационная зрелость транспортно-логистических услуг для потребителей страны и региона (по вертикали), что напрямую определяется имеющимися инфраструктурными мощностями, на базе которых формируется добавленная ценность.

Выразить составляющие четвертого сектора можно следующим образом.

Для подвижного состава показатель инновационности предлагается оценивать с помощью подхода, предложенного Бороненко Ю.П. [9]:

Оценку инновационности подвижного состава предлагается проводить путем деления каждой характеристики вагона, претендующего на инновационность, на такую же среднюю характеристику вагонов аналогичного назначения, выпущенных промышленностью в последние 3 года и дальнейшего их суммирования для получения одного оценочного показателя. Суммирование возможно, т.к. все характеристики при делении приводятся к безразмерному виду и вводятся коэффициенты значимости (весовые коэффициенты). Количество характеристик для сравнения не ограничено. Полученную сумму предлагается считать показателем инновационности:

$$\Pi_{\text{инн}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\gamma_i \Pi_{i \text{ нов}}}{\Pi_{i \text{ стар}}} + \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K \frac{\gamma_j C_{j \text{ стар}}}{C_{j \text{ нов}}} \geq [\Pi_{\text{инн}}], \quad (5)$$

где $\Pi_{\text{инн}}$ – показатель инновационности подвижного состава;

$[\Pi_{\text{инн}}]$ – показатель технического уровня продукции, выпущенной в последние 3 года, нормативное значение показателя, при повышении которого подвижной состав относится к инновационному (показатель зависит только от весовых коэффициентов и если их принять, то будет постоянной величиной - базой для сравнения);

$\Pi_{\text{нов}}$ – значение улучшаемой характеристики нового подвижного состава путем ее увеличения;

$C_{\text{нов}}$ – значение улучшаемой характеристик нового подвижного состава путем ее уменьшения;

$\Pi_{\text{стар}}, C_{\text{стар}}$ – соответственно среднее значение улучшаемой характеристики аналогов подвижного состава за последние 3 года путем уменьшения или снижения показателя;

γ_i, γ_j – весовые коэффициенты улучшаемых показателей;

N – количество показателей, улучшающих характеристики подвижного состава путем их увеличения;

K – количество показателей, улучшающих характеристики подвижного состава путем их уменьшения.

В качестве улучшаемой характеристики могут быть выбраны любые характеристики, характеризующие производительность, надежность, безопасность, энерго- и материалоемкость.

Весовые коэффициенты предлагается вводить в зависимости от того, когда эффект возникает. Если эффект возникает сразу, то весовой коэффициент равен 1. Если эффект будет наблюдаться через несколько лет, то методика его определения близка к определению коэффициента дисконтирования. Эффект, который будет получен в будущем, имеет меньший весовой коэффициент. Он уменьшается по мере удаления времени получения эффекта от начала эксплуатации подвижного состава.

Для услуги показатель инновационности предлагается рассчитывать следующим образом.

Принимая во внимание, что в общем случае инновационная услуга – это услуга, характеризующаяся определенной степенью новизны, новаторским подходом к ее осуществлению, инновационность предоставляемого сервиса при организации тяжеловесного движения предлагается осуществлять путем оценки эффективности инноваций как величину дохода или иного полезного эффекта от применения технологии, превышающую совокупность расходов на ее осуществление в части сокращения производственных расходов и себестоимости при предоставлении уникального клиентоориентированного сервиса.

Определять обобщенные индексы инновационного развития региона возможно по формуле

$$K_j = \sum_{i=1}^i p_i K_{ij} \quad (6)$$

где p_i – вес i -го индикатора, определяемый экспертами, K_{ij} – значение индикатора по j -му признаку [7-8].

Некоторые ключевые показатели эффективности применения тягового бизнес-ресурса можно перечислить (не ограничивая указанным) в табл. 1.

Таблица 1.

Ключевые показатели эффективности применения тягового бизнес-ресурса [5]

Группа показателя	Наименование показателя	Условное обозначение	Формула расчета
Основной интегральный показатель деятельности сервисных компаний, характеризующий надежность тягового подвижного состава	Коэффициент готовности к эксплуатации грузового локомотива	k_{lok}^g	$k_{lok}^g = \frac{t_{rs}}{t_{rs} + t_{nrб,об} + t_{nrб,g} + t_{aiz}}$
Основной интегральный показатель деятельности локомотивных эксплуатационных депо, характеризующий качество использования тягового подвижного состава	Коэффициент полезного использования грузового локомотива	k_{lok}^{pi}	$k_{lok}^{pi} = \omega_{dv,lok} \times \frac{Q_b^f}{Q_b^{in}}$
Основной интегральный показатель эффективности тягового подвижного состава (локомотива) в тяжеловесном движении	Среднесуточная производительность тягового ресурса	$F_{rb,lok}$	$F_{rb,lok} = \frac{Q_b \times S_{rb,lok}}{1 + a_{w/vgl}}$

Таким образом, как можно судить по результатам проведенного исследования, довольно сложно оценить эффективность организации тяжеловесного движения без соответствующего методического инструментария на конкретном участке железнодорожного маршрута в определенный период времени. Для понимания логистики тяжеловесного движения в масштабе сети ОАО «РЖД» прежде всего надлежит иметь представление о ситуации, складывающейся на отдельном полигоне (в конкретном регионе), с учетом локальных технико-технологических особенностей и целого ряда взаимосвязанных параметров. В настоящем исследовании

довании предпринята попытка систематизировать компоненты тягового бизнес-ресурса и сфокусировать их в единую систему индикаторов.

Список литературы

1. Шенфельд К. П. О показателях качества организации перевозочного процесса // Железнодорожный транспорт. 2011. № 3. С. 64–67.
2. Скутина О. Л. Особенности эксплуатации железнодорожного пути на участках тяжеловесного движения поездов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2020. № 4 (68). С. 76–85. [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2020.4\(68\).76-85](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2020.4(68).76-85)
3. Беседин И. С., Мугинштейн Л. А., Захаров С. М. Развитие тяжеловесного движения на железных дорогах мира // Железные дороги мира. 2006. № 9. С. 39-48.
4. Захаров С. М. Развитие тяжеловесного движения в мире / С. М. Захаров, К. П. Шенфельд // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2013. № 4. С. 9-18.
5. Тяжеловесное движение: экономическая оценка тягового бизнес-ресурса: монография / С. В. Рачек, А. С. Колышев, Е. В. Кобышева. Екатеринбург: УрГУПС, 2020. 133 с.
6. Колышев А. С. Экономическая оценка работы тягового ресурса в условиях тяжеловесного движения: дис. канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 2019. 182 с.
7. Экономическая безопасность регионов России: монография/ Под ред. В. К. Сенчагова. Н. Новгород: «Растр-НН», 2014. 299 с.
8. Эрлих, Н.В. Экономическая эффективность организации тяжеловесного движения на однопутных железнодорожных участках / Н.В. Эрлих, В.О.Русаков // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 2. С. 68–73.
9. Титова Т.С., Бороненко Ю.П., Покровская О.Д. Оценка инновационности новых грузовых вагонов // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2022. № 3. С. 23-28.

References

1. Shenfeld K. P. About the quality indicators of the transportation process organization. *Railway Transport*, 2011, no. 3, pp. 64-67.
2. Skutina O. L. Features of railroad track operation on the sections of heavy-weight train traffic. *Modern technologies. System analysis. Modeling*, 2020, no. 4 (68), pp. 76-85. [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2020.4\(68\).76-85](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2020.4(68).76-85)
3. Besedin I. S., Muginstein L. A., Zakharov S. M. Development of heavy-weight traffic on the world railroads. *Railways of the World*, 2006, no. 9, pp. 39-48.
4. Zakharov, S. M. M. Development of heavy-weight traffic in the world / S. M. Zakharov, K. P. Shenfeld. *Bulletin of the Research Institute of Railway Transport*, 2013, no. 4, pp. 9-18.
5. *Heavy-weight traffic: economic evaluation of traction business resource*: monograph / S. V. Rachek, A. S. Kolyshev, E. V. Konysheva. Ekaterinburg: UrGUPS, 2020, 133 p.
6. Kolyshev A. S. *Economic evaluation of traction resource operation under heavy-weight traffic conditions*. St. Petersburg, 2019, 182 p.
7. *Economic security of Russian regions*: monograph / Edited by V. V. K. Senchagov. N. Novgorod: "Rastr-NN", 2014, 299 p.
8. Erlich N.V. Economic efficiency of heavy-weight traffic organization on single-track railway sections / N.V. Erlich, V.O. Rusakov. *Vestnik Transport Povolzhye*, 2015, no. 2, pp. 68-73.
9. Titova T.S., Boronenko Yu.P., Pokrovskaya O.D. Innovation assessment of the new freight cars. *Transport of the Russian Federation. Journal of science, practice, economics*, 2022, no. 3, pp. 23-28.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Покровская Оксана Дмитриевна, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой», профессор кафедры «Логистика и коммерческая работа» *Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)*

*пр. Московский, 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская
Федерация
insight1986@inbox.ru*

DATA ABOUT THE AUTHOR

Oksana D. Pokrovskaya, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Operational Work Management, Professor of the Department of Logistics and Commercial Work

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation
insight1986@inbox.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9793-0666>*

Поступила 13.11.2024

После рецензирования 08.12.2024

Принята 15.12.2024

Received 13.11.2024

Revised 08.12.2024

Accepted 15.12.2024