

С. А. Смирнов, О. Ю. Смирнова

Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГРУЗОВОГО МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

Дата поступления: 23.03.2017

Решение о публикации: 27.03.2017

Дата публикации: 30.04.2017

**Аннотация:** В статье рассматриваются направления использования магнитолевитационной технологии (маглев) в мире, оцениваются преимущества внедрения маглева в транспортную сферу по видам движения.

**Введение:** Грузовой магнитолевитационный транспорт пока не нашел широкого применения в мировой практике организации перевозок. Подавляющее большинство проектов, связанных с магнитной левитацией, направлены на организацию пассажирских перевозок. В Европе, Азии и Америке разрабатываются и внедряются технологии, позволяющие осуществлять перевозку пассажиров на высокоскоростных, скоростных и городских линиях. Высокие эксплуатационные и экономические характеристики магнитолевитационного транспорта позволяют ему конкурировать с железнодорожным транспортом во всех сегментах пассажирских перевозок – от высокоскоростных до пригородно-городских.

**Анализ:** В последнее время растет уверенность в способности маглева кардинально изменить и ландшафт транспортной логистики до неузнаваемости, что вызвано целым рядом предпосылок. Во-первых, перспективным ростом объемов товарооборота между странами Западной Европы и Азиатско-Тихоокеанского региона, в результате чего возникает необходимость в создании устойчивого транспортного коридора, который, аналогично Шелковому пути, соединял бы эти два достаточно удаленных друг от друга региона. Магнитолевитационный транспорт способен перевозить массовые грузы в 3-5 раз быстрее железнодорожного, который в настоящее время наряду с морским является основным в перевозках массовых грузов (Транссибирская магистраль – доставка грузов до 21 дня; морской маршрут Deep Sea – 30-35 суток; Северный морской путь – 25-35 дней). Во-вторых, необходимостью в снижении транзакционных издержек, связанных с замораживанием оборотного капитала в товарах в пути, что, в свою очередь, существенно увеличивает народнохозяйственные затраты.

**Результаты:** Очевидными экономическими преимуществами грузового маглева перед традиционным железнодорожным транспортом, согласно проведенным расчетам, выступают следующие: экономия затрат на строительстве инфраструктуры; устойчивость функционирования магистрали; энергоэффективность; скорость доставки грузов; окупаемость и коммерческая выгода; сторонние эффекты, возникающие в результате функционирования грузового маглева.

**Выводы:** Сегодня, когда в мировой экономике отмечаются кризисные явления и происходит пересмотр базовых экономических представлений, есть твердая уверенность

в том, что новая экономическая модель должна опираться на минимизацию транзакционных издержек на всех стадиях производства и потребления, чему в большой мере будет способствовать формирование новой концепции логистики, основанной на кардинальном ускорении движения товаров различной номенклатуры с использованием магистральных грузовых магнитолевитационных линий.

**Ключевые слова:** Магнитолевитационный транспорт, пассажирские перевозки, грузовая магнитолевитационная магистраль, рост объемов межстранового товарооборота, Западная Европа, Азиатско-Тихоокеанский регион, экономические преимущества грузового магнитолевитационного транспорта перед традиционным железнодорожным транспортом

**Sergei A. Smirnov, Olga Yu. Smirnova**

Emperor Alexander I Petersburg State Transport University

## ECONOMIC FEATURES OF FREIGHT MAGLEV TRANSPORT

**Abstract:** In the article considered the implementations of magnetic levitation technology (maglev) in the world, evaluated the advantages of implementation the maglev for all types of transportation.

**Introduction:** Freight maglev transport is not implemented widely in the world transportation market yet. The most projects in the area of magnetic levitation are focused on passenger transportation. European, Asian and American specialists research, develop and implement technologies, which allow passenger transportation at highspeed, highspeed and urban lines. Excellent operation and economics characteristics allow maglev to compete with railway transport in all areas: from highspeed to urban.

**Analysis:** There is the evidence that freight maglev has an opportunity to change the transport logistics market radically in the nearest future. We consider the following approaches to provide it. The first, and main, approach is supposed growth of commodities circulation between Western Europe and South East Asian countries. It requires the stable transport corridor, like The Silk Road, connecting these wide apart regions. Maglev transport has an ability to transport mass cargo 3-5 times faster than railway transport or sea transport, which are the main transport modes for mass cargo transportation. Today there are 2 main transport corridors, which connect Western Europe and South East Asia: Deep Sea and Transsib. Transportation via Deep Sea takes 30-35 days (via alternative Northern Sea Route it is 25-35 days), and via Transsib it is up to 21 days. The second approach is that the demand in reducing the transaction costs caused by freezing of the floating capital in 'goods in route' that eventually influences all the areas of national economy.

**Results:** The obvious economic advantages of freight maglev in comparison with conventional railway transport, accordingly to the calculations, are: capital expenses saving on the stage of infrastructure construction; operations sustainability; energy efficiency; freight transportation speed; investments recoument and profitability; side effects appearing during operating of freight maglev.

**Conclusions:** Today, as the world economics shows some crisis developments the basic economics notations are being revised. There is a strong belief that new economics model should be based on decreasing the transaction costs on all stages of production and consumption. The new logistic concept will be focused on increasing the speed of transportation with a use of freight maglev mainlines.

**Keywords:** maglev transport, passenger transportation, freight maglev mainline, growth of international trading volumes, Western Europe, Asia-Pacific Region, economic advantages of freight maglev in comparison with conventional railway transport

## Введение

Разработки в области магнитной левитации осуществляются с начала XX века. Значительный объем научных достижений принадлежал СССР, который в 60-е годы XX века был одним из мировых лидеров в разработке магнитолевитационных систем. Практическое применение явления магнитной левитации в настоящее время разнообразно: в микро- и нанотехнологиях, при производстве определенного оборудования и приборов, в транспортной отрасли. Ввиду усложнения технико-технологического уровня общества и появления возможностей реализации в транспортной сфере науко- и капиталоемких проектов становится актуальным и перспективным частичный переход к использованию магнитолевитационных поездов – «транспорту будущего» [4, 5].

## Анализ

Изыскания по развитию и коммерциализации магнитолевитационной технологии (далее – маглев) проводятся в США, Канаде, Великобритании, Австралии, Бразилии, а также в странах Персидского залива. В ряде стран мира (табл. 2.1) уже функционируют маглев-линии, предназначенные только для перевозки пассажиров, и планируется значительное увеличение их протяженности.

Таблица 2.1. Использование магнитолевитационного транспорта в пассажирском движении в странах мира

№ п/п	Страна	Название технологии	Тип Маглева	Маршрут курсирования	Длина, км	Скорость, км/ч
1	Китай	Transrapid	высокоскоростной	Шанхай – аэропорт Пудун	30	до 430
2	Япония	Maglev	городской	Префектура Айти (линия Линомо)	9	до 100
3	Южная Корея	Rotem	городской	Аэропорт Инчхон - база отдыха Yongyoo-Mui	6,1	до 110

Так, в Японии принята соответствующая долгосрочная программа строительства и уже началась ее реализация. В Китае на основе достижений немецких ученых в развитии технологии «Transrapid», нашедшей свое

коммерческое применение в Шанхае, производятся уже собственно китайские научно-технические изыскания, нацеленные на создание маглев-линий, в том числе и в трубе с техническим вакуумом [5, 8].

Маглев-технология в сфере пассажирских перевозок предполагается в трех вариантах:

- 1) городской Маглев (до 110 км/ч);
- 2) высокоскоростной (до 200 км/ч). В целях снижения аэродинамического сопротивления для высокоскоростной системы Маглев возможно оборудование инфраструктуры вакуумной трубой. При таком варианте возможно достижение скорости движения до 1000-1100 км/ч;
- 3) сверхскоростной (свыше 550 км/ч).

Высокие эксплуатационные и экономические характеристики магнитолевитационного транспорта позволяют ему конкурировать с железнодорожным транспортом во всех сегментах пассажирских перевозок – от высокоскоростных до пригородно-городских. Требуемый объем энергозатрат при эксплуатации «поездов будущего» вдвое меньше затрат на авиационном транспорте в расчете на 1 пасс.-км. При этом в результате испытаний выявлено, что японские «Maglev»-поезда в тестовом режиме способны развивать скорость движения свыше 600 км/ч, в процессе эксплуатации планируются скорости до 505 км/ч.

Магнитолевитационный транспорт, предназначенный для перемещения грузов, не нашел широкого применения, в частности, ввиду новизны технологии. Грузовые Маглев-перевозки предполагались в порту Лос-Анджелеса (США): спроектированная линия длиной 7,5 км способна перевозить от терминала к складским комплексам 5 000 контейнеров в сутки (по 2 500 в каждом направлении) со скоростью 145 км/ч. При случае реализации данного проекта, по оценкам американских специалистов, возможно снижение числа требуемых в порту грузовых автомобилей более чем на 1 млн. в год.

Существующая в транспортной логистике ситуация может в самое ближайшее время кардинально повлиять на текущую структуру грузовых перевозок по видам транспорта, в том числе в пользу внедрения грузовых Маглев-поездов. Для этого имеется целый ряд предпосылок.

Первая, и главная, предпосылка – это перспективный рост объемов товарооборота между странами Западной Европы и Азиатско-Тихоокеанского региона. Продукция из Китая и стран Юго-Восточной Азии наполняет европейские рынки, успешно конкурирует с местной продукцией; множество транснациональных корпораций разместили производства в странах Юго-Восточной Азии, откуда доставляют свою продукцию на традиционные рынки. В результате этого возникает необходимость в создании устойчивого транспортного коридора, который, аналогично Шелковому пути, соединял бы эти два значительно удаленных друг от друга региона и осуществлял перемещение грузов за максимально

короткое время. В настоящий момент Западную Европу и Юго-Восточную Азию связывают два основных коридора: морской маршрут Deep Sea (время доставки грузов составляет 30-35 суток; по альтернативному Северному морскому пути 25-35 дней) и Транссибирская магистраль (время доставки грузов до 21 суток). Очевидно, что осуществление массовых грузовых перевозок возможно только с использованием морского или железнодорожного транспорта, при этом на огромных расстояниях скорость доставки продукции исчисляется неделями. Альтернативный вид транспорта – магнитолевитационный – перевозит массовые грузы в 3-5 раз быстрее железнодорожного, что является его несомненным преимуществом.

Из первой предпосылки логично вытекает вторая, чисто экономическая предпосылка – потребность в снижении транзакционных издержек, связанных с замораживанием оборотного капитала в товарах в пути. В это время товар оплачен одной из сторон – продавцом или покупателем. На протяжении всего периода доставки груза средства, которыми был оплачен данный товар, не приносят прибыль, что нарушает базовый постулат финансового менеджмента об эффективном использовании денежных средств. Таким образом, возникает упущенная выгода (в случае, если товар оплачен за счет собственных средств) или расходы (если товар оплачен за счет кредитных средств). В цикле «производство – распределение – обмен – потребление» вторая стадия оказывается расширенной по срокам и замедляющей оборот товарно-денежной массы по содержанию. Возникающие таким образом транзакционные (т.е. непроизводительные) издержки компенсируются удорожанием продукции для конечного потребителя. Именно удорожание конечного продукта нивелирует негативные эффекты для продавцов и покупателей конечной продукции. Данная картина справедлива для экспортно-импортных перевозок.

Все вышеописанное существенно увеличивает народнохозяйственные затраты, а также ведет к негативным последствиям. Во-первых, к завышению уровня цен как на потребительские товары, так и на продукцию промышленности, сферы строительства, остальных отраслей экономики. Во-вторых, к снижению инвестиционных возможностей компаний, что связано с тем, что средства, вложенные в товар в пути или в содержание подвижного состава, недоинвестированы в экономику (в частности, это касается инфраструктурных проектов).

## **Результаты**

Проведенные расчеты показали, что грузовой магнитолевитационный транспорт имеет экономические преимущества перед традиционным железнодорожным транспортом:

1) Стоимость строительства инфраструктуры. Стоимость строительства маглев-линий в ряде случаев может превышать аналогичный показатель для отрасли железнодорожного транспорта. Но при осуществлении корректного сравнения необходимо принимать во внимание такую немаловажную деталь, особенно актуальную для европейских стран, как площадь земельной полосы отвода. Эстакадное исполнение магнитолевитационной магистрали позволяет использовать в 2,78 раз меньшую по сравнению с железной дорогой полосу отвода, что существенно расширяет возможности прокладки маглев-линии. Благодаря этому достигается существенная экономия денежных средств на выкуп земель под полосу отвода, снижаются земельные платежи в составе операционных расходов в процессе эксплуатации линии [9, 16].

2) Устойчивость функционирования грузовой магистрали. Магнитолевитационный транспорт имеет дружественный контакт с инфраструктурой, его обслуживание не требует таких значительных объемов ремонта, как железнодорожная магистраль, что повышает устойчивость его работы и, следовательно, доставки грузов. Для сравнения, по действующим нормативам на десятилетнем цикле обслуживания грузонапряженной железнодорожной магистрали требуется проведение двух капитальных и трех средних ремонтов, на время проведения которых разрабатываются альтернативные маршруты обхода ремонтируемых участков. Маглев-линия не требует аналогичных видов ремонта на гораздо более длительном временном отрезке.

3) Энергоэффективность. Грузовой маглев обладает высокой энергоэффективностью: даже на скоростях, в 2-4 раза превышающих скорость грузового поезда, потребляет в несколько раз меньше электрической энергии, а также практически не оказывает негативного влияния на экологическую обстановку [1].

4) Скорость доставки грузов. Вследствие того, что в пути груз может провести вместо недель считанные часы, существенным образом расширяется номенклатура перевозимых товаров. В их число входят, например, скоропортящиеся продукты. В результате для конечных потребителей возрастает привлекательность создания грузовых магнитолевитационных магистралей.

5) Экономическая эффективность грузовой магнитолевитационной – окупаемость и коммерческая выгода [11].

6) Сторонние эффекты, возникающие в результате функционирования грузового маглева и заключающиеся в развитии производства его компонентов, в совершенствовании технологий производства продукции смежных отраслей промышленности. Таким образом, на народнохозяйственном уровне будут проявляться существенные эффекты при развитии прикладных исследований и технологий производства, что неизбежно повлечет за собой

общеэкономический рост с соответствующим созданием инновационных рабочих мест, увеличением валового внутреннего продукта [2, 7].

Реализация проектов в сфере грузового магнитолевитационного транспорта открывает новые возможности для создания межконтинентальных наземных магистралей (Азиатско-Тихоокеанский регион – Европа; Европа – Америка через Берингов пролив и Панамский канал; Европа – Ближний Восток и Африка), для решения проблемы длительных сроков доставки грузов и высокой транспортной составляющей в себестоимости продукции, причем на совершенно новом технологическом, экономическом, политическом уровнях, для появления целого ряда новых технологических направлений в области энергетики, сверхпроводимости, криогеники, способных улучшить экологическую ситуацию, повысить эффективность и безопасность перевозок.

Кратчайшее соединение стран Южной и Юго-Восточной Азии со странами Европы через евразийский континент возможно по территории Российской Федерации. В результате Россия получит дополнительную доходную статью бюджета в виде экспорта транспортных услуг за счет привлечения транзитного грузового потока между странами Азиатско-Тихоокеанского региона и Европейского союза, мощный толчок к развитию смежных отраслей народного хозяйства, предпосылки к реальному переходу на инновационный вариант развития транспортной отрасли [10, 12].

Инновационный вариант развития транспортной системы характеризуется значительным повышением расходов на инфраструктуру (инвестированием в высокотехнологичные проекты), переходом к экологичности и энергоэффективности развития транспорта и изменением структуры используемых топливно-энергетических ресурсов. Реализация инновационного варианта развития транспортной системы позволит России значительно повысить конкурентоспособность отечественных товаров и услуг на мировых рынках. За счет опережающего роста высокотехнологичных и ряда других секторов экономики при дальнейшем увеличении объемов перевозок грузов доля транспорта в структуре добавленной стоимости сократится с 6,2% в 2010 г. до 4-4,5% внутреннего валового продукта в 2030 г., что означает относительное снижение транспортных издержек [3, 6].

## **Выводы**

Сегодня, когда в мировой экономике отмечаются кризисные явления и происходит пересмотр базовых экономических представлений, есть твердая уверенность в том, что новая экономическая модель должна опираться на минимизацию транзакционных издержек на всех стадиях производства и потребления, чему в большой мере будет способствовать

формирование новой концепции логистики, основанной на кардинальном ускорении движения товаров различной номенклатуры с использованием магистральных грузовых магнитолевитационных линий.

Внедрение инновационной транспортной технологии на основе магнитной левитации позволит Российской Федерации:

1) радикально повысить безопасность грузовых перевозок по своей территории;

2) кардинально увеличить коммерческую скорость продвижения грузов (контейнерные перевозки) – до 800-1700 км/сутки;

3) повысить надежность, эффективность и ритмичность перевозок за счет повышения автоматизации;

4) существенно снизить нагрузку на экологию за счет использования энергосберегающих технологий, снижения всех видов загрязнения;

5) снизить транспортную составляющую в себестоимости продукции и, как следствие, способствовать снижению общего уровня цен;

6) создать высокотехнологичные рабочие места;

7) радикально повысить производительность труда на транспорте, производительность транспортных систем (рост среднесуточных объемов перевозок пассажиров, грузов), фондоотдачу инфраструктуры транспорта;

8) создать условия для превращения России в ведущего мирового экспортера транспортных услуг – транзитера грузов [13, 15].

Помимо перечисленных прямых эффектов можно отметить ряд косвенных эффектов:

1) стимулирование интенсивного развития смежных отраслей и формирование мультипликативных эффектов в экономике страны за счет координации со стратегиями и программами развития смежных отраслей – поставщиков ресурсов для развития и функционирования магнитолевитационного транспорта;

2) стимулирование роста отраслей, использующих транспортные услуги, вследствие радикального повышения эффективности транспортной логистики, снижения потребности в складских запасах для гарантированного товарного производства;

3) развитие экономики удаленных регионов страны за счет кардинального ускорения грузоперевозок;

4) снижение издержек компаний, связанных с обслуживанием оборотного капитала, замороженного в «товарах в пути» [14].

### **Библиографический список**

1. Антонов Ю. Ф. Магнитолевитационная транспортная технология / Ю. Ф. Антонов, А. А. Зайцев; под ред. В. А. Гапановича. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 476 с.



2. Белозеров В. Л. Экономика транспорта: управление в рыночных условиях: монография / В. Л. Белозеров, А. Н. Ефанов, А. А. Зайцев и др.; под ред. О. В. Белого. – СПб.: Изд-во «Наука», 2014. – 204 с.
3. Голикова Ю. А. Корпорации России: состояние и перспективы развития / Ю. А. Голикова // Российское предпринимательство. – 2011. – № 5-1. – С. 46-51.
4. Зайцев А. А. Грузовая транспортная платформа на магнитолевитационной основе: опыт создания / А. А. Зайцев // Транспортные системы и технологии. – 2015. – Вып. 2(2). – С. 5–14. [Электронный ресурс]. Код доступа: <http://www.transssyst.ru/2razdel-1-1-zaitsev.html.html>
5. Зайцев А. А. Магнитолевитационный транспорт в единой транспортной системе страны: монография / А. А. Зайцев, Е. И. Морозова, Г. Н. Талашкин, Я. В. Соколова. – СПб.: Изд-во ООО «Типография «НП-Принт», 2015. – 140 с.
6. Зайцев А. А. Организационно-экономический механизм взаимодействия хозяйствующих субъектов и государственных структур / А. А. Зайцев, М. П. Акулов // Наука в современном информационном обществе: Материалы IV международной научно-практической конференции, North Charleston, USA, 28-29 августа 2014 г. – Научно-издательский центр «Академический», 2014. – С. 255-261.
7. Зайцев А. А. Современная нормативная база обеспечения безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта / А. А. Зайцев, В. В. Шматченко, П. А. Плеханов и др. // Транспорт Российской Федерации. – 2015. – № 5 (60). – С. 60-63.
8. Зайцев А. А. Транспорт на магнитном подвесе / А. А. Зайцев, Г. Н. Талашкин, Я. В. Соколова; под ред. А. А. Зайцева. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2010. – 160 с.
9. Зайцев А. А. Экономика инфраструктуры для высокоскоростного движения / А. А. Зайцев, Г. Н. Талашкин // Бюллетень результатов научных исследований. – 2013. – № 4.
10. Зайцев А. А. Эффект сверхпроводимости ускорит развитие экономики страны / А. А. Зайцев // Гудок. – 2015. – № 23. – С. 5.
11. Магнитолевитационный транспорт: научные проблемы и технические решения / Под ред. Ю. Ф. Антонова, А. А. Зайцева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 612 с.
12. Миненко Д. О. Оценка перспектив организации скоростного и высокоскоростного движения поездов в России / Д. О. Миненко // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 128.
13. Опарин С. Г. Развитие теоретических основ экономической эффективности транспортного строительства в условиях саморегулирования / С. Г. Опарин, В. В. Чепель // Научно-технические

ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2014. – № 2 (192). – С. 21-30.

14. Палкина Е. С. Методологические принципы управления реализацией стратегии роста компании /Е. С. Палкина // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2015. – № 2 (30). – С. 78-86.

15. Соколова Я. В. Методы управления инновационным развитием пассажирской железнодорожной компании / Я. В. Соколова // Транспортное дело России. – 2014. – № 5. – С. 50-52.

16. Талашкин Г. Н. Научные основы проектирования несущих конструкций для магнитолевитационной магистрали / Г. Н. Талашкин // Магнитолевитационные транспортные системы и технологии. МТСТ'14: Труды 2-й Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 17-20 июня 2014 года / под ред. проф. Ю. Ф. Антонова, СПб, 17-20 июня 2014 г. – Киров: МЦНИП, 2014. – С. 144-148. – ISBN 978-5-00090-036-9.

## References

1. Antonov Yu. F. & Zaytsev A. A. Magnitolevitatsionnaya transportnaya tekhnologiya [Magnetic levitation transport technology]. Moscow, 2014. 476 p.

2. Belozеров V. L., Yefanov A. N., Zaytsev A. A. & Belyi O. V. Ekonomika transporta: upravlenye v rinochnikh usloviyakh [Transportation Economy: Management under Conditions of Market]. St. Petersburg, 2014. 204 p.

3. Golikova Yu. A. *Rossiyskoe predprinimatelstvo – Russian business*, 2011, no. 5-1, pp. 46–51.

4. Zaitsev A. A. *Transportnye sistemy i Tekhnologii – Transport Systems and Technologies*, 2015, no. 2 (2), pp. 5–15.

5. Zaitsev A. A. , Morozova E. I., Talashkin G. N. & Sokolova Ya. V. Magnitolevitacionnyj transport v edinoj transportnoj sisteme strany [Magnet levitation transport in an integrated transport system in the country]. St. Petersburg, 2015. 140 p.

6. Zaitsev A. A. & Akulov M. P. Organizacionno-ehkonomicheskij mekhanizm vzaimodejstviya hozyajstvuyushchih sub"ektov i gosudarstvennyh struktur [Organizational-economic mechanism of interaction of economic entities and state structures] *Nauka v sovremennom obshestve: Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Science in the modern information society: Materials of IV international scientific-practical conference). North Charleston, USA, 2014. pp. 255–261.

7. Zaitsev A. A., Shmatchenko V. V., Plekhanov P. A. *Transport Rossiyskoj Federatsii – Transport of the Russian Federation*, 2015, no. 5 (60). pp. 60–63.

8. Zaitsev A. A., Talashkin G. N & Sokolova Y. V. Transport na magnitnom podvese [Transport magnetic suspension]. St. Petersburg, 2010. 160 p.

9. Zaitsev A. A. & Talashkin G. N. *Bulleten rezultatov nauchnyh issledovanij – Bulletin of research results*, 2013, no. 4.
10. Zaitsev A. A. *Gudok* [Buzzer], 2015, no. 23, p. 5.
11. Antonov Yu. F. & Zaytsev A. A. *Magnitolevitatsionnyj transport: nauchnye problemy i tehicheskie resheniya* [Magnetic levitation transport: scientific problems and technical solutions]. Moscow, 2015. 612 p.
12. Minenko D. O. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*, 2015, no. 1-1. p. 128.
13. Oparin S. G. & Chepel V. V. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki – Scientific and technical lists of the St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences*, 2014, no. 2 (192), pp. 21–30.
14. Palkina E. S. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika – Bulletin of Tomsk State University. Economy*, 2015, no. 2 (30), pp. 78–86.
15. Sokolova Ya. V. *Transportnoe delo v Rossii – Transport business in Russia*, 2014, no. 5, pp. 50–52.
16. Talashkin G. N. *Nauchnye osnovy proektirovaniya nesushchih konstrukcij dlya magnitolevitacionnoj magistrali* [Scientific fundamentals of the design of load-bearing structures for the magnetic field] *Trudy 2-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii “Magnitolevitacionnye transportnye sistemy i tekhnologii” MTST'14* (Proceedings of the 2nd International scientific conference “Magnetocavitation transport systems and technologies” MTST'14). Kirov, 2014, pp. 144–148.

**Сведения об авторах:**

СМИРНОВ Сергей Александрович, старший научный сотрудник Научно-образовательного центра инновационного развития железнодорожных перевозок Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I

E-mail: noc-pgups@yandex.ru

СМИРНОВА Ольга Юрьевна, научный сотрудник Научно-образовательного центра инновационного развития железнодорожных перевозок Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I

E-mail: noc-pgups@yandex.ru

**Information about authors:**

Sergei A. SMIRNOV, senior researcher of the Scientific educational center of innovative development of railway transportation of Emperor Alexander I Petersburg State Transport University

E-mail: noc-pgups@yandex.ru

Olga Yu. SMIRNOVA, research associate of the Scientific educational center of innovative development of railway transportation of Emperor Alexander I Petersburg State Transport University

E-mail: noc-pgups@yandex.ru