



УДК 629.4.086

Перспективы высокоскоростных контейнерных перевозок на базе электропоезда «Финист» (ЭС104/ЭС105)

О. С. Валинский, А. Н. Марикин, Д. А. Скляренко

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

Для цитирования: Валинский О. С., Марикин А. Н., Скляренко Д. А. Перспективы высокоскоростных контейнерных перевозок на базе электропоезда «Финист» (ЭС104/ЭС105) // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2025. — Т. 22. — Вып. 2. — С. 281–289. DOI: 10.20295/1815-588X-2025-2-281-289

Аннотация

Цель: Рассмотреть существующие логистические возможности в сфере перевозок немассовых грузов и мелких отправок, а также перспективную модель перевозок в скоростном электропоезде, переоборудованном под контейнерные перевозки, определить его осевую нагрузку, мощность и компоновку оборудования. Определить перспективные направления эксплуатации, параметры транспортной тары и способ её размещения. **Методы:** В исследовании использованы методы анализа и сравнительной оценки зарубежных решений в области высокоскоростных грузовых перевозок. **Результаты:** Рассмотрены недостатки существующих логистических решений, как в области грузовых перевозок автомобильным транспортом, так и железнодорожным, проведён анализ мирового опыта, определены ключевые параметры подвижного состава, такие как выходная мощность ТЭД, масса и осевая нагрузка, установлены перспективные направления интеграции предлагаемой модели в существующую транспортную сеть. Предложены параметры транспортной тары, способы её погрузки и размещения в грузовом пространстве вагона. **Практическая значимость:** Реализация модели высокоскоростных контейнерных перевозок на базе моторвагонного подвижного состава позволит существенно сократить время доставки контейнерных грузов, снизить спрос на грузовые автомобильные перевозки, а следовательно, и вредные выбросы в окружающую среду, аварийность и загруженность автомагистралей, повысить эффективность использования существующей железнодорожной инфраструктуры, с точки зрения скорости, и расширить транспортные возможности.

Ключевые слова: Высокоскоростной поезд, контейнерные перевозки, моторвагонный подвижной состав, оптимизация движения, железнодорожный транспорт.

Введение

Рост требований к скорости доставки товаров, а также снижению углеродного следа вынуждает совершенствовать технологии грузовых перевозок железнодорожным транспортом для

повышения его конкурентоспособности. В исследовании акцент сделан на сферу перевозок немассовых грузов и мелких отправок в модернизированных под грузовые перевозки электропоездах «Финист».



Рис. 1. Количество сотрудников, занятых в сфере автомобильных перевозок, 2017 г. — сентябрь 2023 г., человек, %

В настоящее время на направлении Москва — Санкт-Петербург более 80 % грузопотока приходится на автомобильный транспорт. Структура этого грузопотока была подробно исследована ранее [1]:

- продовольственные товары (в том числе скоропортящиеся, алкоголь): 45–50 %;
- промышленные грузы (строительные материалы, химическая продукция): 25–30 %;
- товары народного потребления (одежда, электроника, бытовая техника), в эту же категорию включаются сборные грузы крупнейших маркетплейсов России (Wildberries, OZON, «Яндекс Маркет»): 20–25 %;
- специальные грузы (медицинские товары, опасные грузы): 5–10 %.

Высокоскоростной грузовой поезд способен заменить автомобильные перевозки в сегментах продовольственных товаров, товаров народного потребления и медицинских грузов, обеспечивая более быструю и экологичную доставку. Среди недостатков автомобильных грузовых перевозок [2]:

- загрязнение окружающей среды из-за выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ;

- заторы на скоростных федеральных трассах из-за чрезмерного количества грузовых автомобилей, снижение как скорости всего потока автомобилей, так и скорости доставки груза;

- ограниченные объемы перевозок, автотранспорт не подходит для отправления больших объемов товара;

- высокая вероятность аварий, обширные слепые зоны грузовиков представляют опасность для водителей легковых автомобилей.

Еще одним важным фактором является кадровый вопрос. Для перевозки грузов автомобильным транспортом требуется большое количество водителей, что создает высокую занятость в данной сфере и приводит к кадровому дефициту.

По состоянию на 2023 год в сфере автомобильных перевозок было занято 298 000 человек, и если в период с 2019 по 2022 год количество сотрудников увеличивалось в среднем на 4 % ежегодно, то с 2022 по 2023 год количество занятых в этой сфере работников выросло лишь на 1 % (рис. 1). При этом в 2023 году продолжили свой рост такие показатели, как объем рынка грузовых автомобильных перевозок, а также масса перевезенных грузов (рис. 2) [3, 4].

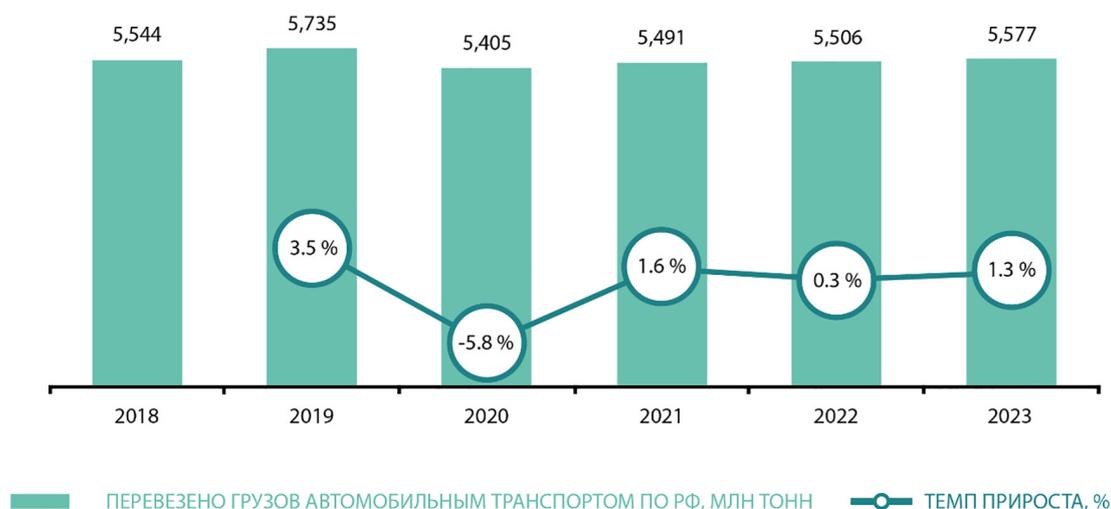


Рис. 2. Динамика объема грузов, перевезенных автотранспортом, 2018–2023 гг., млн тонн, %

Одно из новшеств последнего времени, которое предлагает железнодорожный транспорт России, — перевозки контейнеров на платформах с конструкционной скоростью 140 км/ч [5]. Однако на данный момент парк локомотивов не располагает подвижными единицами с конструкционной скоростью более 120 км/ч [6].

Высокоскоростной грузовой электропоезд способен обеспечить надежную, быструю и экологически чистую доставку немассовых грузов и мелких отправок. Его разработка и ввод в эксплуатацию станет важным шагом в развитии транспортной инфраструктуры России, повысит конкурентоспособность железнодорожного транспорта и сократит нагрузку на автомобильные дороги, а также снизит зависимость от человеческого фактора и уменьшит потребность в большом количестве водителей.

После начала эксплуатации ВСМ-1 Москва — Санкт-Петербург в 2028 году стоит ожидать снижения загруженности линии Санкт-Петербург — Москва Октябрьской железной дороги, что позволит ввести в график высокоскоростные контейнерные поезда, время в пути которых при скорости движения 160 километров в час соста-

вит пять с половиной часов. Использование таких поездов оправданно и на других полигонах железных дорог, таким образом можно соединить в единую сеть Москву, Петербург, Нижний Новгород, Воронеж, Казань, Екатеринбург, Новосибирск, Смоленск и Брянск, а также примыкающие к соответствующим линиям города.

В мире на данный момент уже имеются успешные примеры контейнерных перевозок на базе высокоскоростного моторвагонного подвижного состава.

Первая в мире высокоскоростная грузовая железнодорожная линия была введена в эксплуатацию 7 ноября 2018 года итальянским оператором Mercitalia Fast (Gruppo FS Italiane). Линия соединяет терминал Магдалони — Марчанизе в Касерте с интерпортом Болоньи (около 550 км), одним из важнейших логистических узлов Северной Италии.

В качестве подвижного состава используются модернизированные пассажирские высокоскоростные поезда ETR 500. В процессе модернизации было демонтировано пассажирское оборудование: система кондиционирования, туалетные комплексы, кресла и так далее.

Таблица 1. Технические характеристики поездов ETR 500 и ETR.500 M-01

Параметр	ETR 500 (пассажирский)	ETR.500 M-01 (модернизированный под грузовые перевозки)
Производитель	Trevi (консорциум Alstom, Bombardier и AnsaldoBreda)	
Компоновка	Мг + 11 × Пп + Мг Мг + 12 × Пп + Мг Мг + 8 × Пп + Мг	Мг + 12 × Пп + Мг
Максимальная скорость	360 км/ч	250 км/ч (ограничена по условиям безопасности) 300 км/ч (конструкционная)
Мощность длительного режима	2 × 4400 кВт	
Количество и тип ТЭД	8 АДД	
Масса	598 т	
Колея	1435 мм	
Вместимость	575 пассажиров	7–10,6 тонны на вагон

Грузовое пространство разделено на 12 секций (вагонов). В одном вагоне можно разместить 60 контейнеров размером 71 × 80 × 180 см. Стандартная грузоподъемность одного вагона составляет 7 тонн. Технические характеристики поездов ETR 500 и модифицированных под грузовые перевозки ETR.500 M-01 сведены в табл. 1.

При описании компоновки моторвагонного подвижного состава могут применяться следующие обозначения: Мг — моторный головной вагон, оборудованный кабиной управления и имеющий обмоточные оси; Пг — прицепной головной вагон, оборудованный кабиной управления, но не имеющий обмоточных осей; Мп — моторный промежуточный вагон, имеющий обмоточные оси; Пп — промежуточный прицепной вагон, обмоточных осей не имеющий [7].

Итальянский перевозчик утверждает, что удалось сократить вредные выбросы на 80 % по сравнению с автомобильными перевозками. Помимо этого, маршрут грузовой автомобиль преодолевает за 6–7 часов, в то время как поезд — за 3 часа и 20 минут, со средней скоростью 180 км/ч.

В 2020 году китайский железнодорожный перевозчик представил свой высокоскоростной грузовой поезд, разработанный компанией CRRC Tangshan Co Ltd, входящей в состав China Railway Rolling Stock Corp — крупнейшего в стране про-

изводителя подвижного состава по объемам производства. Данный подвижной состав может развивать максимальную скорость 350 километров в час и способен преодолевать путь длиной 1500 километров за 5 часов.

Каждый вагон оснащен парой загрузочных дверей шириной 2,9 м, что делает двери грузовых вагонов этого поезда самыми большими в мире. В отличие от итальянского ETR.500 M-01, где загрузка и распределение контейнеров выполняется вручную, в грузовых отсеках предусмотрена напольная система с встроенными транспортерами, которые автоматически распределяют груз по составу. Благодаря этой системе заполнение грузового пространства происходит максимально эффективно. Данный механизм аналогичен используемому в грузовых самолетах [8, 9].

С 2025 года на заводе «Уральские локомотивы» в Верхней Пышме был начат выпуск двухсистемного электропоезда ЭС105 «Финист».

Электропоезд имеет следующую компоновку:
Пг — Мп — Пп — Мп — Пг.

Тип тяговых электродвигателей: асинхронные самовентилируемые.

Мощность тяговых электродвигателей: 330 кВт.
Суммарная выходная мощность: 2640 кВт.

Для эффективной эксплуатации на расстояниях от 500 до 1500 километров имеет

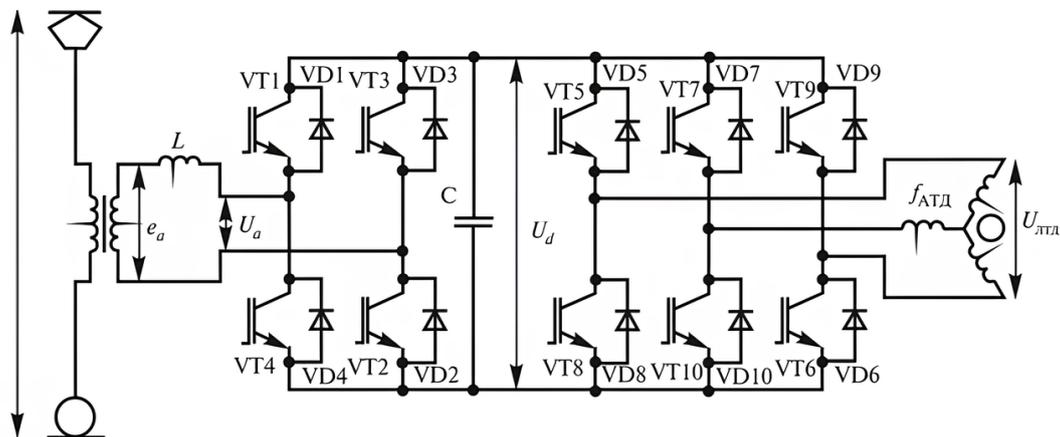


Рис. 3. Схема четырехквadrантного преобразователя (4QS) и автономного инвертора напряжения (АИН)

Таблица 2. Масса и осевая нагрузка вагонов в составе электропоезда ЭС105

Параметр	Головной вагон	Моторный промежуточный	Прицепной промежуточный
Тара исходная	58,6 т	58,3 т	45,6 т
Нагрузка на ось исходная	14,65 т	14,575 т	11,4 т
Тара грузовой модификации	53,6 т	58,1 т	43,2 т
Нагрузка на ось грузовой модификации	13,4 т	14,525 т	10,8 т
Максимальная нагрузка на ось	19 т		
Допустимая масса груза	22,4 т	17,9 т	32,8 т

смысл выполнить электропоезд в составности 10 вагонов.

Основное тяговое оборудование на ЭС105 располагается следующим образом:

- тяговый трансформатор: головные прицепные вагоны (1 и 5 в составе);
- статический тяговый преобразователь, включающий в себя четырехквadrантный преобразователь и автономный инвертор напряжения (рис. 3): моторные вагоны (2 и 4 в составе).

В целях эффективного использования массы, а также возможного повышения скорости движения до 200 км/ч требуется установка более мощных электродвигателей. Подразделение «Синара — Транспортные машины» и завод «Уральские локомотивы» при разработке высокоскоростного поезда для строящейся магистрали ВСЖМ-1 Москва — Санкт-Петербург будут использовать асинхронные двигатели с прину-

дительным охлаждением с номинальной мощностью 650 кВт. Тележки электропоездов семейства «Финист» (ЭС104, ЭС105) также позволяют установить такие ТЭД.

Компоновка 10-вагонного состава:

Пг — Мп — Пп — Пп — Пп — Пп — Пп — Пп — Мп — Пг.

Исходя из того, что в таком составе 2 моторных вагона по 4 обмоточных оси каждый, суммарная мощность всего электропоезда составит 5200 кВт.

В табл. 2 представлена масса каждого типа вагона и его осевая нагрузка при удалении оборудования, предназначенного для пассажирских перевозок, а также изменении массы тягового оборудования в связи с установкой более мощных двигателей. Также был учтен монтаж грузового пола с роликами и направляющими для ускорения погрузки контейнеров [10].

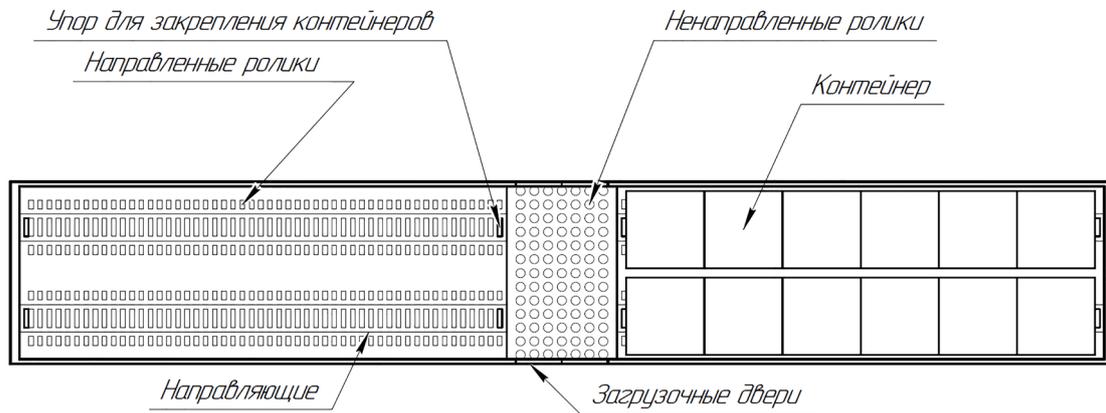


Рис. 3. План промежуточного вагона

План промежуточного вагона представлен на рис. 3.

Контейнер габаритами $1,5 \times 1,5 \times 2$ метра загружается при помощи погрузчика на загрузочную площадку вагона, оборудованную ненаправленными роликами. При помощи рабочего контейнер заводится на направляющие, после чего, взаимодействуя с направленными роликами задвигается вглубь вагона. Каждый контейнер вмещает в себя 1,5 тонны груза. Тара контейнера — 100 кг.

Масса пустого электропоезда может быть вычислена по формуле:

$$G = q_{\text{Пг}} n_{\text{Пг}} + q_{\text{Мп}} n_{\text{Мп}} + q_{\text{Пп}} n_{\text{Пп}}, \quad (1)$$

где $q_{\text{Пг}}$ — тара прицепного головного вагона;
 $q_{\text{Мп}}$ — тара моторного промежуточного вагона;
 $q_{\text{Пп}}$ — тара прицепного промежуточного вагона;
 $n_{\text{Пг}}, n_{\text{Мп}}, n_{\text{Пп}}$ — количество соответствующих вагонов в составе.

Масса груза с учетом среднего коэффициента загрузки, принимаемого 0,65, вычисляется по формуле:

$$M = 0,65(m_{\text{Пг}} n_{\text{Пг}} + m_{\text{Мп}} n_{\text{Мп}} + m_{\text{Пп}} n_{\text{Пп}}), \quad (2)$$

где $m_{\text{Пг}}, m_{\text{Мп}}, m_{\text{Пп}}$ — массы груза в соответствующих вагонах.

Масса груженого электропоезда вычисляется по формуле:

$$Q = G + M. \quad (3)$$

Среднее пусковое ускорение до расчетной скорости можно определить по формуле:

$$a_{\text{срп}} = \frac{3,6 k_{\text{пм}} k_{\text{п}} P_{\Sigma}}{Q(1 + \gamma) V_{\text{р}}}, \quad (4)$$

где $k_{\text{пм}}$ — коэффициент, учитывающий механические потери в ТЭД и тяговой передаче, а также магнитные потери в ТЭД;

$k_{\text{п}}$ — коэффициент допустимой пусковой перегрузки ТЭД;

P_{Σ} — суммарная мощность ТЭД электропоезда;

Q — масса груженого электропоезда;

$(1 + \gamma)$ — коэффициент инерции вращающихся частей;

$V_{\text{р}}$ — расчетная скорость.

Выводы

В исследовании рассмотрена концепция скоростных и высокоскоростных перевозок контейнерных грузов на базе электропоезда ЭС105 «Финист».

Проведен сравнительный анализ перевозок немассовых грузов и мелких отправок автомо-

бильным транспортом и железнодорожным. Выявлены и перечислены основные недостатки автомобильного транспорта, среди которых вредные выбросы в атмосферу, образование заторов на скоростных автомагистралях, ограниченная грузоподъемность и высокая вероятность аварий. Особое внимание уделено кадровому вопросу в условиях дефицита на рынке труда. Также рассмотрена перспективная модель перевозок контейнеров на фитинговых платформах с конструкционной скоростью 140 км/ч. Была дана оценка данной модели.

Рассмотрен мировой опыт перевозок контейнерных грузов в высокоскоростных поездах, как в модифицированных (Италия), так и изначально созданных для грузовой работы (Китай).

Основываясь на этом, определены основные параметры перспективного российского электропоезда, переоборудованного под перевозки контейнерных грузов. Среди них: компоновка, мощность ТЭД, тара разных типов вагонов в составе, стандарт транспортной тары (контейнера). Представлена методика расчета среднего пускового ускорения для данного типа подвижного состава.

Список источников

1. Прокофьев М. Н. Совершенствование технологии ускоренных грузовых перевозок железнодорожным транспортом: специальность 05.22.08 «Управление процессами перевозок»: дисс. ... канд. техн. наук / М. Н. Прокофьев. — М., 2018. — С. 20–28.

2. Автомобильные перевозки грузов: преимущества и недостатки. — URL: <https://tr-logistik.com/blogs/avtomobilnye-perevozki-gruzov> (дата обращения: 16.05.2025).

3. Федеральная служба государственной статистики. — URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 06.05.2025).

4. РБК. Российский рынок коммерческих автомобильных грузоперевозок 2023: обзор. — М.: РБК, 2023. — 110 с. — С. 100–110.

5. Скоростная шестиосная 80-футовая вагон-платформа модели 13-6704. — URL: <https://sinaratm.ru/products/putevaya-tehnika/skorostnaya-shestiosnaya-80-futovaya-vagon-platforma-modeli-13-6704/> (дата обращения: 09.05.2025).

6. Ероян А. Г. Современный подвижной состав железнодорожного транспорта. Основные тенденции в транспортном машиностроении / А. Г. Ероян // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2020. — Т. 2. — № 3(99). — С. 47–52.

7. Железнодорожный транспорт. Энциклопедия. — М.: Большая Российская Энциклопедия, 1995. — С. 249–250.

8. Urbański P. Review of freight high speed railway (HSR). Rail Vehicles / P. Urbański // Pojazdy Szynowe. — 2022. — № 1-2. — Pp. 49–61.

9. Киселев И. П. Перспективы грузовых высокоскоростных перевозок / И. П. Киселев, А. А. Китунин // Железнодорожный транспорт. — 2021. — № 10. — С. 70–77.

10. Платформа Механизации Cargo Castor. — URL: <http://pk-aerotech.ru/meh-pol/platforma-mekhanizatsii-cargo-castor> (дата обращения: 09.05.2025).

Дата поступления: 02.05.2025

Решение о публикации: 28.05.2025

Контактная информация:

ВАЛИНСКИЙ Олег Сергеевич — канд. техн. наук, проф.; rector@pgups.ru

МАРИКИН Александр Николаевич — д-р техн. наук, проф.

СКЛЯРЕНКО Даниил Александрович — студент; podstukk@yandex.ru

Prospects for High-Speed Container Transportation by the "Finist" Electric Train (ES104/ES105)

O. S. Valinsky, A. N. Marikin, D. A. Sklyarenko

Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

For citation: Valinsky O. S., Marikin A. N., Sklyarenko D. A. Prospects for High-Speed Container Transportation by the "Finist" Electric Train (ES104/ES105). *Proceedings of Petersburg State Transport University*, 2025, vol. 22, iss. 2, pp. 281–289. (In Russian) DOI: 10.20295/1815-588X-2025-2-281-289

Summary

Purpose: To consider the existing logistics possibilities in the sphere of transportation of non-bulky cargo and small consignments, as well as a prospective use of a high-speed electric train for container transportation, and to determine the train axle load, capacity and equipment layout. To determine the prospective directions of operation, the container parameters, and the placement methods. **Methods:** The analysis and comparative evaluation of solutions in the field of high-speed freight transportation in other countries. **Results:** A thorough analysis of the existing logistics solutions in the field of freight transportation by road and rail has been conducted, and the global practices have been taken into account. The key parameters of the rolling stock, including the traction motor output power, weight and axle load, have been determined. The prospects of integrating the proposed model into the existing transportation network have also been established. The container parameters, as well as the methods of cargo loading and placement in the train car, have been proposed. **Practical significance:** The implementation of the high-speed container transportation model, utilising rail multiple units, will lead to substantial improvements in the delivery time of container cargo. This will result in a reduced road freight transportation, consequently minimising harmful emissions into the environment, accidents and highway congestion. The model will enhance the efficiency of existing railway infrastructure in terms of speed, while also expanding transportation opportunities.

Keywords: High-speed train, container transportation, multiple units, traffic optimization, railway transport.

References

1. Prokof'ev M. N. *Sovershenstvovanie tekhnologii uskorennykh gruzovykh perevozok zheleznodorozhnym transportom: spetsial'nost' 05.22.08 "Upravlenie protsessami perevozok": diss. ... kand. tekhn. nauk* [Improving the technology of accelerated freight transportation by rail: specialty 05.22.08 "Transportation process management": diss. ... Cand. of Engineering Sciences]. Moscow, 2018, pp. 20–28. (In Russian)
2. *Avtomobil'nye perevozki gruzov: preimushchestva i nedostatki* [Automobile transportation of goods: advantages and disadvantages]. Available at: <https://tr-logistik.com/blogs/avtomobilnye-perevozki-gruzov> (accessed: May 16, 2025). (In Russian)
3. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/> (accessed: May 6, 2025). (In Russian)
4. *RBK. Rossiyskiy rynek kommercheskikh avtomobil'nykh gruzoperevozok 2023: obzor* [RBC. Russian market of commercial automobile freight transportation 2023: review]. Moscow: RBK Publ., 2023, 110 p., P. 100–110. (In Russian)
5. *Skorostnaya shestiosnaya 80-futovaya vagon-platforma modeli 13-6704* [High-speed six-axle 80-foot flatcar model 13-6704]. Available at: <https://sinaratm.ru/products/putevaya-tekhnika/skorostnaya-shestiosnaya-80-futovaya-vagon-platforma-modeli-13-6704/> (accessed: May 9, 2025). (In Russian)

6. Eroyan A. G. *Sovremennyy podvizhnoy sostav zheleznodorozhnogo transporta. Osnovnye tendentsii v transportnom mashinostroenii* [Modern rolling stock of railway transport. Main trends in transport engineering]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economy and management: problems, solutions]. 2020, vol. 2, Iss. 3(99), pp. 47–52. (In Russian)

7. *Zheleznodorozhnyy transport. Entsiklopediya* [Railway transport. Encyclopedia]. Moscow: Bol'shaya Rossiyskaya Entsiklopediya Publ., 1995, pp. 249–250. (In Russian)

8. Urbański P. Review of freight high speed railway (HSR). *Rail Vehicles. Pojazdy Szynowe*, 2022, Iss. 1-2, pp. 49–61.

9. Kiselev I. P., Kitunin A. A. *Perspektivy gruzovykh vysokoskorostnykh perezozok* [Prospects for high-speed freight transportation]. *Zheleznodorozhnyy transport*

[Railway transport]. 2021, Iss. 10, pp. 70–77. (In Russian)

10. *Platforma Mekhanizatsii Cargo Castor* [Cargo Castor Mechanization Platform]. Available at: <http://pk-aerotech.ru/meh-pol/platforma-mekhanizatsii-cargo-castor> (accessed: May 9, 2025). (In Russian)

Received: May 02, 2025

Accepted: May 28, 2025

Author's information:

Oleg S. VALINSKY — PhD in Engineering, Professor; rector@pgups.ru

Alexander N. MARIKIN — Dr. Sci. in Engineering, Professor

Daniil A. SKLYARENKO — Student; podstukk@yandex.ru