

DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-3-320

УДК 629.4:656.222.2



Научная статья | Логистические транспортные системы

## ЛОГИСТИКА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЯЖЕЛОВЕСНОГО ДВИЖЕНИЯ

*О.Д. Покровская, О.В. Шугаев*

**Состояние вопроса.** Статья посвящена исследованию организации тяжеловесного движения. Актуальность темы связана с неуклонным повышением средней массы грузовых поездов, обращающихся на грузонапряженных направлениях железных дорог России и соответствующей необходимостью комплексной оценки потенциала тяжеловесного движения.

**Цель:** охарактеризовать проблемные вопросы логистики тяжеловесного движения в условиях Российской Федерации, обусловленные смешанным движением, разным ландшафтом и климатом нашей страны, а также переориентацией грузопотоков на восток.

**Методы.** Использовались методы сравнительного анализа, логистики, нормирования эксплуатационной работы железных дорог, визуализация.

**Результаты.** Выполнен аналитический обзор проблемного поля организации тяжеловесного движения с позиций логистики. Выявлены особенности логистики, сформулированы актуальные треки развития и вызовы, возникающие при организации тяжеловесного движения. Предложен интегральный показатель – Индекс потенциала развития тяжеловесного движения для комплексной оценки эффективности организации как отдельного маршрута, так и связанных мультипликативных эффектов.

**Заключение.** Показано, что применение показателя обеспечит научно обоснованное решение задачи наращивания пропускной способности железных дорог при ответах на обозначенные в исследовании проблемные вопросы тяжеловесного движения.

**Ключевые слова:** *тяжеловесное движение; железнодорожный транспорт; логистика; потенциал развития; эффективность; ОАО «РЖД»*

**Для цитирования.** *Покровская О.Д., Шугаев О.В. Логистика и эффективность тяжеловесного движения // International Journal of Advanced Studies. 2024. Т. 14, № 3. С. 174-187. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-3-320*

Original article | Logistic Transport Systems

## LOGISTICS AND EFFICIENCY OF HEAVY TRAFFIC

***O.D. Pokrovskaya, O.V. Shugaev***

**Background.** *The article is devoted to the study of the organization of the heavyweight movement. The relevance of the topic is related to the steady increase in the average weight of freight trains operating on heavily loaded routes of Russian railways and the corresponding need for a comprehensive assessment of the potential of heavy traffic.*

**Purpose:** *to characterize the problematic issues of logistics of heavy traffic in the conditions of the Russian Federation, caused by mixed traffic, different landscape and climate of our country, as well as the reorientation of cargo flows to the east, are considered.*

**Methods.** *Methods of comparative analysis, logistics, norming of operational work of railroads, visualization were used.*

**Results.** *An analytical review of the problematic field of the organization of heavy traffic from the standpoint of logistics has been performed. The peculiarities of logistics are revealed, relevant development tracks and challenges arising in the organization of heavy traffic are formulated. An integral indicator is proposed – the Index of the development potential of heavy traffic for a comprehensive assessment of the effectiveness of organizing both a separate route and related multiplicative effects.*

**Conclusion.** *It is shown that the use of the indicator will provide a scientifically sound solution to the problem of increasing the capacity of railways in answering the problematic issues of heavy traffic identified in the study.*

**Keywords:** *heavy traffic; railway transport; logistics; development potential; efficiency; Russian Railways*

**For citation.** *Pokrovskaya O.D., Shugaev O.V. Logistics and Efficiency of Heavy Traffic. International Journal of Advanced Studies, 2024, vol. 14, no. 3, pp. 174-187. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-3-320*

Для железнодорожного транспорта в настоящее время на фронтире актуальности находятся технологические способы наращивания провозной способности, не требующие расширения инфраструктуры, но обеспечивающие необходимый объем перевозок. Ведущим можно считать технологический тренд по наилучшему использованию инфраструктуры, который связан с увеличением веса поезда. ОАО «РЖД» реализует технологии пропуска поездов повышенной массы в масштабе всей сети.

Значение среднего веса грузового поезда, обращающегося по сети железных дорог, является важнейшим индикатором эксплуатационной работы и производительной мощности. Вес грузового поезда показывает не только уровень транспортного обслуживания участников процесса перевозки, но также и технико-технологическое состояние железнодорожного транспорта страны [1-5].

Согласно известному подходу УИС, «тяжеловесное грузовое движение – это технологический процесс организации движения грузовых поездов с массой состава 6 300 т и более, включающих в состав вагоны с нагрузкой на ось 23,5; 25,0 тс и более» [6].

Повышение массы грузовых поездов – один из необходимых и достаточных драйверов увеличения к 2025 году объема погрузки по сети ОАО «РЖД» не менее, чем на 40 % при высоком заполнении пропускной способности, а также 4-х кратного увеличения объема контейнерных транзитных перевозок ускоренными поездами [7].

В свою очередь, понятие «тяговый бизнес-ресурс», предложенное в [8], представляет собой оптимальное использование таких компонентов, как: тяговый подвижной состав, локомотивные бригады и др. Все указанные элементы в синергии друг с другом формируют добавленную ценность транспортно-логистическим сервисам ОАО «РЖД».

В данном исследовании предлагается применение 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 [8] и А.С. Колышева А. С. [9].

Структура предлагаемого показателя дана на рис. 1:



Рис. 1. Структура Индекса потенциала развития тяжеловесного движения

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.

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.

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;

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.

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.

Рассмотрим особенности отечественной логистики при организации тяжеловесного движения:

1. Существенно разобшенная и взаимоудаленная дислокация точек грузообразования (районов добычи полезных ископаемых) и точек потребления/погрузки. Отметим при этом, что в нашей стране протяженность железнодорожных линий составляет десятки тысяч километров, для тяжеловесного движения в других странах это порядка двухсот - тысячи километров. Ситуация усложняется тем, что после выгрузки порожние вагоны возвращаются на места погрузки в смешанных составах, это требует их дополнительной переработки на сортировочных станциях. Необходимы оперативные меры по подборке на путях общего пользования каждые сутки не менее 12 составов, сформированных из инновационных вагонов.

2. При организации движения на ОАО «РЖД» присутствует смешанный характер, что влечет за собой определенные сложности в одновременном пропуске и грузовых, и пассажирских, и тяжеловесных поездов, тогда как в других странах мира функционируют

выделенные, специализированные линии. Ситуация усложняется тем, что параметры и конструктивные особенности транспортной инфраструктуры (искусственные сооружения, земляного полотна, путь, тяговые подстанции) зачастую не рассчитаны на вес, длину и скорость составов, курсирующих в тяжеловесном движении.

3. Различный климат и ландшафт РФ затрудняет организацию тяжеловесного движения по всей протяженности маршрутов транспортных коридоров страны.

4. Существующие план и профиль пути запроектированы по нормам 20 века, что не в полной мере отвечает актуальным скоростным и весовым требованиям и не позволяет преимущественно формировать составы унифицированного веса.

5. Традиционное решение вопроса увеличения среднего веса поезда увеличением не осевой нагрузки, как за рубежом (например, для сравнения: в России осевая нагрузка составляет не более 23,5 тс/ось, а в Австралии осевая нагрузка составляет не менее 40 тс/ось и др.) [1].

В течение двадцати последних лет средний вес поезда неуклонно растет, демонстрируя рост более, чем на 32 % (сегодняшний средний вес грузового поезда составляет не менее 4,076 тыс. тонн, а по некоторым направлениям – до 9 тыс. тонн). Однако, имеется ряд трудностей при организации тяжеловесного движения:

1) лимитированы способы дальнейшего повышения веса поезда увеличением его длины на станционных путях;

2) имеются инфраструктурные ограничения по несущей способности существующего земляного полотна и искусственных сооружений;

3) нормы по строительству и ремонту пути в полной мере не актуализированы и не адаптированы для тяжеловесного движения;

4) следует обеспечить соответствующий тяжеловесному движению уровень энергообеспеченности;

5) наличие лимитирующих направлений на сети железных дорог, обусловленное «запаздывающим» развитием железнодоро-

рожной транспортной инфраструктуры от динамично наращиваемых логистических мощностей портовых грузовых терминалов, которые минимум на 30 % превышают имеющуюся пропускную способность [5].

Вызовы и первоочередные вопросы, возникающие для современной логистики тяжеловесного движения в отечественных условиях:

- Подготовка высококвалифицированных кадров;
- Подготовка железнодорожной инфраструктуры;
- Подготовка парка тягового подвижного состава для вождения поездов 7 100 – 8 000 тонн веса;
- Модернизация тяговых подстанций.

Ответ на указанные вызовы позволит найти реализация следующих мероприятий:

- Борьба с деформациями земляного полотна и насыпи.
- Организация эффективного водоотведения.
- Меры по нивелированию, устранению, исключению деформаций пути и его основания при одновременном усиленном техническом обслуживании на участках тяжеловесного движения.
- Активизация курсирования вагонов повышенной грузоподъемности и увеличенного объема кузова на наиболее грузонапряженных направлениях до 55 %, включая вагоны шестого поколения с нагрузкой 27 тс на ось, что позволит формировать поезда в 13 тыс. тонн и водить и обеспечит скорость движения не менее 120 км/ч.
- Организация сквозного движения в зоне нескольких железных дорог для наилучшего распределения локомотивной тяги.
- Оптимизация числа пунктов технического осмотра вагонов, вагонных депо, а также оптимизация числа переработок на технических станциях.
- Обеспечение высокого уровня маршрутизации и движения по расписанию.

- Сквозное бесшовное взаимодействие всех участников процесса перевозок в тяжеловесном движении.
- Развитие сети специализированных грузовых терминалов для работы с инновационными вагонами.

Сформулируем проблематику развития тяжеловесного движения:

В частности, первый вопрос, требующий ответа: *«Как будет функционировать транспортная инфраструктура при повышенных нагрузках и массовой эксплуатации вагонов с нагрузкой 27 тс?»* Постановку этого вопроса обуславливает следующее:

- Возраст большинства искусственных сооружений, работающих на сети ОАО «РЖД», не менее века.
- Мощности тяговых подстанций не в полной мере обеспечивают энергией тяжеловесное движение.
- Более 20 тыс. километров пути при сегодняшних нормах пропуска просрочены различными типами ремонтов

Второй вопрос: *«Как организовать ремонт инновационных тяжеловесных вагонов?»* Предпосылкой для данной формулировки является тот факт, что вагоны 25 тс сутками простаивают в ожидании запасных частей для ремонта.

Третий вопрос связан с тем, *каким образом реализовать масштабное курсирование тяжеловесных поездов по всей сети ОАО «РЖД» с учетом существующей загрузки и состояния полигонов?* Известно, что грузовая база для вагона с осевой нагрузкой 27 тс – это преимущественно сыпучие грузы: уголь, щебень, руда и др., при этом для «легковесных» грузов полигоны еще более ограничены.

Драйверы развития тяжеловесного движения следующие:

1) Повышение осевой нагрузки. Один из главных факторов развития. Сегодня средняя нагрузка на ось в РФ составляет порядка 21 тс, при максимуме в 23,5 тс по сети. Значение не высокое, однако, именно в России совмещается пассажирское и грузовое движение, что требует улучшения работы всех существующих железнодорожных линий со смешанным движением. Велением времени становится разделение грузового и пассажирского движения.

2) Использование сочлененных поездов. В состав сочлененного поезда входят исключительно вагоны сочлененного типа, установленные на три 2-х-осные тележки, что позволяет увеличить погонную нагрузку и объем перевозимого груза до 40% при стандартной длине состава.

3) Надзор за состоянием верхнего строения пути, особенно – контроль состояния рельсов в зонах сварных стыков.

4) Цифровизация организации тяжеловесного движения по сети ОАО «РЖД». В частности:

- Цифровая автоматическая сцепка вагонов без участия человека для ускорения формирования составов.
- Отказ от светофоров и переход на цифровое интервальное регулирование движения [6; 7].

По результатам проведенного исследования вопросов логистики и оценки эффективности тяжеловесного движения сделаны следующие **выводы**:

- Следует системно реализовать на всей сети ОАО «РЖД» модернизацию энергетического и станционного хозяйства, а также обновление тягового подвижного состава.
- Особое внимание следует уделить вопросам индикации потенциала развития тяжеловесного движения и выработке научно обоснованных решений по масштабированию данной технологии по всей сети железных дорог, с детальной проработкой компонентного состава и наилучших методов оценки эффективности тяжеловесных маршрутов.
- Необходимо оптимизировать управление весовыми нормами поездов при обеспечении высокой ритмичности и однородности перевозок для полномасштабной реализации тяжеловесного движения.
- Выбор рациональных параметров маршрутов следования и поездов для тяжеловесного движения надлежит осуществлять на основе технико-экономического анализа.

- Актуализировать нормы и правила эксплуатации подвижного состава, также пути и инфраструктуры.
- Необходимо оценить скорость деградации элементов инфраструктуры и воздействия на окружающую среду тяжеловесного движения.
- В части цифровизации тяжеловесного движения надлежит сформировать единое цифровое транспортное пространство с логистическими сервисами для сопровождения тяжеловесного движения.

В заключение следует отметить, что в логистическом аспекте будущая железная дорога с тяжеловесным движением – это бережливое производство с цифровым управлением, которое полностью интегрировано с системой поставок массовых грузов, при этом поезда следуют по предварительно запланированным ниткам графика по мере потребности в доставке грузов.

### *Список литературы*

1. Шенфельд К. П. О показателях качества организации перевозочного процесса // Железнодорожный транспорт. 2011. № 3. С. 64–67.
2. Захаров С.М., Шенфельд К.П. Развитие тяжеловесного движения в мире // Вестник ВНИИЖТ. 2013. № 4. С. 9-18.
3. Шарапов С.Н., Исаенко Э.П. Рекомендации по усилению пути на линиях с тяжеловесным движением // Путь и путевое хозяйство. 2016. № 7. С. 2-7.
4. Mylnikov M., Skutin A. The Influence of Ballast Characteristics on Lateral Stability of Railway Track / Petriaev A., Konon A. (eds) // Transportation Soil Engineering in Cold Regions. Vol. 1. Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 49. Springer, Singapore. 2020. P. 173-182. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-0450-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0450-1_18)
5. 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)

6. UIC – International union of railways: официальный сайт Международного союза железных дорог. URL: <https://uic.org/>
7. Повышение веса поездов является единственным способом увеличить погрузку в РФ – эксперт // Финмаркет. 2019. URL: <https://www.finmarket.ru/news/4953187>
8. Тяжеловесное движение: экономическая оценка тягового бизнес-ресурса: монография / С. В. Рачек, А. С. Колышев, Е. В. Кольшева. Екатеринбург: УрГУПС, 2020. 133 с.
9. Колышев А. С. Экономическая оценка работы тягового ресурса в условиях тяжеловесного движения: дис. канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 2019. 182 с.

### *References*

1. Shenfeld K. P. About the quality indicators of the transportation process organization. *Railway Transport*, 2011, no. 3, pp. 64-67.
2. Zakharov S.M., Shenfeld K.P. Development of heavy-weight traffic in the world. *Russian Railway Science Journal*, 2013, no. 4, pp. 9-18.
3. Sharapov S.N., Isaenko E.P. Recommendations on the track reinforcement on the lines with the heavy-weight traffic. *Railroad and track facilities*, 2016, no. 7, pp. 2-7.
4. Mylnikov M., Skutin A. The Influence of Ballast Characteristics on Lateral Stability of Railway Track / Petriaev A., Konon A. (eds). *Transportation Soil Engineering in Cold Regions. Vol. 1. Lecture Notes in Civil Engineering*, 2020, vol. 49. Springer, Singapore, pp. 173-182. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-0450-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0450-1_18)
5. Skutina O. L. Features of the 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)
6. UIC - International union of railroads. URL: <https://uic.org/>
7. Increasing the weight of trains is the only way to increase loading in the Russian Federation – expert. *Finmarket*. 2019. URL: <https://www.finmarket.ru/news/4953187>

8. *Heavy-weight traffic: economic evaluation of traction business resource: monograph* / S. V. Rachek, A. S. Kolyshev, E. V. Konysheva. Ekaterinburg: UrGUPS, 2020, 133 p.
9. Kolyshev A. S. *Economic evaluation of traction resource operation under heavy-weight traffic conditions*. St. Petersburg, 2019, 182 p.

### **ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**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*

**Шугаев Олег Владимирович**, старший преподаватель кафедры «Транспорт и логистика»

*Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ)*

*ул. Кирова, 42, г. Новокузнецк, 654007, Российская Федерация*

*o\_shugaev@mail.ru*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**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>*

**Oleg V. Shugaev**, Senior Lecturer of the Department of Transport and  
Logistics  
*Siberian State Industrial University*  
*42, Kirov Str., Novokuznetsk, 654007, Russian Federation*  
*o\_shugaev@mail.ru*

Поступила 19.09.2024  
После рецензирования 10.10.2024  
Принята 15.10.2024

Received 19.09.2024  
Revised 10.10.2024  
Accepted 15.10.2024