

Г. Н. Талашкин, В. Е. Красковский, В. Н. Смирнов, И. О. Потапова
Союз строителей железных дорог
ЗАО «ЛенГипрострой»
Санкт-Петербургский Университет Путей Сообщения
Императора Александра I

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОЙ ЛЕВИТАЦИИ, С ЧЕГО НАЧАТЬ?

Дата поступления 05.07.2015

Решение о публикации 05.12.2015

Дата публикации 28.03.2016

Аннотация: Статья посвящена вопросам проектирования дорог с обращением подвижного состава на магнитном подвесе. Отмечено отсутствие в России необходимой нормативной базы для строительства дорог с использованием магнитного подвеса, перечислены основные проблемные вопросы, связанные с проектированием, строительством и эксплуатацией всей инфраструктуры и, в первую очередь, её основных элементов, обеспечивающих технологический процесс перевозки пассажиров или контейнеров. Приведены основные направления и задачи по созданию этой нормативной базы. Представлен краткий анализ зарубежного опыта проектирования и строительства дорог с использованием магнитолевитационной технологии. Освящены направления отечественного проектирования линий в этой области, уделено внимание ведущейся работе по выше обозначенным вопросам. Указана значимость работы над проектированием подвижного состава для магнитолевитационного движения, в частности, необходимость создания специального, более легкого по сравнению с обычной платформой, шасси, и пересмотра традиционных схем опирания и крепления контейнеров в связи с нагрузками, возникающими при высокоскоростном движении поезда «Маглев».

Отмечена необходимость разработки пакета специальных технических условий (СТУ) и регламентов, которые в совокупности составят нормативную базу, необходимую для проектирования инфраструктуры.

Уделено внимание обоснованию выбора дороги с магнитолевитационной технологией среди других возможных вариантов. Сформулирована общая последовательность проектирования и строительства «пилотного» объекта и опытного участка для проведения экспериментальных работ. Перечислены ключевые моменты, которые можно взять за основу для разработки алгоритма действий в этом направлении. Освящен вопрос конструкции специального полигона, на котором можно было бы решить все поставленные задачи.

Ключевые слова: Проектирование дорог с магнитным подвесом, нормативная база, строительство «пилотного» объекта.

G. N. Talashkin , V. E. Kraskovskiy , V. N. Smirnov, I. O. Potapova

Union of Builders of the Railroads

CJSC "LenGiprostroy"

Petersburg State Transport University

**DESIGN, CONSTRUCTION AND OPERATION OF ROADS WITH USE OF
A MAGNETIC LEVITATION. WITH WHAT TO BEGIN?**

Abstract: The Article is devoted to the issues of road design with the appeal of rolling stock to magnetic levitation. Lack in Russia of necessary regulatory base for a construction of roads with use of a magnetic suspension is noted, the main problematic issues connected with design, construction and operation of all infrastructure and, first of all, its basic elements providing technological process of transportation of passengers or containers are listed. The main directions and tasks of creation of this regulatory base are given. The short analysis of foreign experience of design and construction of roads with use of magnetic levitation technology is submitted. The direction of domestic design of lines in this area are considered, attention is paid to the work in progress on all of these issues. Specified the significance of the work on the design of rolling stock for magnetic levitation movement, in particular, the need to create a special, more light in comparison with conventional platform, chassis, and revising the traditional schemes of the support and fixing of containers due to loads imposed by high-speed train "Maglev".

Noted the need to develop special technical conditions and rules, which together constitute the legal framework required for infrastructure design.

The attention is paid to justification of the choice of the road with magnetic levitation technology among other possible options. The general sequence of design and building of "pilot" object and a test site for carrying out experimental works is formulated. The key moments which can be taken as a basis for development of algorithm of actions in this direction are listed. The question of a design of the test site on which it would be possible to solve all objectives is considered.

Keywords: Design of roads with a magnetic suspension, regulatory base, building of "pilot" object.

Введение

Первые успехи в проведении натуральных экспериментальных работ по магнитной левитации грузовой платформы с нагрузкой от стандартного 40-футового морского контейнера [1], достигнутые в последние месяцы, подтверждают реальность замыслов, связанных с использованием магнитной левитации на отечественных дорогах. Поэтому вопросы проектирования, строительства и эксплуатации таких дорог становятся всё более актуальными.

Очевидно также и другое. Чтобы такой вид транспорта из эксперимента вышел на стадию строительства и эксплуатации, нужны усилия по многим направлениям. В целом на сегодня сложилась такая картина. В России дороги с использованием магнитной левитации

(сокращенно – дорог «Маглев») отсутствуют. В мировой практике такие дороги есть, причем как эксплуатируемые, так и опытные, в виде отдельных экспериментальных участков. Однако все эти дороги, за исключением одной (в США), предназначены исключительно для пассажирских перевозок. По сообщениям в различных СМИ мы знаем, что ОАО «РЖД» совместно Госкорпорацией «Росатом» приступило в 2014 г. к разработке магнитолевитационного транспорта применительно к двум видам перевозок: пассажирских и грузовых.

На данный момент одной из главных задач для внедрения нового вида транспорта является строительство «пилотного» объекта. В частности, имеются предложения по строительству «контейнерного моста» с использованием грузового «Маглева» между портом Усть-Луга и станцией Белый Раст на Большом кольце Московской железной дороги [2, 3], а также между терминалом Бронка и Гатчиной в Ленинградской области для перевозки стандартных морских контейнеров. По оценкам специалистов эти идеи имеют экономическое обоснование и вполне могут составить конкуренцию традиционным видам транспорта – железной и автомобильной дорогам. Есть и другие интересные предложения, связанные с пассажирскими перевозками. В частности, почему бы не построить линию «Маглев» в Санкт-Петербурге, например, между аэропортом Пулково и Балтийским либо Варшавским вокзалом, с устройством второго выхода из станции метро «Балтийская»? По аналогии с линией Шанхай – аэропорт Пудонг. Конечные станции метро «Проспект Ветеранов» и «Купчино», к сожалению, и так перегружены.

Чтобы построить такую дорогу и окупить финансовые затраты, требуется решение ряда проблемных вопросов, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией всей инфраструктуры и, в первую очередь, её основных элементов, обеспечивающих технологический процесс перевозки пассажиров или контейнеров:

- подвижного состава, в том числе его магнитолевитационной части,
- земляного полотна и верхнего строения пути с «активной путевой структурой», обеспечивающей магнитную левитацию и передвижение подвижного состава,
- искусственных сооружений (мостов, путепроводов, эстакад и т. д.),
- инженерных коммуникаций и оборудования (энергоснабжения и др.),
- зданий и сооружений, обеспечивающих эксплуатацию.

Как эти элементы увязать между собой? Прежде всего, нужны технологические решения, которых на сегодня пока нет. Как будем «возить» контейнеры? Поодиночке или сцепками, то есть поездами? Априори для нас более привычен и предпочтителен второй вариант –

поездами. Тогда надо думать: как создать такой поезд, как производить погрузку-выгрузку контейнеров, сколько потребуется приёмо-отправочных, погрузо-разгрузочных и др. путей? Можно упомянуть также и проблему кадрового обеспечения. Где взять подготовленный персонал? Но это, бесспорно, – отдельные темы для обсуждения.

В России пока отсутствует нормативная база для проектирования магнитолевитационного транспорта. Нет никаких сводов правил, санитарных норм, стандартов, регламентов и т. п. Нет ни одного сертифицированного изделия. Создание такой базы должно стать одной из первоочередных задач. Без её решения «Маглев» дальше экспериментов, при всём желании, продвигаться не будет. Очевидны вопросы – как и какими методами будем создавать нормативную базу?

Для решения задач, связанных с проектированием дорог «Маглев» необходимо разработать пакет специальных технических условий. Этот пакет, на наш взгляд, должен включать как минимум семь основных документов:

- «Подвижной состав»;
- «Трассирование дорог (план, продольный профиль, отдельные пункты»;
- «Несущие конструкции (верхнее строение пути, земляное полотно)»;
- «Несущие конструкции (искусственные сооружения)»;
- «Инженерное обеспечение (сети и оборудование энергоснабжения, связи, СЦБ, диспетчеризации и др.)»;
- «Здания и сооружения»;
- «Требования экологической, промышленной и пожарной безопасности».

Важнейшими исходными данными для разработки этих документов являются:

- длина, габариты, масса и скоростной режим подвижного состава;
- плано-высотное положение центров тяжести подвижного состава и грузов;
- габариты приближения строений;
- провозная способность дороги, энергопотребление и др. необходимые ресурсы;
- нормативные нагрузки и воздействия, в том числе аэродинамические;
- требования к применяемым материалам.

Для строительства и эксплуатации дорог «Маглев» необходимо разработать тоже как минимум семь документов:

- «Правила производства и приемки работ по строительству дорог «Маглев», в том числе:
 - ✓ Верхнее строение пути, земляное полотно;
 - ✓ Искусственные сооружения;
 - ✓ Инженерное обеспечение;

- «Подвижной состав дорог «Маглев». Правила эксплуатации, обслуживания и ремонта»;
- «Регламент коммерческой работы на дорогах «Маглев»;
- «Организация движения на дорогах «Маглев»;
- «Правила технической эксплуатации дорог «Маглев».

Строят объекты снизу вверх, а проектируют, как правило, наоборот – сверху вниз. Сверху в конструкции дороги мы имеем «активную путевую структуру» – магнитолевитационную часть верхнего строения пути. То, что шасси с груженным контейнером способно левитировать и передвигаться вдоль пути, уже ни у кого сомнений не вызывает. Над устройством магнитолевитационной части продолжается интенсивная работа. И мы ожидаем в ближайшем будущем ещё одного прорыва, связанного с определением рекомендуемых параметров этой части, которые дадут возможность приступить к проектированию подвижного состава и самой дороги.

Очевидно, что отправной точкой является подвижной состав. И именно с его проектирования и апробации надо начинать. Очень важно как можно быстрее определиться с габаритами подвижного состава и приближения строений, нормативными нагрузками и воздействиями. Важно понимать, хотя бы в первом приближении, каким же будет подвижной состав. Какое количество контейнеров целесообразно перевозить одним поездом? С какими скоростями будет перемещаться подвижной состав? От длины, массы и скоростного режима движения поезда, плано-высотного положения центров тяжести его конструктивных элементов и грузов во многом зависит проектирование всех элементов дороги, в первую очередь - верхнего строения пути, земляного полотна и искусственных сооружений.

Если в качестве нормативной временной вертикальной нагрузки от подвижного состава мы примем некоторое количество соединенных между собой шасси, на каждом из которых будет находиться по одному 40-футовому морскому контейнеру, то мы получим в целом незначительную нагрузку, значительно меньшую по сравнению с грузовыми и пассажирскими поездами на обычных и высокоскоростных железных дорогах. И даже если учесть возможность применения 45-футовых контейнеров, это практически не меняет её величину. Главный параметр – максимальная масса контейнера брутто – не превышает 35 т. Длина 40-футового контейнера – 12,19 м, 45-футового – 13,71 м, разница в длине незначительна. Такие параметры нагрузки от подвижного состава открывают новые перспективы для существенного снижения затрат на земляное полотно и искусственные сооружения и, в конечном итоге, стоимости всей дороги. И это надо эффективно использовать!

Вопрос, требующий всестороннего и первоочередного исследования – шасси под контейнером. В эксперименте на Александровском заводе [1] в качестве шасси под контейнером использовалась обычная железнодорожная грузовая платформа модели 13-401 массой 11,3 т, без тележек и надрессорных балок (рис. 1). Нагрузка от собственного веса платформы составила примерно 1 тс на 1 погонный метр длины контейнера, что вряд ли можно признать приемлемым. Использование платформы определило и высокое расположение общего центра тяжести платформы с контейнером. Понятно, что такое решение было принято с целью упрощения экспериментальной установки и вполне оправданно. Возникает необходимость создания специального, более легкого по сравнению с обычной платформой, шасси.



Рис. 1. Железнодорожная грузовая платформа модели 13-401, использованная в эксперименте на Александровском заводе в качестве шасси под контейнером

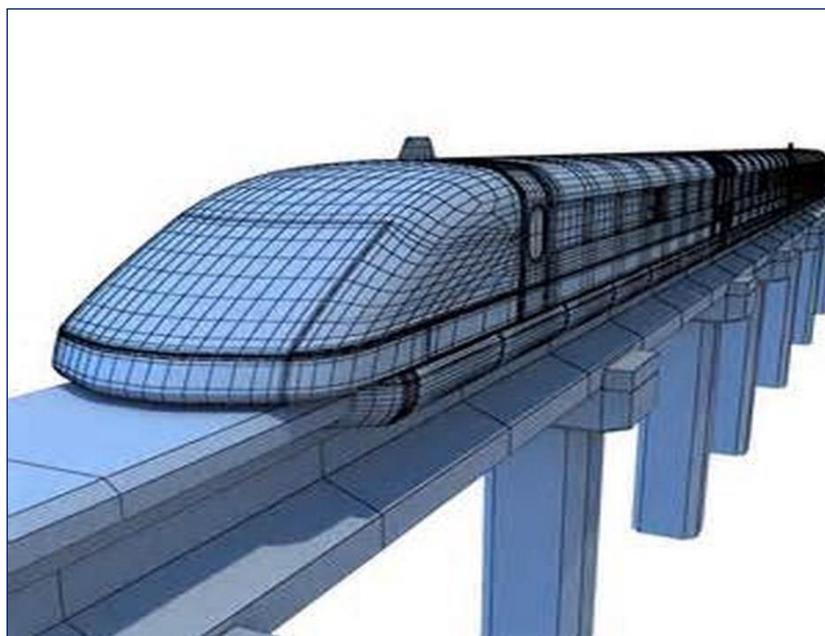


Рис. 2. Обтекаемая форма подвижного состава для перевозки контейнеров с большими скоростями.

К разработке специального шасси целесообразно привлечь ученых и специалистов по подвижному составу.

Каким образом контейнер будет установлен и закреплен на шасси подвижного состава? Как известно, контейнеры перевозятся по автомобильным и железным дорогам и складываются на площадках с опиранием по концам, на 4 угловых фитинга. Нагрузки от тары и перевозимого груза воспринимают и передают на угловые фитинги контейнера продольные и поперечные балки днища. Но выдержат ли эти элементы дополнительные нагрузки, связанные с инерционными силами, возникающими при движении поезда «Маглев» со скоростями, существенно превышающими 90 км/ч – пока не известно. Не исключено, что традиционные схемы опирания и крепления контейнеров придется пересмотреть.

Необходимо также изучить вибрационное воздействие от шасси на контейнер и грузы. Отдельное внимание должно быть уделено аэродинамике поезда, изучению сил сопротивления воздушной среды, в частности влиянию на их величину обтекаемости головного и хвостового «вагонов», «межвагонного» пространства, скорости движения. Вероятнее всего, для перевозки контейнеров с большими скоростями потребуется закрытие контейнеров специальными экранами, оболочками и т. п. с целью уменьшения сил сопротивления движению за счет улучшения аэродинамических характеристик поезда (рис. 2).

Несмотря на то, что проектирование основных конструктивных элементов дороги «Маглев» во многом зависит от решения вопросов с

подвижным составом и магнитолевитационной части, уже сегодня можно начинать процесс разработки пакета специальных технических условий (СТУ) и регламентов, которые в совокупности составят нормативную базу, необходимую для проектирования инфраструктуры. То есть в целом работа по созданию такой базы должна вестись комбинированным методом: по одним вопросам – последовательно, по другим – параллельно.

Ничего не мешает изучать и оценивать мировой и отечественный опыт, находить примеры решения отдельных вопросов проектирования, строительства и эксплуатации дорог «Маглев», брать всё лучшее, отсеивая неприемлемые ли неудачные решения, и на этой основе подходить к обоснованию требований СТУ к будущим проектным решениям (технологическим, конструктивным и др.).

Лабораторией «Инфраструктура магнитолевитационного транспорта», организованной в 2014 году на базе НОЦ ПП ПГУПС, такая работа уже начата. При этом наибольшие усилия направлены на изучение одной из важнейших составляющих инфраструктуры дорог «Маглев» – искусственных сооружений. Это вызвано тем, что в современных условиях проектировать дороги традиционным способом – на земляном полотне и только с мостами через водные преграды – экономически не всегда оправданно, замена отдельных участков (иногда – и всех) насыпей на эстакады может дать немалый экономический эффект [4-6]. Но и другие элементы инфраструктуры также не оставлены без внимания.

В ходе работы изучаются различные публикации, материалы железнодорожных и других компаний, занимающихся строительством подобных дорог, доклады, фотоматериалы и презентации отдельных авторов [3, 8-10]. Наибольший интерес для нас представляют следующие дороги «Маглев»:

- тестовый трек «Transrapid» в Эмсланде (Германия, 1984-2012 гг.) длиной 31,5 км;
- нескоростная линия в аэропорту Бирмингема (Англия, 1984-1995 гг.) длиной 0,6 км;
- экспериментальный полигон «General Atomics» в Калифорнии (США, 1995 г.), длиной 1,5 км, для перевозки морских контейнеров;
- первая в мире скоростная коммерческая линия Шанхай – аэропорт Пудунг (КНР, эксплуатируется с 2004 г.), длина – 30,5 км;
- «Linimo» – первая городская (нескоростная) коммерческая линия, построенная в г. Нагоя (Япония, 2005 г.), длиной 9,0 км;
- нескоростная линия в аэропорту Инчхон (Южная Корея, 2013 г.) длиной 6,1 км;
- «Тюо-синкансэн» – строящаяся скоростная линия между японскими городами Токио и Нагоя (длина – 286 км, планируемый ввод – в 2025 г.) и

далее до Осаки (длина – 152 км, ввод – в 2045 г.), с испытательным полигоном Оцуки–Цуру в префектуре Яманаси, длиной 18,6 км, построенным в 1997 г. (в 2007-2014 гг. удлиненным до 42,4 км) и позволившем в апреле 2015 г. установить рекорд скорости 603 км/ч [8].

На основе изученного материала составляются полное описание каждой из существовавших коммерческих линий, оцениваются основные финансовые и технические показатели для каждой из них, в частности, по трассе дороги, искусственным сооружениям, габаритам используемых подвижных составов, затратам на строительство и эксплуатацию дорог, а также данные по пассажирообороту. Уделено внимание обоснованию выбора дороги с магнитолевитационной технологией среди других возможных вариантов, а также ошибкам, допущенным при проектировании и строительстве некоторых линий.

Сравнение показателей существующих дорог «Маглев», предназначенных для пассажирских перевозок, между собой и с нормативными показателями для российских ВСМ «Москва - Казань» [7], а также метрополитена, линий скоростных трамваев и автодорог позволило выявить некоторые особенности:

- имеет место достаточно большой разброс значений показателей (каждая дорога и вид транспорта по-своему уникальны);

- наибольшее влияние на значения показателей оказывают вертикальная нагрузка от подвижного состава и скорость движения поезда;

- принятие нормативной вертикальной нагрузки от подвижного состава (с грузом) по параметрам реально обращающихся современных и перспективных контейнеров, позволит уменьшить инерционные силы, возникающие при движении поезда и улучшить большинство показателей, снизить затраты на строительство и эксплуатацию дорог;

- будущий российский грузовой «Маглев» займёт, вероятно, особое место – его показатели будут существенно отличаться от ранее известных.

По результатам проделанной работы планируется подготовить обоснование отдельных требований СТУ и подготовить предложения по проведению экспериментальных работ, связанных с проектированием инфраструктуры, на опытном полигоне «пилотного» объекта.

А как построить «пилотный» объект? Большинство специалистов наверняка хорошо себе представляют, как это сделать. Но всё-таки будет полезной разработка общего алгоритма (процесса) проектирования и строительства «пилотного» объекта. В качестве примера на рис. 3 показана общая последовательность действий, которую можно взять за основу при разработке этого алгоритма. Ключевые моменты:

1. Самое главное – это разработка инвестиционного замысла и обоснование инвестиций. Без этого, очевидно, не найти инвесторов.

2. Планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). Инновационный, от начала до конца, проект требует серьезной научной, в том числе экспериментальной проработки. Для этого в составе пилотного объекта (по аналогии с подходом японцев, построивших в 1997 г. испытательный полигон в Яманаси) целесообразно выделить специальный участок (*полигон*) требуемой длины, на



Рис. 3. Общая последовательность проектирования и строительства «пилотного» объекта, на котором можно было бы решить все экспериментальные задачи.

После выполнения всех НИОКР этот полигон должен, хотя бы частично, использоваться в составе инфраструктуры «пилотного» объекта.

3. Завершение проектно-изыскательских работ возможно только после окончания НИОКР и разработки пакета СТУ и регламентов.

При планировании НИОКР целесообразно:

- включить в состав «пилотного» объекта эстакадные участки с различными по конструкции и применяемым материалам пролетными строениями и опорами;

- предусмотреть отдельный участок эстакады с облегченными металлическими опорами, позволяющими изменение в ходе эксперимента их планово-высотного положения для изучения взаимодействия подвижного состава с пролетными строениями при различных параметрах пути (продольном уклоне, радиусах кривых переломах профиля и плана пути, и т. д.).

Опытный полигон для проведения НИОКР, по нашему мнению, должен включать три, принципиально разных по назначению, участка:

- первый (длиной около 300 м) – для постоянного размещения и исследования процесса разгона подвижного состава;

- второй (длиной не менее 400 м) – для исследования взаимодействия подвижного состава и пути при различных параметрах плана и профиля трассы, а также искусственных сооружений и стрелочных переводов;

- третий (длиной около 300 м) – для исследования процесса торможения подвижного состава.

Библиографический список

1. Отечественный маглев предъявили общественности. Фоторепортаж. [Электронный ресурс] <http://www.rzd-partner.ru/>. Дата обращения: 17.04.2015.

2. Зайцев А. А. Контейнерный мост Санкт-Петербург–Москва на основе магнитной левитации // В сборнике материалов 2-й Международной конференции «Магнитолевитационные транспортные системы и технологии» – СПб.: ПГУПС. 2014, – С. 6–19.

3. Антонов Ю. Ф., Зайцев А. А. Магнитолевитационная транспортная технология. – СПб.: ФИЗМАТЛИТ. 2014. – С. 50–99, 467.

4. Зайцев А. А. Эстакады или насыпь: нужен разумный подход / А. А. Зайцев, В. Е. Красковский, С. К Терлецкий // Дороги. Инновации в строительстве. – СПб.: 2012. № 19. – С. 18–21.

5. Красковский В. Е., Талашкин Г. Н. Искусственные сооружения для будущих дорог с магнитным подвесом // Дорожная держава. – СПб.: 2014. № 55. – С. 57–594.

6. Красковский В. Е. Общие вопросы проектирования искусственных сооружений на дорогах с использованием магнитолевитационной технологии// В сборнике материалов 2-й Международной конференции «Магнитолевитационные транспортные системы и технологии». – СПб.: ПГУПС. 2014, – С. 72–78.

7. Специальные технические условия «Сооружения искусственные участка Москва - Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва - Казань - Екатеринбург. Технические нормы и требования к проектированию и строительству» // – СПб.: Федеральное агентство железнодорожного транспорта. ПГУПС. 2014. – 136 с.

8. Maglev train clocks 603 kph, setting new world record. The Japan Times. 21.04.2015.

9. The future is already here. The Transrapid maglev system in Shanghai // Transrapid International. A joint company of Siemens and ThyssenKrupp. 10/2004. pp. 2-6.

10. Yadav M., Mehta N., Gupta A., Chaudhary A. & Mahindru D. V. Review of Magnetic Levitation (MAGLEV): A Technology to Propel Vehicles with Magnets // Global Journal of Researches in Engineering Mechanical & Mechanics. vol. 13, no. 7, Version 1.0, 2013, Global Journals Inc., ISSN: 2249-4596, p. 32-33.

References

1. *Otechestvennyi maglev prediavili obshchestvennosti* (Domestic maglev showed to the public). URL: <http://www.rzd-partner.ru/> (17/04/2015).

2. Zaitcev A. A. Konteinernyi most Sankt-Peterburg – Moskva na osnove magnitnoi levitacii [Container Bridge St. Petersburg - Moscow on the basis of a magnetic levitation]. *Trudy 2-j Mezhdunarodnoi konferentsii "Magnitolevitatsionnye transportnye sistemy i tehnologii"* (Proceedings of the 2nd International conference "Magnetolevitation Transport Systems and Technologies"). St. Petersburg, 2014, pp. 6-19.

3. Antonov Yu. F. & Zaitcev A. A. *Magnitolevitatsionnaia transportnaia tehnologiia* [Magnetolevitation transport technology]. St. Petersburg, 2014, pp. 50-99, 467 p.

4. Zaitcev A. A., Kraskovskiy V. E. & Terletckii S. K. *Dorogi. Innovacii v stroitel'stve - Roads. Innovations in construction*, St. Petersburg, 2012, no. 19, pp. 18-21.

5. Kraskovskiy V. E. & Talashkin G. N. *Dorozhnaia derzhava - Road power*, St. Petersburg, 2014, no 55, pp. 57-594.

6. Kraskovskiy V. E. Obshchie voprosy proektirovaniia iskusstvennykh sooruzhenii na dorogah s ispolzovaniem magnitolevitatsionnoi technologii [The general questions of design of artificial constructions on roads with use of magnetolevitation technology]. *Trudy 2-j Mezhdunarodnoi konferentsii "Magnitolevitatsionnye transportnye sistemy i technologii"* (Proceedings of the 2nd International conference "Magnetolevitation Transport Systems and Technologies"). St. Petersburg, 2014, pp. 72-78.

7. *Spetsialnye tekhnicheskie usloviia "Sooruzheniia iskusstvennye uchastka Moskva - Kazan vysokoskorostnoi zheleznodorozhnoi magistrali Moskva - Kazan - Ekaterinburg. Tekhnicheskie normy i trebovaniia k proektirovaniuu i stroitelstvu"* [Special specifications "Constructions artificial a site Moscow - Kazan a high-speed railway line Moscow - Kazan - Yekaterinburg. Technical norms and requirements to design and construction"]. St. Petersburg, 2014. 136 p.

8. Maglev train clocks 603 kph, setting new world record. The Japan Times. (21/04/2015).

9. The future is already here. The Transrapid maglev system in Shanghai. Transrapid International. A joint company of Siemens and ThyssenKrupp. 10/2004, pp. 2-6.

10. Yadav M., Mehta N., Gupta A., Chaudhary A. & Mahindru D. V. *Global Journal of Researches in Engineering Mechanical & Mechanics*, vol. 13, no. 7, Version 1.0, 2013, Global Journals Inc., ISSN: 2249-4596, p. 32- 33.

Сведения об авторах:

ТАЛАШКИН Геннадий Николаевич, Президент Союза Строителей Железных Дорог, заведующий научно-исследовательской лабораторией "Инфраструктура магнитолевитационного транспорта" НОЦ ПП ПГУПС, кандидат экономических наук, E-mail: talkomsk@gmail.com

КРАСКОВСКИЙ Василий Евгеньевич, ЗАО «ЛенГипрострой», главный инженер, кандидат технических наук, доцент E-mail: lengiprostroy@gmail.com

СМИРНОВ Владимир Николаевич, заведующий кафедрой «Мосты» ПГУПС, доктор технических наук, профессор E-mail: svn193921@rambler.ru

ПОТАПОВА Ирина Олеговна, инженер научно-исследовательской лаборатории "Инфраструктура магнитолевитационного транспорта" НОЦ ПП ПГУПС E-mail: inf.maglev@yandex.ru

Information about authors:

TALASHKIN Gennadii Nikolaevich, President of the Union of Builders of the Railroads, manager of scientifically research laboratory "Infrastructure of Magnetolevitation Transport" Scientific and Educational Center of Passenger Traffic Petersburg State Transport University, Candidate of Economic Sciences E-mail: talkomsk@gmail.com

KRASKOVSKIY Vasiliy Evgenevich, CJSC "LenGiprostroy", chief engineer,
Candidate of Technical Sciences, associate professor

E-mail: lengiprostroy@gmail.com

SMIRNOV Vladimir Nikolaevich, Head of the department "Bridges" of Petersburg
State Transport University, Doctor of Engineering, professor

E-mail: svn193921@rambler.ru

POTAPOVA Irina Olegovna, engineer of scientifically research laboratory
"Infrastructure of Magnetolevitation Transport" Scientific and Educational Center of
Passenger Traffic Petersburg State Transport University

E-mail: inf.maglev@yandex.ru