



М Т С Т ' 2 1

ТЕЗИСЫ THESES

8-ой международной
научно-практической
конференции
«магнитолевитационные
транспортные системы
и технологии»

© Francesca Pagliara

Department of Civil Architectural and Environmental Engineering
(Naples, Italy)

HIGH-SPEED RAIL AND ITS SOCIOECONOMIC IMPACTS

In the last decades significant investments in High-Speed Rail (HSR) systems have been carried out in the world (Pagliara, 2014a). Spending public money in the construction of HSR lines produces several benefits such as time savings, increase in comfort, induced demand, reduction in congestion and wider economic benefits including the development of the less developed regions (Pagliara, 2016).

High Speed (HS) trains can be used to solve two different accessibility problems. In the first case, where a point-to-point link is dominant, each train is a potential substitute for an air connection between two cities, i.e. it connects cities (or rather CBDs) over long distance with a direct train connection. The HS train links between Paris and Lyon, Paris and London, Tokyo and Osaka, Madrid and Barcelona could be seen as examples of this first type of train connection. In this case the train trip together with access and egress times should be compared with the competing solution which consists of the air trip plus the trip to the airport at the trip origin and the trip from the airport at the trip destination (Pagliara *et al.*, 2012).

In the second case, where a HS network is dominant, the train system links together many cities and CBDs and, hence, creates a new type of region with high intra-regional accessibility sharing a common labour market and a common market for household and business services. In this case the HS train binds together cities in a band, where each pair of cities is at a time distance of between 20-55 minutes, i.e. a time distance that allows daily commuting. In Italy, for example, the cities of Roma and Napoli are connected in exactly this manner by HS train and, in this case, car is the competing alternative transport mode (Cascetta *et al.*, 2011). The megacity RONA between ROma and NAPoli arises since thanks to the "power" of HSR systems of shrinking spaces and shaping places. Indeed these systems are trying to solve the unbearable problem of urbanization, since metropolitan areas are now merging to form vast megacities or mega-regions (Pagliara *et al.*, 2013).

Among the wider economic benefits of HSR systems, the impact on tourism is relevant. Indeed, the transportation industry is a global industry that meets the need for moving passengers and freight as efficiently as possible (Delaplace *et al.*, 2014b). It is often argued that a country with a good transportation system can be considered a tourist destination. Delaplace *et al.* (2014a) investigated the factors influencing destination choice for tourism purposes and the role of HSR systems in affecting this choice to revisit Rome and Paris. Pagliara *et al.* (2014; 2015a; 2015b) and Pagliara (2014b; 2015) followed the same approach by comparing the factors influencing the choice of revisiting Madrid and Naples. The main conclusion is that in the cases of Paris and Naples HSR has an impact on the choice of these cities as tourist destinations, while in the cases of Madrid and Rome, HSR is chosen to reach cities close to them.

A more detailed analysis, for the case study of Italy (Pagliara *et al.*, 2017b), highlighted the expected impacts of the High Speed/High Capacity Rail project on tourism. An empirical analysis was carried out with the aid of a database containing information both on tourism and transport for 77 Italian cities, during the 2006–2013 period. The main results of the analysis show that the impacts of HSR on the number of Italian visitors and the number of nights spent at destination are positive in all the cities served by HSR.

Delaplace *et al.* (2016) studied the relationship between HSR and destination choice of two theme parks in France, both served by a HSR station. In the case of Disneyland, tourists declared that the presence of HSR was fundamental in the choice of the destination. On the contrary, in the case of Futuroscope, tourists stated that HSR was not relevant.

It is interesting to highlight the changing role of stations as places in an area and no more as nodes in a network. This new trend has made possible the development of temporary offices inside rail stations completely changing their image. Providers of these services are companies like Regus, Buroclub, Multiburo, but also smaller ones like the RPAD in Reims, in France. These temporary offices meet the growing demand of workers, sometimes mobile ones looking for places to work without the costs of a full-time office and support the station as a place. The British entrepreneur Mark Dixon was inspired to start Regus during a business trip to Brussels, where he noticed how many businessmen were pushed to work in hotels, bars, etc. given to the lack of a more professional place. Met with strong demand, Dixon quickly developed a global network of fully equipped, furnished workplaces for businessmen. Very recently, some of these types of offices have been established inside the stations.

An example is represented by the HSR station of Naples in Italy, which hosts the Regus business centre on the sixth floor of a 16-storey modern building (Pagliara *et al.*, 2016a). In this case, temporary offices, placed inside the station, were also rented by local workers and not only by mobile workers, thus confirming the new trend of working inside a third place near home.

The improved accessibility and the changing image of HSR stations can boost property prices within the vicinity of the HSR station. This is the case of the HSR stations of St Pancras and Stratford in the Camden and the Newham boroughs of London. Indeed house prices within walking distance from the station increased (Martinez *et al.*, 2013).

Spatial accessibility is a measure of spatial equity and can be represented by the ease of travelling from an origin to a given destination via a given mode or set of transport modes (Pagliara *et al.*, 2016b; Biggiero *et al.*, 2017). The positive social impact of HSR is represented by the increased accessibility and the movement and the activities for commuting HSR users. HSR improves trips for working purposes by providing fast trains connection between main cities. On the other hand users who can't afford HSR or live far from stations can be socially excluded and have problems, when searching for better jobs (Pagliara and Biggiero, 2016; 2017).

In the paper by Pagliara *et al.* (2017a), the current situation of non-HSR users in Italy, Spain and England and the factors preventing them from choosing this service was investigated. A relationship between social exclusion and HSR was evident, especially in terms of economic and geographical exclusion, i.e. the cost of the HSR ticket and the low accessibility to the departure/arrival station. The fact that both criteria were greatly perceived by low income classes was interpreted by the location of residences of these classes of travellers. Specifically, for the higher cost connected with the use of the residences, it was clear that those having higher incomes lived in city centres, which, in general, are served by a good public transport and by taxi as well.

References

1. Cascetta, E., Papola, A., Pagliara, F. and Marzano, V. (2011): Analysis of mobility impacts of the high speed Rome–Naples rail link using within-day dynamic mode service choice models, *Journal of Transport Geography*, 19, pp. 635-643.
2. Biggiero, L., Pagliara, F., Patrone A. and Peruggini, F. (2017): Spatial equity and high-



- speed railsystems, *International Journal of Transport Development and Integration*, Vol. 1, 2, pp. 194–202.
3. Delaplace, M., Pagliara, F., Perrin, J. and Mermet, S. (2014a): Can High Speed Rail foster the choice of destination for tourism purpose? *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 111, pp. 166-175.
 4. Delaplace, M., Bazin, S., Pagliara, F. and Sposaro, A. (2014b): High Speed Rail System and thetourism market: between accessibility, image and coordination tool. Proceedings of the 54th European Regional Science Association Congress, 26-29 August, St Petersburg, Russia.
 5. Delaplace, M., Pagliara, F. and La Pietra, A. (2016): Does high-speed rail affect destination choice for tourism purpose? Disneyland Paris and Futuroscope case studies, *Belgeo*, 3, pp. 1-23.
 6. Martinez, F., Pagliara, F. and Tramontano, A. (2013): Hedonic value of accessibility on residential properties: random bidding foundation and application to new rail track, *Ingegneria Ferroviaria*, 12, pp. 1047-1061.
 7. Pagliara, F., Vassallo, J. M. and Román, C. (2012): High Speed Rail vs. Air Transportation: case study Madrid-Barcelona, Spain, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2289, pp. 10–17.
 8. Pagliara, F., de Abreu e Silva, J., Sussman, J. and Stein, N. (2013): Megacities and High Speed Rail systems: which comes first?. In *Transportation Demand Management*, G. Wulfhorst and B. Buttner, pp. 125-142, Technische Universitat Munchen.
 9. Pagliara, F. (2014a): High Speed Rails Systems: Impacts on Mobility, on Tourism and on MobileWorkers, LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germany.
 10. Pagliara, F. (2014b): Some concerns on the role of High Speed Rail Systems in tourists' destination choice. Proceedings of the International Conference on Traffic and Transport Engineering 27-28 November, Belgrade.
 11. Pagliara, F., Delaplace, M. and Vassallo, J. (2014): High-Speed trains and tourists: what is the link? Evidence from the French and the Spanish capitals. Conference proceedings of Urban Transport XX – Urban Transport and the Environment in the 21st century. WIT Transactions onthe Built Environment, 138, pp. 17-27.
 12. Pagliara, F. (2015): High Speed Rail Systems and Tourists' Destination Choice: The Case Study of Naples, *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 3, pp. 227-233.
 13. Pagliara, F., Delaplace, M. and Vassallo, J. M. (2015a): High-Speed Rail Systems and Tourists' Destination Choice: The Case Studies of Paris and Madrid, *International Journal of SustainableDevelopment & Planning*, 3, pp. 395-405.
 14. Pagliara, F., La Pietra, A., Gomez, J. and Vassallo, J. M. (2015b): High Speed Rail and the tourism market: evidence from the Madrid case study, *Transport Policy*, 37, pp.187-194.
 15. Pagliara, F. (2016): Guidelines for Rail project Appraisal, LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germany.
 16. Pagliara, F. and Biggiero, L. (2016): Social exclusion from High Speed Rail systems: an exploratory study, *Ingegneria Ferroviaria*, Vol. 9, pp.679-688.
 17. Pagliara, F., Delaplace, M. and Cavuoto, R. (2016a): Mixed high-speed, conventional and metrocentral rail stations as places to work: The case study of Naples, *The Open Transportation Journal*, Vol. 10, pp.108-118.
 18. Pagliara, F., Biggiero, L., Patrone, A. and Peruggini, F. (2016b): An analysis of spatial equity concerning investments in high-speed rail systems: The case study of Italy, *Transport Problems*, Vol. 11, 3, pp. 55-68.



19. Pagliara, F. and Biggiero, L. (2017): Some evidence on the relationship between social exclusion and high speed rail system, *HKIE Transactions Hong Kong Institution of Engineers*, Vol. 24, 1, 2017, pp. 17-23.
20. Pagliara, F., Biggiero, L. and Menicocci, F. (2017a): Social Exclusion and High-Speed Rail: some evidence from three European countries. Proceedings of the AIIT International Congress on Transport Infrastructure and Systems (TIS 2017), Rome, 10-12 April. In *Transport Infrastructure and Systems*, Dell'Acqua G. and Wegman F. (eds). pp. 579-585.
21. Pagliara, F., Mauriello, F. and Garofalo, A. (2017b): Exploring the interdependences between High Speed Rail systems and tourism: Some evidence from Italy, *Transportation Research A: Policy and Practice*, 106, 300-308.

Area of interests: High Speed Rail systems, Public Engagement in the transportation decision-making process, Transit Oriented Development Policies and Integrated Land-use / Transport models.

© Амосков В. М.¹, Арсланова Д. Н.,¹ Васильев В. Н.,¹ Зайцев А. А.,² Кухтин В. П.,¹
Ламзин Е. А.,¹ Ларионов М. С.,¹ Неженцев А. Н.,¹ Овсянников Д. А.,³ Родин И. Ю.,¹
Сычевский С. Е.^{3,1}, Фирсов А. А.,¹ Шатиль Н. А.¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры им. Д. В. Ефремова»

² Петербургский государственный университет путей сообщения

³ Петербургский государственный университет
(Санкт-Петербург, Россия)

ГИБРИДНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ПОЛЕЙ РАССЕЯНИЯ

В работе рассмотрены варианты исполнения эффективных гибридных схем электромагнитов подвеса левитационных транспортных средств. В гибридных электромагнитах (ГЭМ) для обеспечения левитации используются высококоэрцитивные постоянные магниты (ПМ) на основе редкоземельных элементов (NdFeB), а токовые катушки - для стабилизации системы. Характерная особенность ГЭМ состоит в том, что электромагниты и постоянные магниты находятся в единой магнитной цепи. Сила, создаваемая ПМ, уравновешивает гравитационную силу при некоторой величине воздушного зазора, что обеспечивает левитацию транспортной платформы при минимальном электропотреблении. При изменении веса платформы, вследствие погрузки или разгрузки, воздушный зазор между магнитом и ферромагнитной направляющей изменяется в пределах $\pm 15\%$ от номинальной величины в соответствие с изменяющимися условиями. Адаптацию зазора под эти условия и его стабилизацию обеспечивают токи управления в катушках электромагнитов, в то время как сила, создаваемая ПМ, по-прежнему уравновешивает вес. Такие гибридные электромагнитные подвесы позволяют в стационарных условиях левитировать практически без потребления энергии. Кроме этого, в сравнении с традиционными электромагнитными подвесами гибридные электромагнитные подвесы оказались меньше и легче.

Авторами предложена схема построения эффективных ГЭМ для подвесов левитационного транспорта. Существенно снижен уровень полей рассеяния вокруг магнитов. Применение данной схемы представляется наиболее оптимальным в электромагнитных подвесах. Разработанная методика анализа подобных схем позволяет синтезировать оптимальные конструкции магнитов, адаптированные к потребностям конкретной реализации транспортной системы. Оценки показывают, что применение подобных магнитов практически снимает ограничение на грузоподъёмность, обеспечиваемую электромагнитным подвесом.

Ключевые слова:

Автор, ответственный за переписку: Васильев Вячеслав Николаевич
vvnm@mail.ru



© Amoskov V. M.¹, Arslanova D. N.¹, Firsov A. A.¹, Kukhtin V. P.¹, Lamzin E. A.¹,
Larionov M. S.¹, Nezhentzev A. N.¹, Ovsyannikov D. A.³, Rodin I. Yu.¹, Shatil N. A.¹,
Sytchevsky S. E.^{3,1}, Valiliev V. N.¹, Zaytzev A. A.²

¹ Joint Stock Company “NIIIEFA”

² St.Petersburg State Transport University

³ St.Petersburg State University

(St. Petersburg, Russia)

HYBRID SUSPENSION SYSTEM WITH LOW-STRAY FIELD MAGNETS

Several design schemes are considered for a hybrid EM suspension system (HEMS) of maglev transport that utilizes electromagnets (EM) in combination with permanent magnets (PM). High-coercivity permanent magnets (NdFeB) create the basic levitation force, while electromagnets are used for lateral stabilization and air gap control. The PMs and EMs form a common magnetic circuit. The force generated by PM counterbalances the gravitational force and enables static levitation of the vehicle even at zero coil current, thus reducing the energy consumption. Variations of the vehicle weight at loading/unloading can lead to a ±15% change of the operational air gap between the vehicle and the track. Magnets synergy makes it possible to increase payload without increase in energy consumption. Also, as compared to conventional EMS, HEMS has a lesser weight. The proposed HEMS for maglev transport offers reduced stray field. Various designs were investigated for possible applications on the maglev trains, and computational and scaled physical models were validated in parametric simulations and magnetic measurements. The established approach enables development and optimization of the design with respect to the practical operational characteristics. The use of HEMS with zero-power control shows good prospects to increase the payload capacity compared to conventional EMS.

Key words:

Corresponding author: Vyacheslav Vasiliev
vvnm@mail.ru



© Акулицкий С. Г.¹, Амосков В. М.¹, Арсланова Д. Н.¹, Белов А. А.¹,
 Васильев В. Н.¹, Гаврилов С. В.¹, Деомидов В. В.¹, Зайцев А. А.² Капаркова М. В.¹,
 Кухтин В. П.¹, Лабусов А. Н.¹, Ламзин Е. А.¹, Ларионов М. С.¹, Неженцев А. Н.¹,
 Овсянников Д. А.^{3,4}, Родин И. Ю.¹, Сычевский С. Е.^{4,1}, Суханова М. В.¹,
 Шатиль Н. А.¹, Шкулепа А. А.¹, Фирсов А. А.¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры им. Д. В. Ефремова»

² Петербургский государственный университет путей сообщения

³ Санкт-Петербургский Государственный Университет Промышленных Технологий и Дизайна

⁴ Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

РЕЗУЛЬТАТЫ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРОТОТИПА ПОЛНОМАСШТАБНОГО ГИБРИДНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТА

В АО «НИИЭФА» разработан и изготовлен полномасштабный прототип серийного образца гибридного электромагнита подвеса магнитолевитационного транспортного средства. Прототип демонстрирует характерное для ГЭМ пониженное энергопотребление и подтверждает правильность предложенной авторами схемы магнитной системы, отличающейся низким уровнем полей рассеяния.

Измерения электромагнитных сил, создаваемых ГЭМ проведены на сертифицированном специализированном стенде АО «НИИЭФА». Получено совпадение результатов натурного и численного моделирования с требуемой на практике точностью.

На основании выполненных работ будут готовятся рекомендации по модернизации стенда, измерительной и технологической оснастки, методике и программе измерений, процедуре выходного контроля серийных магнитов.

Натурный эксперимент продемонстрировал необходимость решения совместной задачи для моделирования электромагнитного поля, пондеромоторных сил, напряжённо-деформированного и теплового состояния всей магнитной системы подвеса, включая собственно ГЭМ, устанавливаемые на экипаже, и путевую структуру в виде ферромагнитной направляющей.

Ключевые слова:

Автор, ответственный за переписку: Васильев Вячеслав Николаевич
vvnm@mail.ru



© Akulitzky S.G.¹, Amoskov V. M.¹, Arslanova D. N.,¹ Belov A.A.¹, Deomidov V. V.¹,
 Firsov A. A.,¹ Gavrilov S. V.,¹ Kaparkova M. V.¹, Kukhtin V. P.,¹ Labusov A. N.¹,
 Lamzin E. A.,¹ Larionov M. S.,¹ Nezhentzev A. N.,¹ Ovsyannikov D. A.^{3,1}, Rodin I. Yu.,¹
 Shatil N. A.,¹ Shkulepa A. A.,¹ Sukhanova M. V.,¹ Sytchevsky S. E.,^{4,1} Valiliev V. N.,¹
 Zaytzev A. A.²

¹ Joint Stock Company “NIIIEFA”

² St.Petersburg State Transport University

³ St.Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

⁴ St.Petersburg State University

(St. Petersburg, Russia)

BENCH TESTING OF HYBRID EMS PROTOTYPE

Recently a prototype of hybrid EMS (HEMS) for maglev transport has been designed, built, and tested at JSC “NIIIEFA”. The HEMS concept implies reduced power loss and low stray field. Measurements on a test bench have demonstrated low power consumption of the prototype. Magnetic measurements have demonstrated a good match with predictive simulations.

The experimental data will be used as a basis to proceed to an advanced test bench and improved measurement programs. Also, recommendations will be prepared for the product inspection.

Results of the full-scale experiment have proved a demand for comprehensive performance analysis which involves solving coupled problems when optimal parameters of the suspension system are searched in correlation between integral mechanical, dynamic, magnetic, and thermal characteristics of the magnets and the ferromagnetic track.

Key words:

Corresponding author: Vyacheslav Vasiliev
 vvn@vnm@mail.ru



© Н.А. Сенькин, А.С. Филимонов, Д.М. Андреев, И.М. Халимбеков

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(Санкт-Петербург, Россия)

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ЭСТАКАД И ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ МАГИСТРАЛИ ОТ ГАТЧИНЫ ДО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Представлены результаты научно-исследовательских работ по разработке оптимального расположения эстакадных конструкций и транспортно-пересадочных узлов высокоскоростной транспортной магистрали от Гатчины до Санкт-Петербурга. Усовершенствованная схема магистрали на выбранном участке предусматривает три транспортно-пересадочных узла – станции посадки, соединённые между собой по прямым линиям и объединенные с пассажирскими железнодорожными станциями. Конечные здания транспортно-пересадочных узлов имеют цилиндрическую форму исполнения и содержат в себе спиральные пандусы для спуска подвижных составов в обслуживающее депо на поверхности земли. Ввиду стеснённых условий промежуточная станция в Павловске выполнена в форме открытой книги по стандартной схеме без изменения высотного уровня путепровода магистрали, но обеспечивающая поворот направления движения поездов транспортной магистрали. Несущие эстакадные конструкции, соединяющие транспортно-пересадочные узлы, предложены арочно-вантового исполнения с пролётами 180 м и 360 м для преодоления различных ландшафтных препятствий, включая значительные возвышенности.

Обоснование: стремительные темпы развития мегаполиса требуют возможности быстрого перемещения населения из ближайших пригородов и городов Ленинградской области в рабочие и деловые центры Санкт-Петербурга. В часы пиковой нагрузки маршрутные единицы транспортной системы переполнены пассажирами, что не способствует благоприятной эпидемиологической обстановке в Санкт-Петербурге. В связи с решением данной транспортной и экологической проблемы предложен проект высокоскоростной транспортной надземной магистрали в виде разорванного многоугольника, которая будет связывать основные транспортно-пересадочные узлы Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Цель: разработка основных конструктивных решений эстакадных конструкций и транспортно-пересадочных узлов высокоскоростной транспортной магистрали с целью преодоления ландшафтных препятствий.

Методы: рассчитаны эстакадные конструкции на сочетания действующих нагрузок, сил и воздействий, включая учет динамических аспектов и нелинейности, с использованием программного комплекса "SCAD Office".

Результаты: в качестве несущих конструкций принят арочно-вантовый вариант с сочетанием пролётов 180 м и 360 м для преодоления ландшафтных препятствий, а также рассмотрена их совместная работа.

Заключение: сочетания пролётов различной длины наиболее эффективно позволяют осуществить прямолинейную схему движения подвижных составов по высокоскоростной-транспортной магистрали.

Ключевые слова: высокоскоростная транспортная магистраль, маглев, эстакадные конструкции и транспортно-пересадочные узлы.

Автор, ответственный за переписку: Сенькин Николай Александрович Senkin1952@yandex.ru

© Nikolay A. Senkin, Alexander S. Filimonov, Dmitriy M. Andreev,
Islam M. Khalimbekov

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
(St. Petersburg, Russia)

PROPOSALS FOR THE CONSTRUCTION OF OVERPASS AND TRANSPORTATION HUBS OF THE HIGH-SPEED HIGH-SPEED RAILWAY FROM GATCHINA TO ST. PETERSBURG

The results of research work on the development of the optimal location of overpass structures and transport hubs of the high-speed transport highway from Gatchina to St. Petersburg are presented. The improved scheme of the highway on the selected section provides for three transport interchange hubs - boarding stations, interconnected by straight lines and combined with passenger railway stations. The final buildings of the transport hubs have a cylindrical design and contain spiral ramps for lowering the rolling stock to the servicing depot on the surface of the earth. Due to the cramped conditions, the intermediate station in Pavlovsk is made in the form of an open book according to the standard scheme without changing the altitude level of the highway overpass, but providing a turn in the direction of traffic of the transport highway. The load-bearing overpass structures connecting the transport hubs have been proposed in arch-cable-stayed design with spans of 180 m and 360 m to overcome various landscape obstacles, including significant heights.

Background: the rapid pace of development of the megalopolis requires the possibility of rapid movement of the population from the nearest suburbs and cities of the Leningrad Region to the working and business centers of St. Petersburg. During peak hours, route units of the transport system are overcrowded with passengers, which does not contribute to a favorable epidemiological situation in St. Petersburg. In connection with the solution of this transport and environmental problem, a project of a high-speed transport elevated highway in the form of a broken polygon has been proposed, which will connect the main transport hubs of St. Petersburg and the Leningrad region.

Aim: development of basic design solutions for overpass structures and transport hubs of a high-speed transport highway in order to overcome landscape obstacles.

Methods: overpass structures are designed for combinations of acting loads, forces and influences, including taking into account dynamic aspects and nonlinearity, using the "SCAD Office" software package.

Results: the arch-cable-stayed version with a combination of spans of 180 m and 360 m to overcome landscape obstacles was adopted as load-bearing structures, and their joint work was also considered.

Conclusion: Combinations of spans of various lengths most effectively make it possible to implement a straight-line pattern of rolling stock movement along a high-speed transport highway.

Key words: high-speed transport highway, maglev, overpass structures and transport hubs.

Corresponding author: Nikolay Senkin
Senkin1952@yandex.ru



© Чжо Зин Хтай, В.А. Глущенков, В.Г. Комаров

Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»
(Москва, Россия)

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛТРО ДЛЯ МЬЯНМЫ

В целях создания современной и эффективной магнитолевитационной транспортной системы Мьянмы был проведён анализ текущего состояния транспортных технологий, отвечающих конкретным требованиям и условиям эксплуатации Мьянмы. В Мьянме не хватает традиционных источников энергии и электростанций. В то же время Мьянма находится недалеко от экватора, в связи с чем страна располагает огромными ресурсами солнечной энергии. По современным данным валовые ресурсы солнечной энергии Мьянмы составляют 1,15 млн. ТВт.ч в год. Среднегодовой приход солнечного излучения составляет приблизительно 5 кВт.ч/м² в сутки. Это намного выше, чем, например, в странах ЕС-27, где сегодня интенсивно используется солнечная энергетика.

Таким образом, была поставлена задача по созданию транспортной системы с полным энергообеспечением от солнечной энергии. Для повышения эффективности использования этой транспортной системы создана интерактивная геоинформационная модель с визуализацией геопространственных данных с помощью JupyterNotebook на основе языка Python. Использование интерактивной геоинформационной модельной карты для транспортной системы ELTRO позволяет не только получить расчётные данные для разработки системы, но и создать эффективное управление пассажирскими перевозками в режиме реального времени и создавать многофункциональные интеллектуальные сервисы для инновационного городского общественного транспорта. В представленной работе на основе полученных данных проведено исследование по определению необходимой мощности и энергии для питания подвижного состава с прогнозируемыми объёмами перевозок и параметрами движения, при генерации энергии с помощью солнечных фотоэлектрических панелей, а также учётом энергии рекуперации при торможении транспортных средств и необходимости накопления электроэнергии при недостаточном солнечном излучении.

Полученные результаты позволили определить структуру системы солнечного энергообеспечения и параметры типовых солнечных энергомодулей, обеспечивающих энергообеспечение не только транспортной системы, но и прилегающих территорий.

Ключевые слова: магнитная левитационная транспортная система, солнечная энергия, интерактивная геоинформационная модель.

Автор, ответственный за переписку: Глущенков Владимир Александрович
aungsoemoe.mpei@gmail.com, GlushenkovVA@mpei.ru



© Thaw Zin Htay, Glushenkov V.A., Komarov V.G.

National Research University "Moscow Power Engineering Institute"
(Moscow, Russia)

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING SOLAR ENERGY FOR THE ENERGY SUPPLY OF THE INNOVATIVE ELTRO TRANSPORT SYSTEM FOR MYANMAR

The paper considers the creation of a modern and efficient magnetic levitation transport system in Myanmar and analyzes the current state of transport technologies in order to create a modern and efficient magnetic levitation transport system in Myanmar, an analysis of the current state of transport technologies that meet the specific requirements and operating conditions of Myanmar is accomplished. Myanmar lacks traditional energy sources and power plants. At the same time, Myanmar is located near the equator, and therefore the country has huge resources of solar energy. According to current data, Myanmar's gross solar energy resources amount to 1.15 million TWh per year. The average annual input of solar radiation is approximately 5 kWh / m² per day. This is much higher than, for example, in the EU-27 countries, where solar energy is used today intensively.

Thus, the task was set to create a transport system with full energy supply from solar energy. To increase the efficiency of using this transport system, an interactive geo-information model with visualization of geospatial data created by using JupyterNotebook based on the Python language. The use of an interactive geo-information model map for the ELTRO transport system allows not only to obtain calculated data for the development of the system, but also to create effective management of passenger transportation in real time and create multifunctional intelligent services for innovative urban public transport. In the present paper, based on the data obtained, a study conducted to determine the necessary power and energy to power rolling stock with projected traffic volumes and traffic parameters, when generating energy using solar photovoltaic panels, as well as taking into account the energy recovery during vehicle braking and the need to accumulate electricity with insufficient solar radiation. The obtained results allowed us to determine the structure of the solar energy supply system and the parameters of typical solar energy modules that provide energy supply not only to the transport system, but also to the adjacent territories. Gies that meet the specific requirements and operating conditions of Myanmar. Myanmar lacks traditional energy sources and power plants. At the same time, Myanmar is located near the equator, and therefore the country has huge resources of solar energy. According to current data, Myanmar's gross solar energy resources amount to 1.15 million TWh per year. The average annual input of solar radiation is approximately 5 kWh / m² per day. To increase the efficiency of using this transport system, an interactive geoinformation model with visualization of geospatial data was created using JupyterNotebook based on the Python language. The use of an interactive geoinformation model map for the ELTRO transport system allows not only to obtain calculated data for the development of the system, but also to create effective management of passenger transportation in real time and create multifunctional intelligent services for innovative urban public transport.

Key words: Magnetic levitation transport system, Solar energy, Interactive geoinformation model

Corresponding author: Vladimir Glushenkov
aungsoemoe.mpei@gmail.com, GlushenkovVA@mpei.ru



© Almujabah Hamad, Preston John
 University of Southampton
 (United Kingdom, Southampton)

THE DEVELOPMENT OF MAGNETIC LEVITATION TECHNOLOGY

Background: Magnetic Levitation (Maglev) system is considered as one of the high-speed ground transportation technologies in the world, as its vehicles are propelled and levitated along guideways with no friction applied.

Aim: This paper used a literature review to notify the development of magnetic levitation technology.

Methods: The method of literature review is aimed to evaluate the number of lines is now in operational worldwide, the main principles of maglev system, and some of the advantages and disadvantages that might be identified. Results: The literature identified that the China has the highest number of Maglev lines with a total length of 57.3 kilometers, followed by Japan and South Korea with a total length of 8.9 kilometers and 7.1 kilometers, respectively. In terms of the main principles of Maglev system, three major principles of propulsion, levitation and lateral guidance are involved in order to control the Maglev vehicle. In this case, the linear induction motor and linear synchronous motor are considered the two major types of linear motors that can help in moving the vehicle body forward. Regarding the levitation, there are two methods used to levitate the vehicles, which are electromagnetic suspension (EMS) and electrodynamic suspension (EDS).

Finally, the lateral guidance system is used to keep the vehicle staying on the track by stabilizing its movement to the right and left. There are some advantages of Maglev system such as speed, less noise, has no problem regarding the weather, and energy efficient whilst there are some disadvantaged discovered such as producing strong magnetic field, the weight of the large electromagnetic, and the energy consumption that are required to levitate the train.

Conclusion: The development of magnetic levitation technology has been increased worldwide, especially in China and Japan. In this case, the latest Maglev line is the Japanese MLX-JR, which is now under construction and will be operated for a maximum speed of 505 km/h along a total length of 500 km.

Key words: Magnetic Levitation, Propulsion, Levitation, Lateral Guidance.

Corresponding author: Almujabah Hamad
 Hra1m15@soton.ac.uk



© Аунг Со Мо, В.А. Глущенков, В.Г. Комаров
 Национальный исследовательский университет
 «Московский энергетический институт»
 (Москва, Россия)

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ МАГЛЕВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

В данной работе исследованы пути повышения энергоэффективности комбинированной электромагнитной системы левитации с использованием постоянных магнитов для городских линий маглева. В комбинированной системе постоянный магнит может генерировать часть или всю статическую силу левитации, а электромагнитная катушка в основном играет роль динамической регулировки, что позволяет значительно снизить потребление энергии на левитацию и нагрев электромагнита. Магнитолевитационная система выполнена по Ш-образной схеме. В центральный стержень встроен постоянный магнит. На центральном стержне размещается также обмотка возбуждения, позволяющая регулировать магнитный поток и, следовательно, подъемную силу и рабочий воздушный зазор.

Исследовано управление с динамическим регулированием рабочего зазора с минимальным расходом энергии. Предлагаемый контроллер использует обратные связи состояния и нагрузки, а также настроен на минимальное потребление энергии.

В этом исследовании с комбинированной левитационной системой использован линейный синхронный двигатель (LSM). В частности, принят коротко-статорный LSM поскольку он обеспечивает простое и недорогое производство и большой срок службы.

Кроме того, исследовано сопротивление движению такой системы левитации. По предварительным результатам оно не превышает сопротивления движению стального колеса по стальному рельсу.

Исследуются также параметры и энергоэффективность магнитолевитационной системы по созданию направляющих сил движения.

Полученные предварительные результаты позволяют реализовать в условиях Республики Мьянмы транспортные системы с энергообеспечением от солнечного излучения.

Ключевые слова: Маглев, контроллер нулевой мощности, энергоэффективность

Автор, ответственный за переписку: Глущенков Владимир Александрович
aungsoemoe.mpei@gmail.com, GlushenkovVA@mpei.ru

Aung Soe Moe, Glushenkov V.A., Komarov V.G.
 National Research University "Moscow Power Engineering Institute"
 (Moscow, Russia)

ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF THE PARAMETERS OF THE MAGLEV ELECTROMAGNETIC SYSTEM TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY

In this paper, we investigate ways to improve the energy efficiency of a combined electromagnetic levitation system using permanent magnets for Maglev city lines. In the combined system, the permanent magnet can generate some or all of the static levitation force, and the electromagnetic coil mainly plays the role of dynamic adjustment, which can



significantly reduce the energy consumption for levitation and heating of the electromagnet. The magnetic levitation system is made according to an E-shaped scheme. A permanent magnet is built into the central rod. A field winding is also placed on the central rod, which makes it possible to regulate the magnetic flux and, consequently, the lifting force and the working air gap. The control with dynamic adjustment of the working gap with minimal energy consumption is investigated. The proposed controller uses state and load feedbacks and is configured for minimal power consumption. In this study, a linear synchronous motor (LSM) was used with a combined levitation system. In particular, the short-stator LSM is adopted because it provides simple and inexpensive production and long service life. In addition, the resistance to the movement of such a levitation system is investigated. According to preliminary results, it does not exceed the resistance to the movement of a steel wheel on a steel rail. The parameters and energy efficiency of the magnetic levitation system for creating traction forces of motion are also investigated. The obtained preliminary results make it possible to implement transport systems with energy supply from solar radiation in the conditions of the Republic of Myanmar.

Key words: maglev, zero power controller, energy efficiency

Corresponding author: Vladimir Glushenkov
aungsoemoe.mpei@gmail.com, GlushenkovVA@mpei.ru

© Д. А. Карпухин, В. В. Коледов, А. О. Петров, Ю. А. Терентьев, В. Г. Шавров,
А. П. Каманцев

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН
(Москва, Россия)

ГРАВИТАЦИОННЫЙ ПРИНЦИП РАЗГОНА И ТОРМОЖЕНИЯ ДЛЯ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

Магнитолевитационный транспорт привлекает все больше внимания, в силу присущих ему высокой скорости и экономичности. Технические трудности на пути его практической реализации постепенно отступают, по мере развития технологий, разработки новых материалов и оригинальных идей. В настоящей работе описаны результаты экспериментального исследования на малоразмерных макетах гравитационного принципа разгона и торможения магнитолевитационного транспорта. Принцип основан на том, что начальный и конечный участки трассы расположены выше по уровню крейсерского участка движения на высоту h . В силу ничтожного трения, скорость v в не крейсерском участке зависит от квадратного корня из h . При практически доступных высотах h от 1 до 10 м, скорость крейсерского движения может достигать от 15 до 50 км/час, что представляет интерес для внутригородских пассажирских линий. В докладе представлены результаты испытания макетов трасс от 2 до 6 м на основе линеек постоянных магнитов NdFeB. В качестве левитирующих элементов применяются криостаты с высокотемпературным сверхпроводником YBaCuO. Обсуждаются грузоподъемность, вертикальная и боковая устойчивость, а также управляемость движения по трассе, включая потери энергии и их компенсацию.

Работа поддержана РФФИ, ОАО РЖД, Университетом "Сириус" и образовательным фондом "Талант и успех", проект № 20-31-51005.

Ключевые слова: магнитолевитационный транспорт, гравитационный принцип разгона и торможения, высокотемпературная сверхпроводимость, постоянные магниты на основе неодима.

Автор, ответственный за переписку: Коледов Виктор Викторович
victor_koledov@mail.ru

© D. A. Karpukhin, V. V. Koledov, A. O. Petrov, Yu. A. Terent'ev, V. G. Shavrov,
A. P. Kamantsev

Kotelnikov Institute of Radio Engineering and Electronics of RAS
(Moscow, Russia)

GRAVITATIONAL PRINCIPLE OF ACCELERATION AND BRAKING FOR MAGLEV TRANSPORT

Magnetic levitation transport is attracting more and more attention due to its inherent high speed and economy. Technical difficulties on the way of its practical implementation are gradually receding as technology develops the new materials and original ideas. This paper describes the results of an experimental study on small-sized models of the gravitational principle of acceleration and deceleration of maglev transport. The principle is based on the fact that the initial and final sections of the route are located higher in the level of the cruising section of the traffic to the height h . Due to negligible friction, the speed v in the cruising section depends on the square root of h . With practically accessible heights h from 1 to 10 m, the cruising speed can reach from 15 to 50 km / h, which is of interest for intercity passenger



lines. The report presents the results of testing layouts of routes from 2 to 6 m on the basis of NdFeB permanent magnets. Cryostats with a high-temperature superconductor YBaCuO are used as levitating elements. Loading capacity, vertical and lateral stability, as well as road handling, including energy losses and their compensation, are discussed.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, Russian Railways, the Sirius University, and the Talent and Success educational foundation, project No. 20-31-51005.

Key words: maglev transport, gravitational acceleration and deceleration principle, high-temperature superconductivity, neodymium-based permanent magnets.

Corresponding author: Viktor Koledov
victor_koledov@mail.ru

© А. В. Киреев, Н. М. Кожемяка, Г. Н. Кононов
 АО «Научно-технический центр «ПРИВОД-Н».
 (Новочеркасск, Россия)

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Развитие работ в области создания грузовых магнитолевитационных транспортных систем связано с разработкой и исследованием электротехнического комплекса подвижного состава для полигона эксплуатации с протяженными перегонами на слабо освоенных территориях.

Цель: обоснование структуры и параметров компонентов электротехнического комплекса подвижного состава, исследование режимов работы.

Методы: функционально-структурный анализ и синтез, компьютерное моделирование, расчетные исследования, анализ результатов исследований. В результате проведенных исследований выявлены факторы, определяющие облик электротехнического комплекса подвижного состава. Сформулированы основные требования к электротехническому комплексу.

Результаты: Разработана структура и определены параметры компонентов электротехнического комплекса для транспортной платформы с магнитной левитацией. В качестве ближайшего железнодорожного аналога выбрана скоростная вагон-платформа модели 13-6990 для перевозки контейнеров.

Разработана компьютерная модель комбинированной тягово-левитационной системы на основе линейного реактивного индукторного двигателя.

Приведены результаты расчетных исследований, подтверждающие физическую реализуемость электротехнического комплекса подвижного состава с линейными реактивными индукторными двигателями.

Выводы: Практическая значимость состоит в том, что предложенная концепция построения электротехнического комплекса подвижного состава обеспечивает создание магнитолевитационной транспортной системы с низко затратной инфраструктурой.

Ключевые слова: электротехнический комплекс, подвижной состав, магнитная левитация, линейный двигатель, компьютерная модель.

Автор, ответственный за переписку:
 Александр Владимирович Киреев – Генеральный директор АО «НПЦ «ПРИВОД-Н»
akireev@privod-n.ru

© A. V. Kireev, N. M. Kozhemyaka, G. N. Kononov
 Joint-stock company “Scientific and Technical Center “PRIVOD-N”,
 (Novocherkassk, Russia)

ELECTROTECHNICAL COMPLEX OF MAGLEV ROLLING STOCK

The development of work in the field of creating cargo maglev transport systems is associated with the development and study of the electrotechnical complex of the rolling stock for the operating range with long stretches in poorly developed territories.

The aim of the work is to substantiate the structure and parameters of the components of the electrotechnical complex of the rolling stock, to study the operating modes.

The main research methods are functional structural analysis and synthesis, computer modeling, computational studies, analysis of research results.

As a result of the research, the factors that determine the appearance of the electro technical complex of the rolling stock have been identified. The basic requirements for the electrotechnical complex are formulated. The structure was developed and the parameters of the components of the electrotechnical complex for the transport platform with magnetic levitation were determined. A high-speed flat car model 13-6990 for the transportation of containers was chosen as the closest railway analogue. A computer model of a combined traction-levitation system based on a linear switched reluctance motor has been developed. The results of computational studies, confirming the physical feasibility of the electrotechnical complex of the rolling stock with linear switched reluctance motor, are presented.

The practical significance lies in the fact that the proposed concept of constructing an electro technical complex of rolling stock provides for the creation of a maglev transport system with a low-cost infrastructure.

Key words: electro technical complex, rolling stock, magnetic levitation, linear motor, computer model.

Corresponding author:

Alexander Kireev - General Director of JSC "SPC" PRIVOD-N"

akireev@privod-n.ru

© Сундуков Е.Ю., Шифрин Б.М., Сундукова В.Е

Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук
(Сыктывкар, Россия)

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Обоснование: По виду оборудования путепроводов большинство реализованных транспортных систем на основе магнитной левитации (маглев) можно определить как одноканальные – все оборудование в одном коробе (трубе) или вокруг одной балки. Статорная обмотка путепровода подразделяется на ускоряющую обмотку и обмотку, обеспечивающую поднятие или подвешивание транспортных модулей. Транспортные модули перемещаются при создании бегущего магнитного поля в ускоряющей обмотке. Предлагается задавать бегущее магнитное поле в специальном управляющем канале (балке, трубе), сопряженном с несколькими управляемыми каналами, посредством которых осуществляется левитация транспортных модулей.

Цель: осуществить сопряжение управляющего канала с несколькими управляемыми каналами (до четырех) – малогабаритными маглев-системами. При этом управляющий канал будет располагаться в центре, а управляемые каналы вверху, справа, внизу, слева от управляющего канала.

Методы: 3Д-моделирование, макетирование, пространственной композиции, патентный поиск.

Результаты: Бегущее магнитное поле в управляющем канале создается движущейся последовательностью взаимодействующих друг с другом источников магнитного поля – муверов (the movers), которые взаимодействуют с источниками магнитного поля транспортных модулей – попутчиками, ф-тревелерами (the fellow travelers), левитирующими в управляемых каналах посредством источников постоянного магнитного поля. Конструкция устанавливается на арочных опорах, равномерно распределяющих нагрузку по опорной поверхности.

Ключевые слова: магнитолевитационные транспортные системы, источники магнитного поля, управляющий канал, управляемый канал, мувер, ф-тревелер, транспортный модуль.

Автор, ответственный за переписку: Сундуков Евгений Юрьевич
jek-sun@mail.ru, shifrinb@mail.ru

© E.Yu. Sundukov, B.M. Shifrin, V.E. Sundukova

Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
(Syktyvkar, Russia)

THE MULTICHANNEL MAGLEV TRANSPORT SYSTEMS

According to the type of overpass equipment, most of the implemented transport systems based on magnetic levitation (maglev) can be defined as single-channel – all equipment in one conduit (pipe) or around one beam. Stator winding of overpass is divided into accelerating winding and winding providing lifting or suspension of transport modules. Transport modules move when a traveling magnetic field is created in the accelerating winding. It is proposed to set a traveling



magnetic field in a special control channel (beam, pipe), coupled with several controlled channels, by means of that levitation of transport modules is carried out.

Aim: to interface the control channel with several controlled channels (up to four) – small-sized maglev systems. In this case, the control channel will be located in the center, and the controlled channels at the top, right, bottom, left.

Methods: 3D-modeling, layout, spatial composition, patent search.

Results: The traveling magnetic field in the control channel is created by a moving sequence of interacting magnetic field sources – the movers, which interact too with magnetic field sources of transport modules – the fellow travelers, levitating in the controlled channels through sources of a constant magnetic field. The structure is installed on arched supports that uniformly distribute the load over the support surface. A model of a two-channel system with a lower location of a controlled channel has been developed.

Conclusion: The transport modules can move relative to the overpass without using an electromagnet when the movers interact with the fellow travelers.

Key words: maglev transport systems, magnetic field sources, control channel, controlled channel, mover, traveler, transport module.

Corresponding author: Evgeny Sundukov
jek-sun@mail.ru, shifrinb@mail.ru

© А. Н. Яшнов, А. Н. Иванов

Сибирский государственный университет путей сообщения
(Новосибирск, Россия)

СТРУННЫЕ ПРОЛЕТНЫЕ СТРОЕНИЯ ДЛЯ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

Цель: Обоснование технической возможности применения для «маглев» струнных пролетных строений из полимерных композиционных материалов.

Методы: Расчетно-теоретические методы исследований.

Результаты: Показано, что путем натяжения струны и применения специальных конструктивных решений можно создать близкий к «идеальному» профиль путевой структуры для движения «маглев». При этом в качестве материала струн предпочтительнее использовать полимерные композиты, позволяющие при том же уровне натяжения струны получать меньшее провисание, чем у металлических.

Заключение: Обоснован альтернативный традиционным железобетонным или металлическим конструкциям вариант струнных композиционных пролетных строений.

Ключевые слова: магнитолевитационный транспорт, струнные композиционные пролетные строения.

Автор, ответственный за переписку: Яшнов Андрей Николаевич
yan_andr@mail.ru

© Andrey N. Yashnov, Artem N. Ivanov
Siberian Transport University
(Novosibirsk, Russia)

STRING SUPERSTRUCTURES FOR MAGNETOLEVITATION TRANSPORT

Aim: Justification of the technical feasibility of using string superstructures made of polymer composite materials for magnetolevitation transport systems.

Methods: Computational and theoretical methods of research.

Results: It is shown that by stretching the string and applying special design solutions, it is possible to create a close to "ideal" profile of the track structure for the maglev movement. At the same time, it is preferable to use polymer composites as the string material, which allow for less sagging than metal ones at the same level of string tension.

Conclusion: The alternative to traditional reinforced concrete or metal structures of string composite superstructures is justified.

Key words: magnetolevitation transport, string composite superstructures.

Corresponding author: Yashnov Andrey
yan_andr@mail.ru



© А. Н. Яшнов, Л. А. Васильчук, П. Ю. Кузьменков, И. В. Чаплин
 Сибирский государственный университет путей сообщения
 (Новосибирск, Россия)

ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Цель: Обеспечить изучение и контроль напряженно-деформированного состояния несущих конструкций в процессе эксплуатации магнитолевитационных транспортных систем.

Методы: Экспериментально-теоретические исследования динамических параметров.

Результаты: Для оценки напряженно-деформированного состояния основных несущих конструкций магнитолевитационных транспортных систем с применением струнных пролетных строений предложено измерять собственные частоты колебаний.

Заключение: Организация диагностики или мониторинга изменения частот собственных колебаний несущих конструкций обеспечивает эксплуатационную надежность несущих конструкций для «маглев».

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние конструкций, частота собственных колебаний.

Автор, ответственный за переписку: Яшнов Андрей Николаевич
 yan_andr@mail.ru

© Andrey N. Yashnov, Lyubov A. Vasilchuk, Pavel Yu. Kuzmenkov, Ivan V. Chaplin
 Siberian Transport University
 (Novosibirsk, Russia)

TRANSPORT SYSTEMS LOAD-BEARING STRUCTURES STATE DIAGNOSTICS AND MONITORING

Aim: To provide the study and control of the stress-strain state of load-bearing structures during the operation of magnetolevitation transport systems.

Methods: Experimental and theoretical studies of dynamic parameters.

Results: To assess the stress-strain state of the main load-bearing structures of magnetolevitation transport systems using string superstructure it is proposed to measure the natural vibration frequencies.

Conclusion: The organization of diagnostics or monitoring of changes in the natural vibration frequencies of load-bearing structures ensures the operational reliability of load-bearing structures for Maglev.

Key words: stress-strain state of structures, natural vibration frequency.

Corresponding author: Andrey Yashnov
 yan_andr@mail.ru



© Соломин В.А., Соломин А.В., Чехова А.А.

Ростовский государственный университет путей сообщения
(Ростов-на-Дону, Россия)

ПУСКОВЫЕ УСИЛИЯ ТЯГОВОГО ЛИНЕЙНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С РЕГУЛИРУЕМЫМ СИПРОТИВЛЕНИЕМ КОРОТКОЗАМКНУТОЙ ОБМОТКИ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕМЕНТА

Обоснование: Разработка и исследование линейных тяговых приводов для магнитолевитационного транспорта является актуальной задачей. Линейные асинхронные двигатели могут использоваться в качестве тяговых машин для перспективного подвижного состава.

Цель: Исследование пусковых характеристик регулируемого тягового линейного асинхронного двигателя с изменяемым сопротивлением короткозамкнутой обмоткой вторичного элемента.

Методы: Теоретическим путем получены соотношения для расчета тяговых пусковых усилий регулируемого линейного асинхронного двигателя с различными конструкциями короткозамкнутой обмотки вторичного элемента.

Результаты: На основании полученных соотношений выполнены расчеты пусковых тяговых усилий линейных асинхронных двигателей, предназначенных для использования на перспективных видах транспорта.

Заключение: Результаты расчета пусковых тяговых усилий регулируемых линейных асинхронных двигателей позволяют обоснованно выбирать режимы включения двигателя в зависимости от конструкции обмотки вторичного элемента.

Ключевые слова: магнитолевитационный транспорт, регулируемый линейный асинхронный двигатель, пусковые тяговые усилия, вытеснение тока в пазу.

Автор, ответственный за переписку: Соломин Владимир Александрович
ema@rgups.ru

© Vladimir A. Solomin, Andrey V. Solomin, Anastasiya A. Chekhov
Rostov State Transport University
(Rostov-on-Don, Russia)

STARTING FORCES OF THE TRACTION LINEAR INDUCTION MOTOR WITH ADJUSTABLE RESISTANCE OF THE SHORT-CIRCUITED WINDING OF THE SECONDARY ELEMENT

Background: Development and research of linear traction drives for Maglev transport is an urgent task. Linear induction motors can be used as traction machines for advanced rolling stock.

Aim: Study of the starting characteristics of an adjustable traction linear induction motor with variable resistance by a short-circuited winding of the secondary element

Methods: Theoretically, relations were obtained for calculating the traction starting forces of an adjustable linear induction motor with various designs of a short-circuited winding of the secondary element.

Results: Based on the obtained ratios, the calculations of the starting traction forces of linear induction motors intended for use in promising modes of transport were performed.

Conclusion: The results of calculating the starting traction forces of adjustable linear induction motors make it possible to reasonably select the modes of starting the motor depending on the design of the secondary winding.

Key words: magnetic-levitation transport, adjustable linear induction motor, starting tractive forces, current extraction in the slot.

Corresponding author: Vladimir Solomin
ema@rgups.ru

© М. В. Фёдорова

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I
(Санкт-Петербург, Россия)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНО- ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ

Автором определены цели и задачи размещения транспортно-пересадочных комплексов. Представлена методика оценки мест размещения транспортно-пересадочных узлов, состоящая из трёх этапов. На первом этапе в соответствии с предлагаемой методикой необходимо выполнить укрупненную оценку рассматриваемых территорий с целью определения перспективности их развития. На втором этапе необходимо выполнить анализ существующей транспортной инфраструктуры в регионе, обеспечивающей пассажирские перевозки с целью выявления зон с наибольшей транспортной доступностью, как в текущем периоде так и на перспективу. На третьем этапе на основе логистических критерииев производится анализ транспортной сети в зонах с наибольшими пассажиропотоками.

Ключевые слова: Многофункциональный транспортно-пересадочный узел, транспортно-пересадочных комплекс.

Автор, ответственный за переписку: Фёдорова Мария Владимировна
tale19quale@mail.ru

© M. V. Fedorova

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
(St. Petersburg, Russia)

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ASSESSING THE PLACES OF MULTIFUNCTIONAL TRANSPORTATION AND TRANSFER NODES

The article defines the goals and objectives of the placement of transport interchange complexes. The article presents a methodology for assessing the location of transport hubs, which consists of three stages. At the first stage, in accordance with the proposed methodology, it is necessary to carry out an integrated assessment of the territories under consideration in order to determine the prospects for their development. At the second stage, it is necessary to analyze the existing transport infrastructure in the region, providing passenger traffic in order to identify areas with the greatest transport accessibility, both in the current period and in the future. At the third stage

Key words: based on logistic criteria, an analysis of the transport network in the areas with the highest passenger flows is carried out.

Corresponding author: Maria Fedorova
tale19quale@mail.ru



© Е. С. Сиверцева

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I
(Санкт-Петербург, Россия)

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВСМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ВСЛЕДСТВИЕ РАСШИРЕНИЯ СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

В статье рассматриваются экономические взгляды на проблему развития рынка высоких скоростей в России. Несоответствие существующего уровня развития магистральной транспортной инфраструктуры потребностям экономики и населения субъектов РФ и страны в целом, наличие инфраструктурных ограничений, недостаточный уровень интегрированности различных видов транспорта, при огромном транзитном потенциале требует изменений, с целью повышения конкурентоспособности территорий, регионов страны. Изложены критерии создания модели транспортной системы ВСМ и варианты расширения сферы применения основных компонентов существующей системы.

Ключевые слова: ВСМ; транспортная инфраструктура; транспортная система.

Автор, ответственный за переписку: Сивеццева Елена Сергеевна
sivlen@mail.ru

© E. S. Sivertseva

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
(St. Petersburg, Russia)

ECONOMIC ASPECTS OF HIGH-SPEED HIGHWAY MODELING IN THE RUSSIAN FEDERATION DUE TO THE EXPANSION OF THE SCOPE OF APPLICATION OF THE MAIN COMPONENTS OF THE TRANSPORT SYSTEM

The article discusses the economic views on the problem of the development of the high-speed market in Russia. The inconsistency of the existing level of development of the main transport infrastructure with the needs of the economy and the population of the subjects of the Russian Federation and the country as a whole, the presence of infrastructure restrictions, the insufficient level of integration of various modes of transport, with a huge transit potential, requires changes in order to increase the competitiveness of the territories and regions of the country. The criteria for creating a model of the high-speed highway transport system and options for expanding the scope of application of the main components of the existing system are described.

Key words: High-speed highway, transport infrastructure, transport system.

Corresponding author: Elena Siveztseva
sivlen@mail.ru



© Н. Н. Григорьев, А. Н. Григорьев

Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова
(Санкт-Петербург, Россия)

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ: АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ-ПЕРЕВОЗОК

В докладе рассматриваются вопросы обеспечения кибербезопасности в сфере транспортных перевозок на большие расстояния, в зависимости от вида транспорта.

Кибербезопасность в сфере транспортных перевозок – проблема планетарного масштаба, которая не предполагает саму возможность международного сотрудничества, ведь при этом странам пришлось бы «раскрыть карты» экономического состояния компаний и государства в целом, что в условиях жесткого противостояния идеологий неприемлемо.

Между тем, кибератаки и кибербезопасность – реалии нашего времени. Оба эти понятия сопряжены с применением компьютерных технологий. Действия, которые сначала проявлялись в малой постепенности, и носили характер, скорее, хулиганских действий, становятся серьезной угрозой безопасности на транспорте. Кибератаки проявляются на разных уровнях и преследуют различные цели. Они могут быть сопряжены с действиями как отдельных лиц или группы лиц, так и государств.

За ширмой этих, сравнительно «безобидных» действий, к тому же, которые только начинают себя проявлять, уже нависла угроза международных вооруженных конфликтов, особенно в арктическом регионе РФ. Причина одна – пересмотр сфер влияния на шельфе Арктики, где сосредоточены значительные залежи углеводородов.

Если говорить о масштабных перевозках, особенно, стратегических грузов на значительные расстояния, то в плане кибербезопасности, наиболее защищенными будут железнодорожный и автомобильный виды транспорта. Учитывая протяженность транспортных коридоров «Запад – Восток» и «Север – Юг», перевозки грузов в этих направлениях, особенно в экстремальных условиях, эффективнее осуществлять по высокоскоростным магистралям.

Хотя морской транспорт является самым дешевым видом транспорта, однако, учитывая нарастающую напряженность вокруг Северного морского пути со стороны иностранных государств, России следует позаботиться об альтернативных путях доставки грузов на большие расстояния, используя, прежде всего, транспортные коридоры «Запад – Восток». При этом экономические показатели следует рассматривать во всей полноте динамики в geopolитике северных территорий.

При рассмотрении коридора «Север – Юг» следует принимать во внимание состояние внутренних водных путей, которое находится в неудовлетворительном состоянии, состояние самого флота, сезонность навигации на водных путях, что существенно влияет на экономические показатели. Автомобильные перевозки, так же сопряжены со значительными трудностями, прежде всего, с состоянием автомобильных дорог, с сезонностью перевозок.

Учитывая общую тенденцию на интенсивное развитие экономики Сибири и Дальнего Востока, возникают новые акценты в сфере транспорта, требующие с его стороны более интенсивной динамики. Исходя из вышесказанного, развитие магнитолевитационных технологий на транспорте следует рассматривать как перспективное альтернативное направление другим видам транспорта.

Ключевые слова: кибербезопасность, транспортные коридоры «Запад – Восток» и «Север – Юг».



Автор, ответственный за переписку: Григорьев Николай Николаевич
n.grigoriev-1948@mail.ru

© N. N. Grigoriev, A. N. Grigoriev

State University of Maritime and River Fleet named after Admiral S.O. Makarova
(St. Petersburg, Russia)

CYBERSECURITY IN TRANSPORT: ALTERNATIVE WAYS TO ENSURE TRANSPORTATION

The report examines the issues of ensuring cybersecurity in the field of long-distance transport, depending on the type of transport.

Cybersecurity in the field of transportation is a problem of a global scale, which does not imply the possibility of international cooperation, because at the same time, countries would have to "reveal the cards" of the economic state of companies and the state as a whole, which is unacceptable in the conditions of a tough confrontation of ideologies.

Meanwhile, cyberattacks and cybersecurity are the realities of our time. Both of these concepts are associated with the use of computer technology. Actions that at first appeared in a small gradual manner, and were more likely to be hooligan actions, become a serious threat to transport safety. Cyberattacks manifest themselves at different levels and pursue different goals. They may involve actions by individuals or groups of individuals, as well as by States.

Behind the screen of these relatively "harmless" actions, which are just beginning to manifest themselves, there is already a threat of international armed conflicts, especially in the Arctic region of the Russian Federation. The reason is the revision of the spheres of influence on the Arctic shelf, where significant deposits of hydrocarbons are concentrated.

If we talk about large-scale transportation, especially strategic cargo over long distances, then in terms of cybersecurity, the most secure types of transport will be rail and road. Given the length of the "West – East" and "North – South" transport corridors, it is more efficient to transport goods in these directions, especially in extreme conditions, via high-speed highways.

Although sea transport is the cheapest transport, however, given the growing tension around the Northern Sea Way on the side of foreign countries, Russia should take care of alternative ways for the delivery of goods over long distances, using, first of all, the transport corridors "West – East". At the same time, economic indicators should be considered in the entirety of the dynamics in the geopolitics of the northern territories.

If considering the North-South corridor, it is necessary to take into account the state of inland waterways, which is in non satisfied condition, the state of the fleet itself, the seasonality of navigation on the waterways, which significantly affects economic KPI. Track transport is also associated with significant difficulties, primarily with the state of roads, with the seasonality of transport.

In general trend of intensive development of the economy of Siberia and the Far East, there are new accents in the field of transport, which require more intensive dynamics on its part. Based on the above, the development of magnetic levitation technologies in transport should be considered as a promising alternative direction to other types of transport.

Key words: cybersecurity, transport corridors "West - East" and "North - South".

Corresponding author: Nikolay Grigoriev
n.grigoriev-1948@mail.ru



© Антонов А.Ю.¹, Антонов Ю.Ф.²

¹ Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого

² Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I
(Санкт-Петербург, Россия)

ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ «РОССИЙСКИЙ МАГЛЕВ» В СРАВНЕНИИ С МИРОВЫМИ МАГЛЕВ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Основные характеристики:

1. Эстакадное путевое полотно с буронабивными опорами.
2. Магнитодинамическая (сионим: электродинамическая) левитация.
3. Не требуется система диагностики с датчиками левитационного зазора.
4. Левитационный зазор вплоть до 0,2 м.
5. Максимальная скорость движения 500 км/ч.
6. Малая скорость транспортного средства для выхода в режим левитации, 5-10 км/ч.
7. Электродинамическое торможение.
8. Рекуперация электромагнитной энергии.
9. Магнитные поля рассеяния на уровне естественного поля земного магнетизма.
10. Шумы ниже 50 дБ.
11. Электромагнитные бесстрелочные переводы.
12. Модульная конструкция несущих тележек с резервированием мощности.
13. Независимость эксплуатации от климатических и погодных условий.
14. Не требуется установка технических средств вертикальной и горизонтальной стабилизации.
15. Гетерополярные магнитные системы левитации, боковой стабилизации и возбуждения ЛСД на базе постоянных магнитов из редкоземельных металлов (в перспективе - замена постоянных магнитов унифицированными сверхпроводниковыми трековыми модулями с заливным или циркуляционным охлаждением криокулерами).
16. Индивидуальные внутренние (сверхпроводящие) источники питания сверхпроводниковых трековых модулей.
17. Аварийно-технологические колеса-катки.
18. Используются только российские патенты.
19. Стационарное устройство плавного пуска ЛСД, серийно изготавливаемое в СПб.
20. Линейный синхронный двигатель может поставить ЛЭЗ (в составе РУСЭЛПРОМ), который разработал документацию, изготовил в полном масштабе несколько секций безжелезного статора и успешно их испытал.
21. Отлажена сборка бортового магнитного полюса левитации из постоянных магнитов неодим-железо-бор для узла левитации и ротора-бегуна ЛСД.
22. Постоянные магниты может поставить компания ПОЛИМАГНИТ (СПб).
23. Гладкое дорожное полотно технически и прямонаправленные бесстрелочные переводы активной путевой структуры обеспечивают возможность развивать максимальную скорость грузовой или пассажирской транспортной платформы ~500 км/ч.
24. За счет большого крена дорожного полотна, достигающего 15°, возможны малые радиусы поворота.
25. Упрощена трассировка пути, которая становится более гибкой.



26. Бесстрелочный перевод длиной 150 м обеспечивает поворот грузовой транспортной платформы при движении со скоростью 200 км/ч. Допустимая скорость движения по бесстрелочному переводу длиной 75 м составляет 100 км/ч.
27. Начиная со скорости 100 км/ч и ниже бесстрелочные переводы могут выполняться для 3-х направлений движения.
28. В бесстрелочных переводах не обязательно использовать механический привод – изменение направления движения грузовой транспортной платформы возможно путем переключения секций обмотки статора линейного синхронного двигателя. Это имеет особо важное значение при создании многоузловой конвейерной магистрали с вылетными линиями. *Примечание:* на бесстрелочный перевод получен патент РФ.
29. Верхнее строение пути представляет собой эстакаду с опорами, выполненными по технологии “буронабивная свая” без применения экскаватора и бульдозера. Металлические унифицированные модули перекрытия устанавливаются методом “надвижки”.
30. Рабочий зазор у линейного синхронного двигателя ЛСД 0,2-0,3 м, т.е. на порядок больше, чем у линейного асинхронного двигателя ЛАД (0,01-0,02) м. Как следствие, снижаются монтажные требования к путевому полотну, уровням колебаний и вибраций транспортного средства; у ЛСД энергетический фактор $\eta \cos\phi = 0,5 \div 0,8$ против $0,2 \div 0,4$ у ЛАД, меньше потребляемая мощность и меньше расход активных материалов.
31. Технология «Российский маглев» имеет некоторые заимствования технологии «Inductrack», которая используется в компании Дженерал Атомикс (США), успешно работающей над созданием грузового маглев транспорта. Однако технология «Российский маглев» более совершенная и менее затратная в части использования высокоэнергетичных неодимовых постоянных магнитов в узле левитации и ЛСД. Вместе с тем, эти похожие технологии явно превосходят германскую технологию, применяемую в проекте «Transrapid», которую внедряют китайские специалисты в Шанхае.

В проекте «Transrapid» используется технология по патенту, полученному Кемпфером еще в Третьем Рейхе. Материлоемкая технология, не позволяющая делать стрелочные переводы, необходимость в контактной сети. Японская технология HSST, применяемая в проектах «Linimo» и «Rotem» по аналогичным причинам не перспективна, технология ETT в разреженной среде ограниченного пространства имеет принципиальный недостаток – использование вакуума и трудности отвода тепла, поскольку вакуум является наилучшим теплоизолятором.

Технология «Российский маглев» является универсальной технологией, поскольку может использоваться для внеуличного городского общественного транспорта, пригородного транспорта, при строительстве трансконтинентальных грузопассажирских трасс, в том числе с вылетными линиями. Она предполагает сочетание полной автоматизации и взаимосвязи наземного диспетчерского пункта с бортовым управлением, т.е. работу в беспилотном режиме. Являясь наукоемкой и технически продвинутой технологией, она требует плановой подготовки высококлассных специалистов в отечественных транспортных ВУЗах. Для учебных целей издана авторская монография Антонов Ю.Ф., Зайцев А.А. Магнитолевитационная транспортная технология / под ред. В.А. Гапановича. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 476 с. [Antonov YuF, Zaitsev AA *Magnitolevitatsionnaia transportnaia tekhnologiiia*. Gapanovich VA, editor. Moscow: FIZMATLIT; 2014. 476 p. ISBN 978-5-9221-1540-7 (In Russ.)] Книга получила гриф УМО, т.е. приобрела статус учебника.

Ключевые слова: магнитодинамическая левитация, бесстрелочный перевод, магнитные поля рассеяния.

Автор, ответственный за переписку: Антонов Андрей Юрьевич
antonov-andrey144@yandex.ru

© Antonov A.Yu.¹, Antonov Yu.F.²

¹Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University

²Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
(St. Petersburg, Russia)

TRANSPORT TECHNOLOGY "RUSSIAN MAGLEV" IN COMPARISON WITH WORLD MAGLEV TECHNOLOGIES

Main characteristics:

1. Elevated track bed with bored supports.
2. Magnetodynamic (synonym: electrodynamic) levitation.
3. No diagnostic system with levitation gap sensors is required.
4. Levitation gap up to 0.2 m.
5. The maximum speed of movement is 500 km / h.
6. Low speed of the vehicle to enter the levitation mode, 5-10 km / h.
7. Electrodynamic braking.
8. Recovery of electromagnetic energy.
9. Magnetic stray fields at the level of the natural field of terrestrial magnetism.
10. Noises below 50 dB.
11. Electromagnetic directionless transfers.
12. Modular design of carrying trolleys with power redundancy.
13. Independence of operation from climatic and weather conditions.
14. Installation of technical means of vertical and horizontal stabilization is not required.
15. Heteropolar magnetic systems of levitation, lateral stabilization and excitation of LSD based on permanent magnets from rare earth metals (in the future - replacement of permanent magnets with unified superconducting track modules with flooded or circulating cooling cryocoolers).
16. Individual internal (superconducting) power supplies for superconducting track modules.
17. Emergency technological wheels - rollers.
18. Only Russian patents are used.
19. Stationary soft starter LSD, serially manufactured in St. Petersburg.
20. A linear synchronous motor can be supplied by LEZ (as part of RUSELPROM), which has developed the documentation, manufactured several sections of the ironless stator on a full scale and successfully tested them.
21. The assembly of the onboard magnetic pole of levitation from neodymium-iron-boron permanent magnets for the levitation unit and the LSD rotor-runner has been debugged.
22. Permanent magnets can be supplied by POLYMAGNET (St. Petersburg).
23. A smooth roadbed technically and direct directional directionless transfers of the active track structure provide the ability to develop the maximum speed of a cargo or passenger transport platform ~ 500 km / h.
24. Due to the large roll of the roadway, reaching 15 °, small turning radii are possible.
25. Simplified path tracing, which becomes more flexible.
26. A directionless switch with a length of 150 m provides a turn of a cargo transport platform when moving at a speed of 200 km / h. The permissible speed of movement along a directionless translation with a length of 75 m is 100 km / h.



27. Starting from a speed of 100 km / h and below, directionless transfers can be performed for 3 directions of movement.
28. In pointless transfers it is not necessary to use a mechanical drive - changing the direction of movement of the cargo transport platform is possible by switching sections of the stator winding of a linear synchronous motor. This is especially important when creating a multi-node conveyor line with outgoing lines. Note: a patent of the Russian Federation has been obtained for the directionless translation.
29. The upper structure of the track is a flyover with supports made using the "bored pile" technology without the use of an excavator and a bulldozer. Metal unified floor modules are installed using the "slide" method.
30. The working clearance of the LSD linear synchronous motor is 0.2-0.3 m, i.e. an order of magnitude more than that of a linear asynchronous motor LIM (0.01-0.02) m. As a result, the installation requirements for the track bed, the levels of vibrations and vibrations of the vehicle are reduced; LSD has an energy factor $\eta \cos\varphi = 0.5 \div 0.8$ versus $0.2 \div 0.4$ for LIM, less power consumption and less consumption of active materials.
31. The Russian Maglev technology has some borrowings of the Inductrack technology, which is used by General Atomics (USA), which is successfully working on the creation of freight maglev transport. However, the Russian Maglev technology is more advanced and less costly in terms of using high-energy neodymium permanent magnets in the levitation and LSD unit. At the same time, these similar technologies are clearly superior to the German technology used in the Transrapid project, which is being implemented by Chinese specialists in Shanghai.

The "Transrapid" project uses technology from a patent obtained by Kempfer back in the Third Reich. A material-intensive technology that does not allow making turnouts, the need for a contact network. The Japanese HSST technology used in the Linimo and Rotem projects is not promising for similar reasons, the ETT technology in a rarefied environment of limited space has a fundamental drawback - the use of vacuum and the difficulty of removing heat, since vacuum is the best heat insulator.

The Russian Maglev technology is a universal technology, since it can be used for off-street urban public transport, suburban transport, and in the construction of transcontinental freight and passenger routes, including those with departure lines. It involves a combination of full automation and the interconnection of the ground control room with the onboard control, i.e. work in unmanned mode. Being a science-intensive and technically advanced technology, it requires the planned training of highly qualified specialists in domestic transport universities. For educational purposes, the author's monograph was published by Antonov Yu.F., Zaitsev A.A. Magnitolevitatsionnaia transportnaia tekhnologiiia. Gapanovich V.A., editor. Moscow: FIZMATLIT; 2014.476 p. ISBN 978-5-9221-1540-7 (In Russ.). The book received the stamp of UMO, i.e. acquired the status of a textbook.

Key words: magnetodynamic levitation, directionless translation, stray magnetic fields.

Corresponding author: Andrey Antonov
antonov-andrey144@yandex.ru

© Антонов А.Ю.¹, Антонов Ю.Ф.²

¹ Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого

² Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I
(Санкт-Петербург, Россия)

РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ В РОССИИ ПОСРЕДСТВОМ СОЗДАНИЯ СЕТИ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННЫХ ДОРОГ

Россия обладает разветвленной сетью рек, русла которых преимущественно проходят в меридианном направлении. Русла рек можно и должно использовать для возведения эстакад магнитолевитационного транспорта. Взаимодополнение тихоходного речного транспорта и высокоскоростного магнитолевитационного транспорта позволит технически грамотно и экономически выгодно решить задачу транспортной доступности в России.

На основании анализа географии водных путей России и современного состояния речного хозяйства обоснована техническая эффективность и экономическая привлекательность создания широтно-меридианной сети транспортных линий по отечественной технологии «Российский Маглев» с целью глобального и местного обеспечения транспортной доступности в России.

Ключевые слова: русло, речной транспорт, эстакада, буронабивная опора, ЛЭП, тяговая подстанция.

Автор, ответственный за переписку: Антонов Андрей Юрьевич, antonov-andrey144@yandex.ru

© Antonov A.Yu.¹, Antonov Yu.F.²

¹ Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University

² Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
(St. Petersburg, Russia)

SOLUTION OF TRANSPORTATION ACCESSIBILITY IN RUSSIA THROUGH CREATION OF A NETWORK OF MAGNETIC LEVITATION ROADS

Russia has an extensive network of rivers, the channels of which mainly run in the meridian direction. River channels can and should be used for the construction of maglev transport flyovers. The complementarity of low-speed river transport and high-speed maglev transport will make it possible to technically competently and economically solve the problem of transport accessibility in Russia.

Based on the analysis of the geography of waterways in Russia and the current state of the river economy, the technical efficiency and economic attractiveness of creating a latitudinal-meridian network of transport lines using the domestic technology "Russian Maglev" for the purpose of global and local provision of transport accessibility in Russia has been substantiated.

Key words: channel, river transport, overpass, bored support, power transmission line, traction substation.

Corresponding author: Andrey Antonov, antonov-andrey144@yandex.ru

