



В.В. Филимонов, Г.Г. Малинецкий,  
В.С. Смолин и др.

**Вакуумный магнитолевитационный  
транспорт и транспортные коридоры  
России**

***Рекомендуемая форма библиографической ссылки***

Филимонов В.В., Малинецкий Г.Г., Смолин В.С. и др. Вакуумный магнитолевитационный транспорт и транспортные коридоры России // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 1-й Международной конференции (8-9 февраля 2018 г., Москва). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2018. — С. 102-107. — URL: <http://keldysh.ru/future/2018/15.pdf>  
doi:[10.20948/future-2018-15](https://doi.org/10.20948/future-2018-15)

## Вакуумный магнитолевитационный транспорт и транспортные коридоры России

В.В. Филимонов<sup>1</sup>, Г.Г. Малинецкий<sup>2</sup>, В.С. Смолин<sup>2</sup>, В.Г. Шавров<sup>3</sup>,  
В.В. Коледов<sup>3</sup>, Д.А. Суслов<sup>3</sup>, С.В. Фонгратовски<sup>3</sup>, К.Л. Ковалёв<sup>4</sup>,  
Р.И. Ильясов<sup>4</sup>, В.Н. Полтавец<sup>4</sup>, Б.А. Лёвин<sup>5</sup>, А.М. Давыдов<sup>5</sup>,  
П.В. Куренков<sup>5</sup>, И.В. Карапетянц<sup>5</sup>, П.В. Крюков<sup>6</sup>, Б.В. Дроздов<sup>7</sup>,  
В.С. Кропошин<sup>8</sup>, М.Ю. Семёнов<sup>8</sup>, Н.А. Нижельский<sup>8</sup>, В.А. Соломин<sup>9</sup>,  
В.А. Богачёв<sup>9</sup>, В.М. Фомин<sup>10</sup>, Д.Г. Наливайченко<sup>10</sup>, Т.В. Богачёв<sup>11</sup>,  
Ю.А. Терентьев<sup>12</sup>

<sup>1</sup> НПО «АСТ», <sup>2</sup> ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, <sup>3</sup> ИРЭ им.  
В.А. Котельникова РАН, <sup>4</sup> МАИ им. С. Орджоникидзе, <sup>5</sup> МИИТ, <sup>6</sup>  
Эксперт, <sup>7</sup> НИИ ИАТ, <sup>8</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, <sup>9</sup> РГУПС, <sup>10</sup> ИТПМ им.  
С.А. Христиановича СО РАН, <sup>11</sup> РГЭУ(РИНХ), <sup>12</sup> Независимый эксперт

**Аннотация.** Оцениваются разносторонние преимущества интегральной транзитной транспортной системы (ИТТС) России, создаваемой на базе вакуумного магнитолевитационного транспорта (ВМЛТ) в сравнении с функционирующими в настоящее время традиционными системами пассажирских и грузовых перевозок. Определяются перспективные направления разрабатываемого комплексного подхода, целью которого является перевод транспортной системы России на качественно более высокий уровень.

**Ключевые слова:** вакуумный магнитолевитационный транспорт, ВТСП, удельные энергозатраты, транзитный транспортный ресурс, магнитный подвес, вакуумный трубопровод.

Российская Федерация расположена на пересечении кратчайших торговых путей между странами Западной и Северной Европы, Ближнего Востока, Центральной Азии и азиатской части Тихоокеанского региона, между которыми формируется значительная доля международных товаротранспортных потоков. Именно РФ обладает возможностями стать оптимальным коммуникационным мостом между этими полюсами экономического и технологического развития [1].

Отсюда возникает необходимость максимально быстрой реализации её огромного транзитного транспортного потенциала (ТПП). Экономические и геополитические результаты реализации этого потенциала могут быть соизмеримы с сегодняшними выгодами от

#### *4. Транспортные проекты нового поколения*

экспорта систем вооружений, запасов полезных ископаемых, углеводородных и сырьевых ресурсов [2].

Переход общества на новый технологический уклад формирует систему новых экономических отношений, центральным звеном которой становится категория времени. Появляется новая сущность – экономика высоких скоростей [3]. Но ускорение темпов научно-технического прогресса и глобализации экономики в XXI веке вступают в противоречие с низкими темпами развития и возможностями модернизации существующих транспортных систем (ТС). Необходимо эффективное решение проблемы кардинального повышения скорости и пропускной способности транспортных систем при малых затратах энергии [4-6].

Рассматриваемый крупномасштабный инфраструктурный проект создания ИТТС на базе ВМЛТ является примером энергетически эффективной конвергенции магнитолевитационной, сверхпроводниковой и вакуумной технологий для наземного транспорта, позволяющей в перспективе достигать скорости движения порядка 6500 км/час при высокой пропускной способности магистрального путепровода и рекордно низких энергетических затратах [7, 8].

Для современных традиционных транспортных технологий основными лимитирующими факторами и тормозом прогресса являются недостаточные предельные скорости транспортных средств (ТСР), низкие транспортная эффективность, пропускная и провозная способности транспортных магистралей. В частности, на железнодорожном транспорте для изначально используемой технологии движения «колесо–рельс» наметились проблемы при последовательном достижении транспортом двух технологических пределов роста скорости ТСР. Первый предел связан с ограничением динамики разгона и торможения ТСР, зависящим от сцепления колеса с рельсом и с надёжностью токосъема на постоянном токе и переменном токе. Второй предел связан с ограничением возможности дальнейшего повышения скорости ТСР (свыше примерно 500 км/ч), обусловленным квадратичным ростом аэродинамического сопротивления его движению [9]. Логичным видится переход на бесконтактные (маглев) или магнитолевитационные транспортные (МЛТ) принципы организации движения ТСР, активно развиваемые в настоящее время, в том числе и в нашей стране [10-12]. «Атмосферный» МЛТ является перспективным первым этапом развития высоко- и сверхвысокоскоростного наземного транспорта. В стратегической перспективе реализация проекта и его передовой отечественной разработки «МагТранСиТи» [13] в комбинации с ВМЛТ позволит добиться сверхскоростного транспортного соединения акваторий Тихого и Атлантического океанов через Евразийский континент по территории России. Это откроет возможности создания межконтинентальных транспортных магистралей, развития целого ряда новых технологических

решений в области энергетики, сверхпроводимости, криогеники, способных существенно улучшить экологическую ситуацию в мире.

Концепция ВМЛТ по технологии является примером эффективной конвергенции магнитолевитационной, сверхпроводниковой и вакуумной, технологий для наземного транспорта, позволяющей ему в потенциале достигать скорости движения ТСР порядка 6500 км/час и более, при весьма высокой пропускной способности магистрального путепровода, приемлемой стоимости перемещения пассажиров и грузов и рекордно низких затратах энергии.

Результаты сравнения различных ТС по показателю удельных энергозатрат на перевозку единицы груза на единицу расстояния (в размерности в килоджоулях на тонно-км) в терминах так называемой «физической экономики» показывают, что без учёта ВМЛТ наилучшие параметры энергетической эффективности имеет железнодорожный транспорт классического типа, уступающий ВМЛТ по эффективности почти в 10 раз. Если же в качестве критерия использовать совокупные энергозатраты на перемещение тонны груза из точки отправления в точку прибытия (в килоджоулях на тонну), то показаны совершенно очевидные преимущества транспортного транзита на основе ВМЛТ по всем сравниваемым параметрам, причём по основному, целевому параметру Р – совокупным энергозатратам – они меньше почти на порядок.

Вакуумно-трубопроводная транспортная технология идеально отвечает нуждам XXI века. Она толерантна к большинству существующих транспортных, в том числе и к любому типу маглев-технологий [10-13].

Основные концептуальные принципы данной технологии, описанные в работах [7-9], формулируются следующим образом: «В разреженной среде сдвоенного вакууммированного магистрального магнитолевитационного путепровода, располагаемого эстакадно над относительно равнинной поверхностью земли, в тоннеле под землёй или даже под поверхностью водной преграды, перемещаются на принципах бесконтактной магнитной левитации лёгкие, компактные и герметичные капсулы с размерами, оптимизированными для конкретных задач транспортировки как людей, так и грузов, со скоростями вплоть до 6500 км/ч и более».

Таким образом, сегодня фактически единственным экономически и технически приемлемым решением задачи энергоэффективного повышения скорости высоко- (до 500 км/час) и сверхвысокоскоростного (от 500 км/ч вплоть до 6500 км/ч и выше) экологичного наземного транспорта является замена системы колесо-рельс на систему магнитного подвеса и замена окружающей среды на искусственно созданную вакуумную, в которой аэродинамическое сопротивление транспорта будет относительно мало. И здесь у ВМЛТ на сегодняшний день конкурентов на суше практически нет.

#### 4. Транспортные проекты нового поколения

Морские перевозки пока могут составить некоторую конкуренцию ВМЛТ по рентабельности транспортных проектов, т.к. не требуют вложений в строительство и поддержание трасс. В краткосрочной перспективе (20-30 лет) у России в этом направлении тоже есть возможность развивать новые технологии – осуществлять перевозки грузов подо льдом Северного Ледовитого океана [14]. Круглогодичное использование транзитного транспортного коридора через Северный Ледовитый океан сравнимо по значимости с эксплуатацией каналов между океанами – Суэцкого и Панамского. Но, возможно, по мере развития сети трасс ВМЛТ их превосходство в скорости и энергоэкономичности доставки грузов приведёт к переходу значительной части морских грузопотоков на систему ВМЛТ.

При этом система ВМЛТ может обеспечить в 50 раз больше перевозок на 1 кВтч электроэнергии, чем самые эффективные электромобили или поезда. Эстакадную сеть ВМЛТ можно построить за 1/10 стоимости высокоскоростной рельсовой дороги, или за 1/4 стоимости сопоставимой высокоскоростной автострады при пропускной способности всего одной пары вакуумированных путепроводов как у 32 полос магистральной высокоскоростной автострады» [15,16].

Выводы:

1. Технологии и варианты дальнейшего развития высоко- и сверхвысокоскоростных транспортных средств являются экономически выгодными для России, инженерно реализуемыми высокотехнологичными решениями в области магнитолевитационной, вакуумно-криогенной, оптоволоконной и сверхпроводниковой техники.

2. Основным сдерживающим фактором для повсеместного внедрения такой транспортной системы сейчас является отсутствие реализованного репрезентативного и коммерчески привлекательного пилотного проекта, разработка и реализация которого и является сейчас наиболее срочной и актуальной задачей.

Работа поддержана РФФИ, грант 17-20-04236.

#### Литература

1. Дроздов Б.В. Геостратегические проекты дальневосточного развития России // Сборник «Культура. Народ. Экосфера», труды социокультурного семинара имени Бугровского. Выпуск 4. – М.: "Спутник+", 2009.
2. Малинецкий Г.Г. Чтоб сказку сделать былью... Высокие технологии – путь России в будущее. Изд. 3-е. – М.: ЛЕНАРД, 2015. – 224 с. (Синергетика: от прошлого к будущему. №58. Будущая Россия. №17).
3. Журавлева Н.А., Панычев А.Ю. Проблемы экономической оценки скорости в транспортно-логистических системах в новом

- технологическом укладе // Транспортные системы и технологии. Выпуск 4(10), 2017. <http://www.transssyst.ru/410-17-7.html>
4. Терентьев Ю.А. Основные преимущества и особенности высокоскоростного вакуумного транспорта «ЕТЗ» // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015, №6, С.10-21.
  5. Терентьев Ю.А. Преимущества и перспективы «ЕТЗ» – высокоскоростного сверхпроводникового магнитолевитационного наземного транспорта в вакуумированном трубопроводе // Сборник трудов III национальной конференции по прикладной сверхпроводимости (НКПС-2015), Москва. С. 316-332.
  6. Фомин В.М., Звезгинцев В.И. и др. Вакуумный магнитолевитационный транспорт: поиск оптимальных рабочих параметров // Транспортные системы и технологии. 2016. Вып (3)5. <http://www.transssyst.ru/4-razdel1-2-Fomin.html>
  7. Дроздов Б.В., Терентьев Ю.А. Перспективы вакуумного магнитолевитационного транспорта // Мир транспорта. 2017. Т.15, №1, с. 90-99.
  8. Lyovin B.A., Davydov A.M. et al. The development of criteria for evaluating energy efficiency and the choice of the optimal composition of the subsystems in the Russian integral transit transport system // The 11th International Symposium on Linear Drives for Industry Applications (LDIA 2017), Osaka, Japan, 2017.
  9. Этика, транспорт и устойчивое развитие: социальная роль транспортной науки и ответственность ученых: Международная конференция ЮНЕСКО / Под общей редакцией И.В. Карапетынц, Г.Г. Малинецкого – М.: Агентство интеллектуальной собственности на транспорте (АИСнТ), 2016. – Терентьев Ю.А. «Evacuated tube transport technologies» (ЕТЗ) – новая транспортная парадигма XXI века. С. 99-106.
  10. Магнитолевитационный транспорт: научные проблемы и технические решения / Под ред. Ю.Ф. Антонова, А.А. Зайцева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 612 с.
  11. Зайцев А.А. Отечественная транспортная система на основе магнитной левитации // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015, №6, С. 22-27.
  12. Магнитолевитационная транспортная технология / Под ред. В.А. Гапановича. – М.: Физматлит, 2014. – 476 с.
  13. Магнитолевитационный транспорт в единой транспортной системе страны: монография / А.А. Зайцев, Е.И. Морозова, Г.Н. Талашкин, Я.В. Соколова. – СПб.: Издательство ООО «Типография «НП-Принт», 2015. – 140 с.
  14. Малинецкий Г.Г., Смолин В.С. Подводные суда для транзитного коридора ЮВА–Европа в Северном Ледовитом океане (в этом сборнике).

*4. Транспортные проекты нового поколения*

15. ET3 online education // The website of the Evacuated Tube Transport Technology. URL: <http://et3.eu/et3-online-education.html> (дата обращения: 07.02.2018).
16. Терентьев Ю.А. К вопросу выбора диапазона рабочих параметров вакуумного магнитолевитационного транспорта / Фомин В.М., Наливайченко Д.Г., Терентьев Ю.А. / XI международная научно-техническая конференция «Вакуумная техника, материалы и технология», Москва, КВЦ «Сокольники», 12–14 апреля, 2016.