



**Преимущества и перспективы  
«ВМЛТ», - «Вакуумного  
Магнито-Левитационного Транспорта»  
на базе ЕТЗ, как основы создания  
ИТТС - Интегральной Транзитной  
Транспортной Системы  
России.**

**ДОКЛАДЧИК:**

**ТЕРЕНТЬЕВ ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ,**

*НЕЗАВИСИМЫЙ ЭКСПЕРТ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНОЙ*

*СВЕРХПРОВОДИМОСТИ, КРИОГЕННО-ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ И  
ВАКУУМНОГО МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА,*

*официальный представитель «ЕТЗ» в Российской Федерации.*

**Международный форум**

**- выставка ND Expo 2017**

**20.03.2017**

**«Наша задача в ближайшие годы – осуществить индустриальный рывок, ... добиться результатов по приоритетным направлениям развития страны, а это рост экономики, обновление промышленности и инфраструктуры, ... без развития инфраструктуры вложения в отдельные сектора экономики очень затруднительны, частные инвестиции очень затруднительны или почти невозможны. Поэтому здесь роль государства будет заключаться в инвестициях в инфраструктуру.**

- Проекты в промышленности и сельском хозяйстве получают доступ к кредитным ресурсам по низкой процентной ставке через инструменты проектного финансирования.**

**Вопрос – в этих проектах, которые были бы интересны, перспективны и эффективны »,**

**Президент России В.В.Путин**

**на Инвестиционном форуме « Россия зовёт ! » 02.10.2014 г.:**

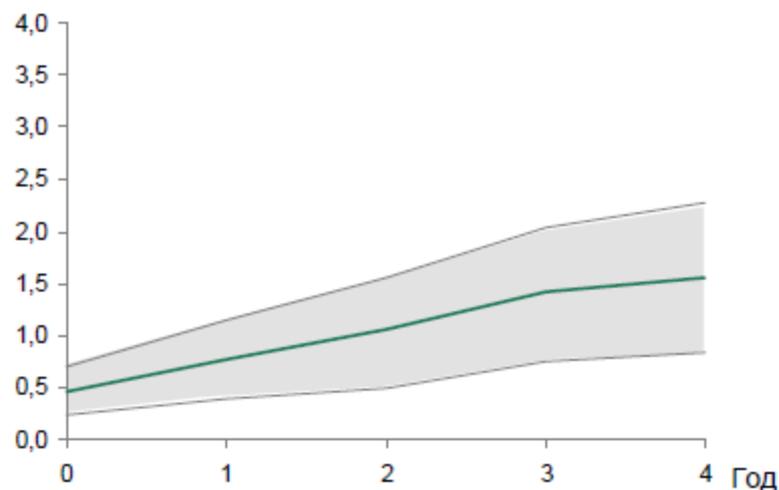
# Инвестиции в инфраструктуру критичны для роста ВВП – особенно в период кризиса

Результаты исследования МВФ<sup>1</sup>

**Увеличение инвестиций в инфраструктуру на 1% ВВП приводит к долгосрочному ускорению роста экономики на 1,5% в год...**

Влияние роста гос инвестиций в инфраструктуру на 1% ВВП в  $t=0$ , в среднем

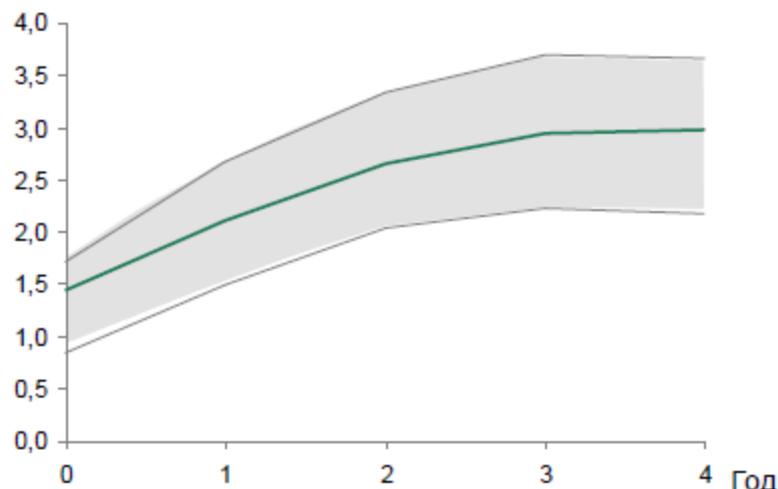
Эффект на рост ВВП, %



**... а в условиях кризиса – до 3% в год**

Влияние роста гос инвестиций в инфраструктуру на 1% ВВП в  $t=0$ , в условиях низкого роста ВВП

Эффект на рост ВВП, %



**Уже через два года после увеличения инвестиций в инфраструктуру рост ВВП ускорится на 2,5%**

1. Международный Валютный Фонд. "Is it time for an infrastructure push? The macroeconomic effects of public investment" (октябрь 2014)

# Сегодня РФ недоинвестирует в транспортную инфраструктуру до 2.5–3.0 трлн. руб в год

Пример: транспорт

Инвестиции в транспортную инфраструктуру, % от ВВП

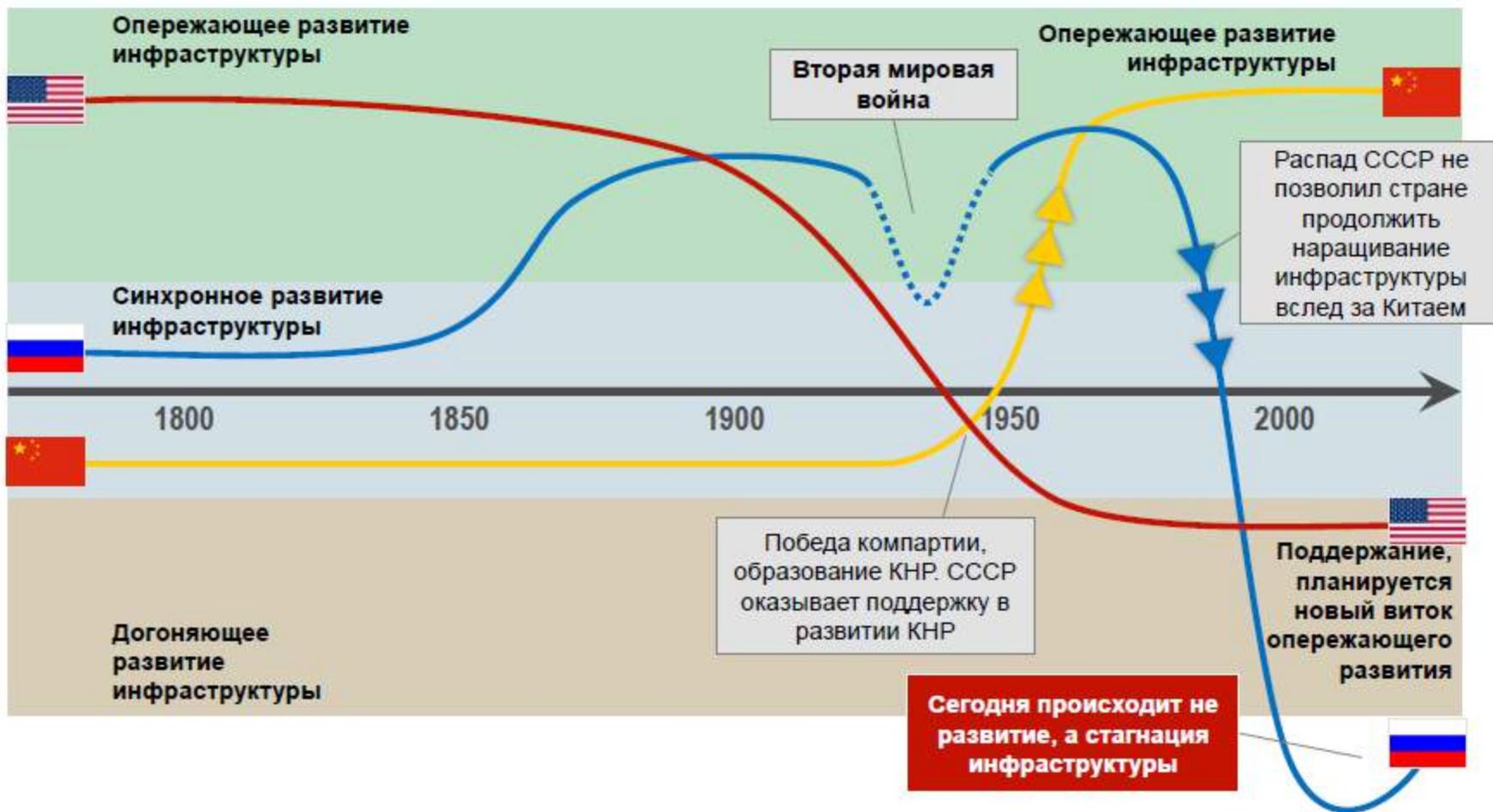


Источник: Доклад BCG "Развитие транспортной инфраструктуры России: игра на опережение?" (2012)

THE BOSTON CONSULTING GROUP

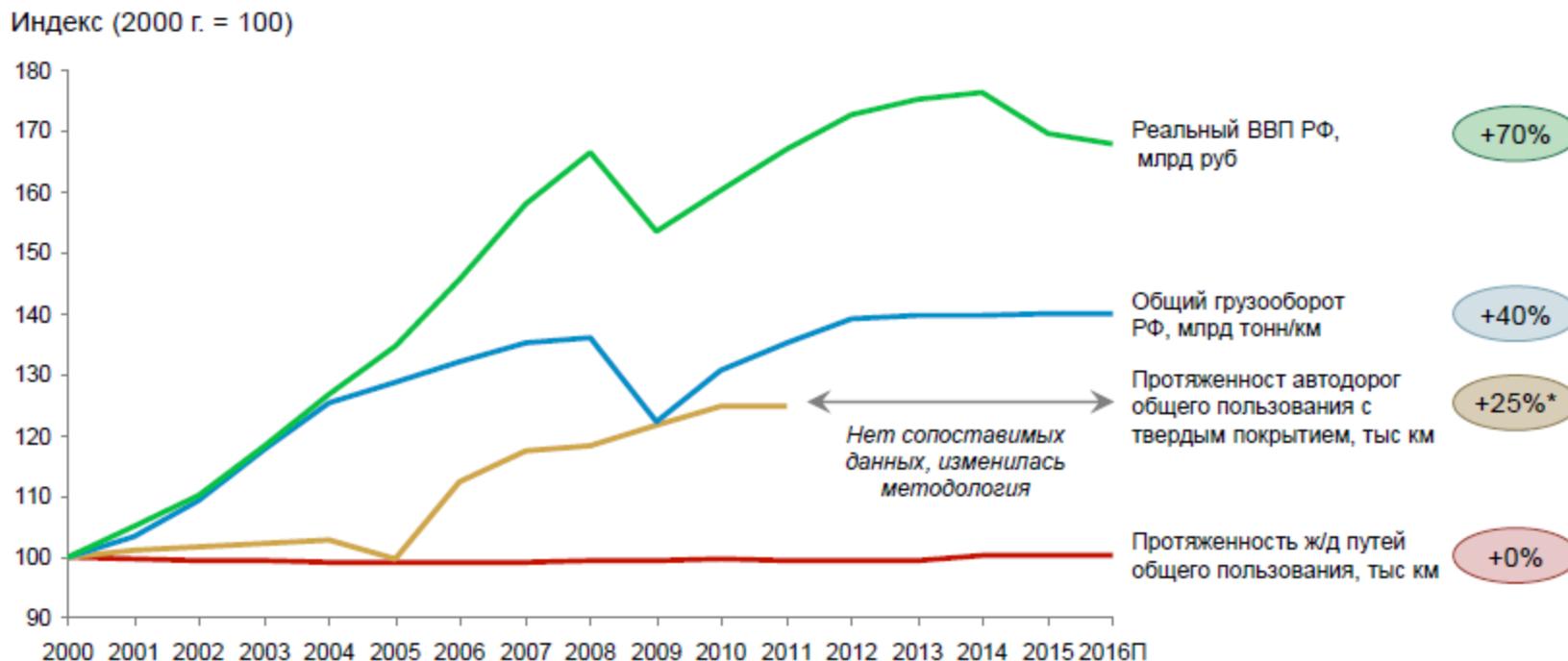
# Как итог, опережающее развитие сменилось догоняющим

Развал СССР остановил развитие инфраструктуры, а недофинансирование привело к стагнации



Источник: Анализ BCG

# РФ требуется ускоренное развитие транспортной инфраструктуры, чтобы преодолеть сформировавшийся разрыв



\*к 2011 г. Последующие данные несопоставимы с более ранними периодами

Примечание: данные по протяженности дорог с твердым покрытием только до 2011 г., последующие данные несопоставимы с более ранними периодами  
Источник: Росстат, Росавтодор

*«Исторически глобальное геотерриториальное преимущество России - огромная территория, соединяющая мировые экономические центры: стран Европейского союза, Юго-Восточной Азии, Североамериканского континента, - в последние десятилетия становится одним из стратегических факторов, угрожающих сохранению целостности Российского государства в условиях нарастающих мировых проблем.*

*Кроме того, уже много лет в стране обсуждается необходимость формирования национальной идеи, символа возрождения России, консолидации и духовного обогащения».*

**«Сегодня нужен такой проект, который бы объединил материальные, научно-технологические, интеллектуальные ресурсы, культурный и духовный потенциал российского общества»**

**[ Фортов В.Е., Колесников В.И.**

## **ПРЕДПОСЫЛКИ И МАСШТАБ ПРОБЛЕМЫ**

**Перспективные инфраструктурные проекты , масштаб территории России и других стран , протяжённость их существующих и потенциальных магистралей, просто вынуждают нас искать новые пути увеличения скоростных характеристик транспортных средств (ТС) и соответствующей пропускной способности самих транспортных магистралей**

**11 МАРТА 2014 РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК (РАН) ПОДДЕРЖАЛА ПРОЕКТ ПРЕЗИДЕНТА ОАО «РЖД», РУКОВОДИТЕЛЯ ЦЕНТРА НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ МЕГАПРОЕКТА «ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЕВРАЗИЙСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА», ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАН, РЕКТОРА МГУ ПО СОЗДАНИЮ**

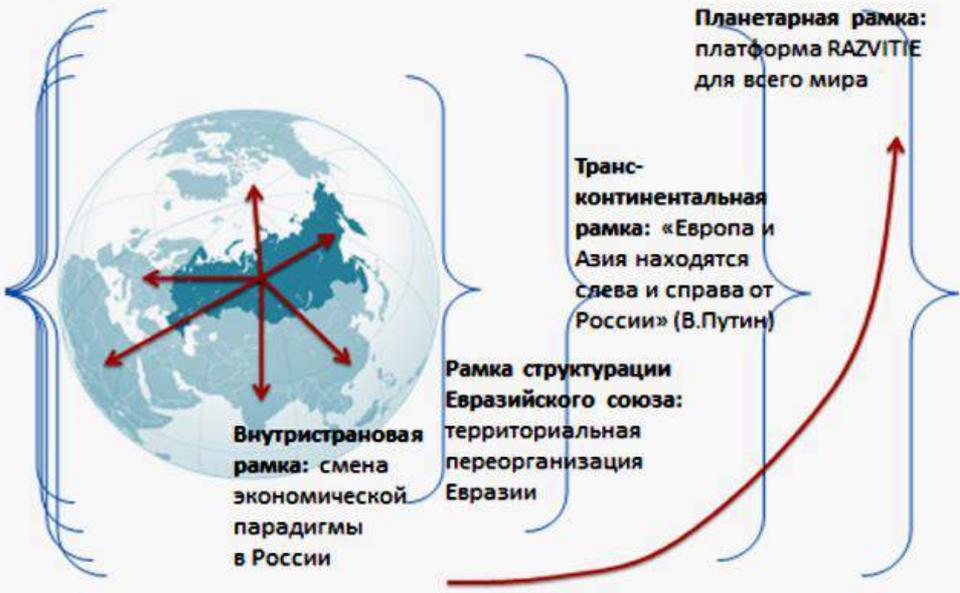
**ТРАНС - ЕВРАЗИЙСКОГО ПОЯСА « RAZVITIE » (ТЕПР)**

**КОТОРЫЙ ДОЛЖЕН СВЯЗАТЬ ЕВРОПУ И АЗИЮ ОТ АТЛАНТИЧЕСКОГО ДО ТИХОГО ОКЕАНА, С МАКСИМАЛЬНЫМ РАЗВИТИЕМ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА, А ТАКЖЕ СТАТЬ ПРОТОТИПОМ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ПАРАДИГМЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА.**

**ЧТОБЫ СТАТЬ ЦИВИЛИЗАЦИОННЫМ ЦЕНТРОМ  
НА ЕВРОАЗИАТСКОМ КОНТИНЕНТЕ  
РОССИИ ПРОСТО НЕОБХОДИМО РЕАЛИЗОВАТЬ  
МАСШТАБНЫЕ ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ ПРОЕКТЫ**

**АВТОРЫ ТЕПР РАССМАТРИВАЮТ ПЕРСПЕКТИВУ ЕГО ВЛИЯНИЯ В ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ И ПЛАНЕТАРНЫХ РАМКАХ: В ПЕРВОМ СЛУЧАЕ ПРОЕКТ СТАНЕТ ПЛОЩАДКОЙ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЕВРОСОЮЗА, КИТАЯ, ЯПОНИИ, КОРЕИ, МОНГОЛИИ И РОССИИ, А НА ПЛАНЕТАРНОМ УРОВНЕ, ПО ИТОГАМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА, ДОЛЖНА ПОЯВИТЬСЯ НОВАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА RAZVITIE. [2]**

**ТЕПР – проект планетарного действия**



**НО !** - УСКОРЕНИЕ ТЕМПОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА ,  
ГЛОБАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ В НАЧАЛЕ ХХІ ВЕКА И МАСШТАБ ЗАДАЧ ,

**ВСТУПАЮТ В ПРОТИВОРЕЧИЕ С НЕДОСТАТОЧНЫМИ ТЕМПАМИ  
РАЗВИТИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ  
ТРАДИЦИОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ,  
КОТОРЫЕ СТАНОВЯТСЯ ОДНИМ ИЗ ОСНОВНЫХ  
СДЕРЖИВАЮЩИХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ  
И ПЕРЕХОДА  
ОТ ДОГОНЯЮЩЕЙ , К ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ МОДЕЛИ  
РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ**

- **НАЗРЕЛА ОСТРАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ КАРДИНАЛЬНОГО  
УВЕЛИЧЕНИЯ СКОРОСТИ , ПРОПУСКНОЙ  
• И ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ  
• ТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ**



- Размер большого государства определяется так называемой транспортной теоремой, связывающей размер его территории со скоростью используемого транспорта и временем, через которое система должна реагировать на чрезвычайные ситуации, возникающие на её периферии.
  - Идеально было бы обеспечить
- экономически оправданный поток людей и грузов
  - , например, из Владивостока в центр,
  - со временем пути в несколько часов.
- **Ни самолеты, ни традиционные высокоскоростные поезда эту задачу не решат.**

РЕШЕНИЕМ ПРОБЛЕМЫ ЯВЛЯЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ  
«ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВОЙ» КОНЦЕПЦИИ -

## « EVACUATED TUBE TRANSPORT TECHNOLOGY » ЕТЗ [3],

ИЛИ «ВАКУУМНО-ТРУБОПРОВОДНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ »  
(«ВТТТ» ИЛИ «ВТЗ»)

- Впервые предложена в России профессором Томского политехнического института  
• Борисом Вейнбергом в 1914 году



400 ~ 600 км/ч



600 ~ 6500 км/ч

**ЕТЗ ЯВЛЯЕТСЯ ПРИМЕРОМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ КОНВЕРГЕНЦИИ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОЙ И ВАКУУМНОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА, ПОЗВОЛЯЮЩЕЙ В ПОТЕНЦИАЛЕ ДОСТИГАТЬ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТС ПОРЯДКА 6500 КМ/ЧАС ПРИ ВЫСОКОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ПУТЕПРОВОДА ЕТЗ, ПРИЕМЛЕМОЙ СТОИМОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПАССАЖИРОВ И ГРУЗОВ И НЕВЫСОКИХ ЗАТРАТАХ ЭНЕРГИИ В КОМБИНАЦИИ С НОВЫМИ ПЕРСПЕКТИВНЫМИ КРИОГЕННЫМИ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМИ ОПТОВОЛОКОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ [7].**

**Предлагается крупномасштабный инфраструктурный проект создания в перспективе, новой, интегральной системы транспорта ( ИСТ ),**

**позволяющей, в частности, решить проблему транспортной доступности регионов Сибири, Дальнего Востока, Крайнего Севера и Арктики, а также и многих зарубежных стран , континентов, и территорий будущего Евразийского Союза.**

**Основными центральными или магистральными, техническими компонентами возможной будущей**

**«Российской Транспортной Системы» (РТС), а в стратегической перспективе, и новой интегральной «ГТС»,– или**

**«Глобальной Транспортной Системы»,**

**станут элементы «ВМЛТ», или**

**«Вакуумного Магнито-Левитационного Транспорта»,**

**- сверхскоростные, изначально отечественные технологии, которые позволяют перевозить грузы и пассажиров со сверхзвуковыми (то есть большими скорости звука в воздухе ,или примерно, большими 1200 км/час,) скоростями движения ТС.**

**«РТС и ГТС» будут строиться на базе «ВМЛТ»  
на принципах**

**разумной транспортной интермодальности,**

**•объединяющей, по необходимости,**

**•все имеющиеся сейчас**

**традиционные виды транспорта,**

**включая и пока только развиваемые:**

**«атмосферный» маглев, беспилотные авиа**

**и новые безаэродромные амфибийные и**

**аэростатные инновационные средства транспорта**

**в качестве важнейших дополнительных**

**интермодальных составляющих полной системы, и в**

**наиболее оптимальном их сочетании.**

# Пример 1 дополнительного перспективного сопряжённого транспортного концепта в рамках реализации проектов межтранспортной интермодальности «РТС» и «ГТС»

Безаэродромные, Амфибийные, Высокоэкономичные,  
Высокоэкологичные летательные аппараты  
нового типа "ЭКИП"





**Рис. 1. Районы Крайнего Севера и местности, приравненные к ним**

Более 60% территории Российской Федерации относится к регионам Крайнего Севера и местностям, приравненным к ним, где авиация, зачастую, является единственным средством обеспечения транспортной доступности.

# Пример 2 дополнительного перспективного сопряжённого транспортного концепта в рамках реализации проектов межтранспортной интермодальности «РТС» и «ГТС»

Ресурс России

## ВВЕДЕНИЕ.



100 м

The diagram illustrates a subsea route concept. It features a horizontal line representing a subsea pipeline or route, with several small square markers along its length. Above this line, a vertical double-headed arrow indicates a depth of 100 meters. The background is a stylized representation of the ocean surface and water layers, with a light blue top layer and a darker blue bottom layer.

Основная идея:

круглогодичная навигация подо льдом Северного Ледовитого Океана.

Причина нереализованности:

высокая стоимость проектов, отсутствие экономического обоснования.

Цель доклада:

анализ возможности создания экономически эффективного подводного транспорта для Северного морского пути (СМП)

Смолин В.С. (smolin@keldysh.ru)

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

14 МАРТА 2017 Г.

A Место погрузки

P Murmansk

P Vladivostok, Russia

B Место выгрузки



FCL



Груз: FCL 20' ST - 1mt

Other Construction Tools

Ресурс России

# ПУТЬ ИЗ МУРМАНСКА ВО ВЛАДИВОСТОК

Murmansk

12848.93 mi (20719.21 km)

Time at Sea: a month

Vladivostok

1. MURMANSK

2. VLADIVOSTOK

No Rate

Murmansk

12074.21 mi (19431.42 km)

Time at Sea: a month

Petropavlovsk-Kamchatsky

2. PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY

1. MURMANSK

43(сценарий 41)

# ТРАНЗИТНЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ КОРИДОР.

Развитие судоходства по СМП можно рассматривать как аналогию строительства важнейших мировых каналов, таких как Суэцкий и Панамский. Вложения в развитие инфраструктуры СМП не представляются большими на фоне строительства таких каналов, а эффект от освоения СМП будет вполне сравнимым - откроется новый, короткий путь из ЮВА в Россию и Западную Европу.

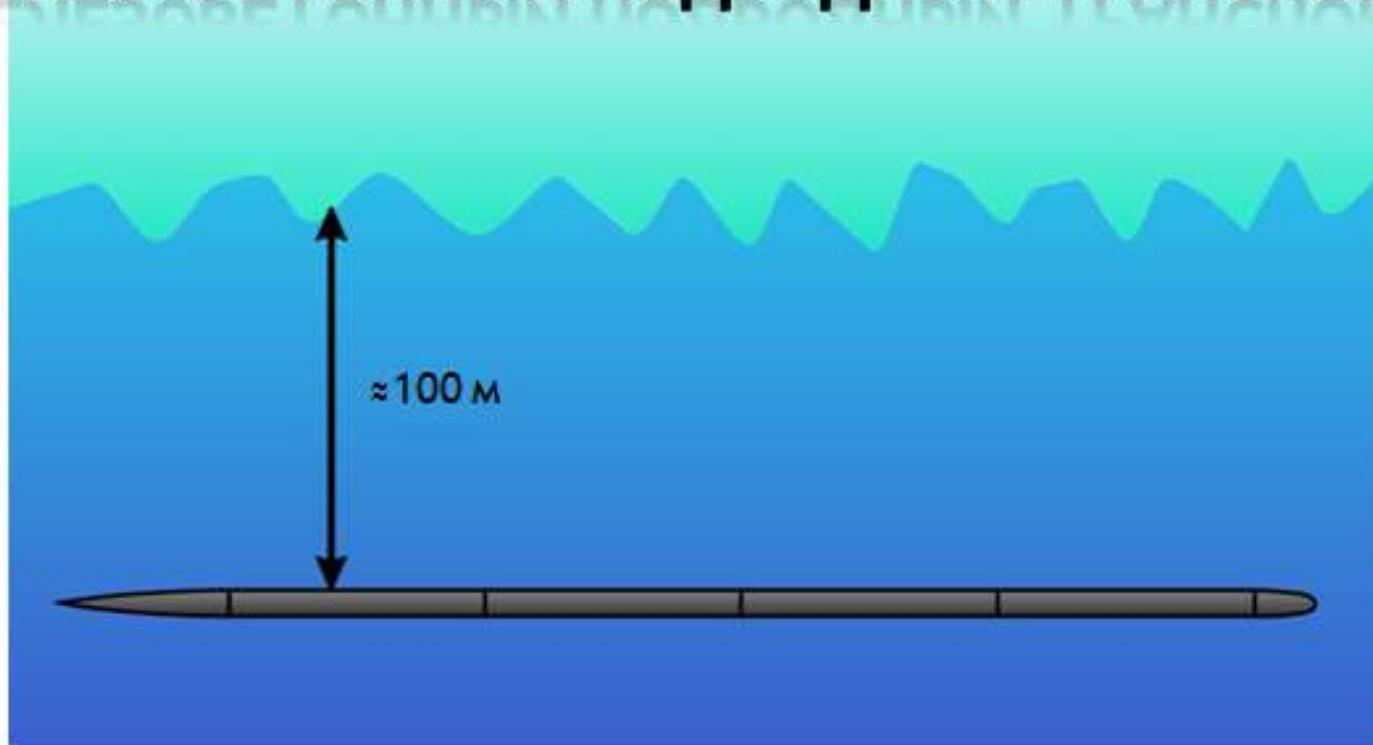
Ледокольное освоение имеет сильную зависимость от сезона и, что главное, движение ледокольных караванов не может происходить со скоростями, позволяющими конкурировать со сложившимися маршрутами с доставкой грузов из ЮВА и обратно за 20-30 дней.



Скорость движения ледокола во льдах не превосходит 5-10 км/час, то есть для преодоления даже 2000 км с такой скоростью потребуются 20-40 дней. Плюс ещё 10-15 дней по открытой воде. А в зимне-весенние месяцы до 6000 км СМП покрыты льдами.

Подводные транспортные суда не снижают скорость при движении подо льдами. Это позволит проходить из ЮВА в Западную Европу за 10-15 дней.

# ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЙ ПОДВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ



Подводное судоходство на глубинах 20-200 м снимает также и проблемы, создаваемые штормовым морем и встречным ветром. Это практически устраняет зависимость от погодных условий. Шторм, встречный ветер или ураган при доставке по поверхности могут задерживать груз в дороге на несколько дней/недель. Подводное судоходство значительно более предсказуемо.

# Пример 2 дополнительного перспективного сопряжённого транспортного концепта в рамках реализации проектов межтранспортной интермодальности «РТС» и «ГТС»

Ресурс России

## ПУТЬ ИЗ МУРМАНСКА ВО ВЛАДИВОСТОК



Северный морской путь от Мурманска до Владивостока составляет порядка 10 тысяч км (до Петропавловска-Камчатского около 8 тысяч км). Причём льды мешают мореплаванию на 2-6 тысячах км (в зависимости от сезона). Это альтернатива пути через Панамский или Суэцкий каналы, длина которых 22-23 тысячи км.

Ресурс России

## ПУТЬ В СТРАНЫ ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА



Северный морской путь сокращает расстояние до многих стран Тихоокеанского региона: Японии, Кореи, Китая более, чем в 2 раза. Но даже в Новую Зеландию и Австралию путь значительно сокращается - 16-17 вместо 22-24 тысяч км. До Лос-Анджелеса путь уменьшается с 15,8 до 10,5 тысяч км.

## Стратегическая перспектива - тренды развития транспортной системы

### ЦЕЛЬ:

**В ПЕРСПЕКТИВЕ ДОЛЖНЫ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ВСЕ ВОЗМОЖНЫЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА !  
НО КАЖДЫЙ ДОЛЖЕН БУДЕТ ОПРЕДЕЛИТЬ СВОЮ СОБСТВЕННУЮ,  
ОПТИМАЛЬНУЮ, «ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ НИШУ»**

**Стратегическая перспектива - тренды развития транспортной системы .  
(Современное видение от РЖД [ 20 ])**

**Стратегическая перспектива - тренды развития транспортной системы .  
(Потенциал изменения с появлением вакуумного транспорта ET3)**

Тренд*	Пазар*	Тенденции «+» в будущем*	Инструменты «+» для железнодорожного транспорта
Экологичность и энергоэффективность			Технологии
Удешевление			Технологии Система управления Кадры
Малообслуживаемые «+» и безлюдные технологии			Технологии
Безопасность			Кадры Технологии
Гибкость обслуживания			Технологии Система управления Кадры
Мультимодальность			Технологии Система управления
Ускорение перевозок			Технологии

Обозначения видов транспорта:



Тренд*	Пазар*	Тенденции «+» в будущем*	Инструменты «+» для железнодорожного транспорта
Экологичность и энергоэффективность			Технологии
Удешевление			Технологии Система управления Кадры
Малообслуживаемые «+» и безлюдные технологии			Технологии
Безопасность			Кадры Технологии
Гибкость обслуживания			Технологии Система управления Кадры
Мультимодальность			Технологии Система управления
Ускорение перевозок			Технологии

Обозначения видов транспорта: вакуумный



# ВИДЕНИЕ РЖД :

## Транспортные системы будущего



**«В XXI веке декларируется  
новый облик интегральной транспортной системы  
как «транспортно-технологическая система (ТТС)».  
Именно она несет в себе ...технологически единый транспортный  
процесс, обеспечивающий конкретные перевозки при  
увеличенных *пропускных способностях транспортных путей,*  
*появление принципиально* новых транспортных средств,  
увеличение вместимости и *грузоподъемности транспортных средств (ТС)*  
*и увеличение скорости передвижения.»* [2, стр. 546]**

**В РЖД измеряют четыре вида скорости перевозок :  
техническую, участковую, маршрутную  
скорости ТС и**

**скорость доставки грузов .**

**Поскольку рынок интересуется исключительно скоростью доставки  
грузов и пассажиров, то техническая, участковая и маршрутные  
скорости определяют эффективность инвестиционных и  
эксплуатационных расходов,  
а эффективность инновационной транспортной системы  
определяется только скоростью доставки**

**В ЧАСТНОСТИ, НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ РОССИИ  
ДЛЯ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»**

ПРИ СКОРОСТЯХ УЖЕ ОКОЛО **350 КМ/ЧАС**

**НАМЕТИЛИСЬ ПРЕДЕЛЫ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ,**

**С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ДИНАМИКИ РАЗГОНА И ТОРМОЖЕНИЯ,**

**СЦЕПЛЕНИЕМ КОЛЕСА С РЕЛЬСОМ, С НАДЁЖНОСТЬЮ ТОКОСЪЕМА НА ПОСТОЯННОМ И ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ , или –**

**с «ПЕРВЫМ ПРЕДЕЛОМ», а также «ВТОРЫМ ПРЕДЕЛОМ»,**

**повышения скорости ТС,**

**то есть быстрым РОСТОМ , С УВЕЛИЧЕНИЕМ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ, ЗАТРАТ МОЩНОСТИ  
НА ПРЕОДОЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ  
ДВИЖЕНИЮ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА (ТС).**

**В реалиях сегодняшнего состояния российской  
железнодорожной транспортно-технологической системы...**

**при средней технической скорости 47,3 км/ч**

**скорость доставки грузов - менее 15 км/ч. [2, стр 547]**

**ЛОГИЧНЫМ ВИДИТСЯ ПЕРЕХОД В БЛИЖАЙШЕЙ ПЕРСПЕКТИВЕ НА  
БЕСКОНТАКТНЫЕ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННЫЕ (МАГЛЕВ) ПРИНЦИПЫ  
ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТС, АКТИВНО РАЗВИВАЕМЫЕ В НАСТОЯЩЕЕ  
ВРЕМЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ И В НАШЕЙ СТРАНЕ [2.]**

# С ТЕХНОЛОГИЕЙ «МАГЛЕВ» ПРЕОДОЛЕВАЕТСЯ ПЕРВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРЕДЕЛ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ТС

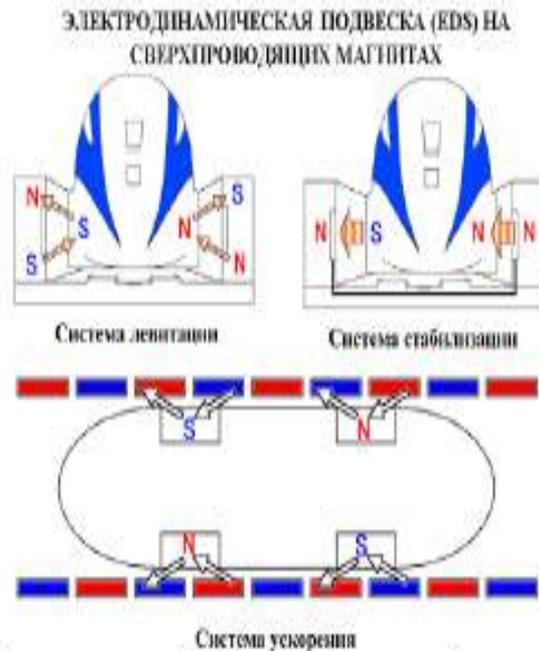


Рис. 6. Электродинамическая подвеска (EDS) на сверхпроводящих магнитах, установленных как на поезде, так и на трассе. Движение маглева осуществляется за счёт линейного двигателя. В отличие от электромагнитной подвески (EMS), поездам, созданным по технологии EDS, требуются дополнительные колёса при движении на малых скоростях (до 150 км/ч). При достижении определённой скорости колёса отделяются от земли и поезд «летит» на расстоянии нескольких сантиметров от поверхности.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ПОДВЕСКА (EMS)



Рис. 7. Электромагнитная подвеска (EMS). Состав с (EMS) левитирует за счёт отталкивания одинаковых полюсов магнитов и, наоборот, притягивания разных полюсов. Движение осуществляется линейным двигателем.

# БЕСКОНТАКТНЫЕ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННЫЕ (МАГЛЕВ) ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТС [3]



*Рис. 5. Скорость, достигаемая поездами на магнитной подушке, сравнима со скоростью самолёта и позволяет составить конкуренцию воздушному транспорту на ближне- и среднемагистральных направлениях (до 1000 км).*

*Слева - JR-Maglev (Япония). Используется электродинамическая подвеска (EDS) на сверхпроводящих магнитах.*

*Справа - Transrapid (Германия). Используется электромагнитная подвеска (EMS).*

**БЕСКОНТАКТНЫЕ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННЫЕ (МАГЛЕВ) ПРИНЦИПЫ  
ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТС**  
**Рекорд скорости – 1000 км/час**

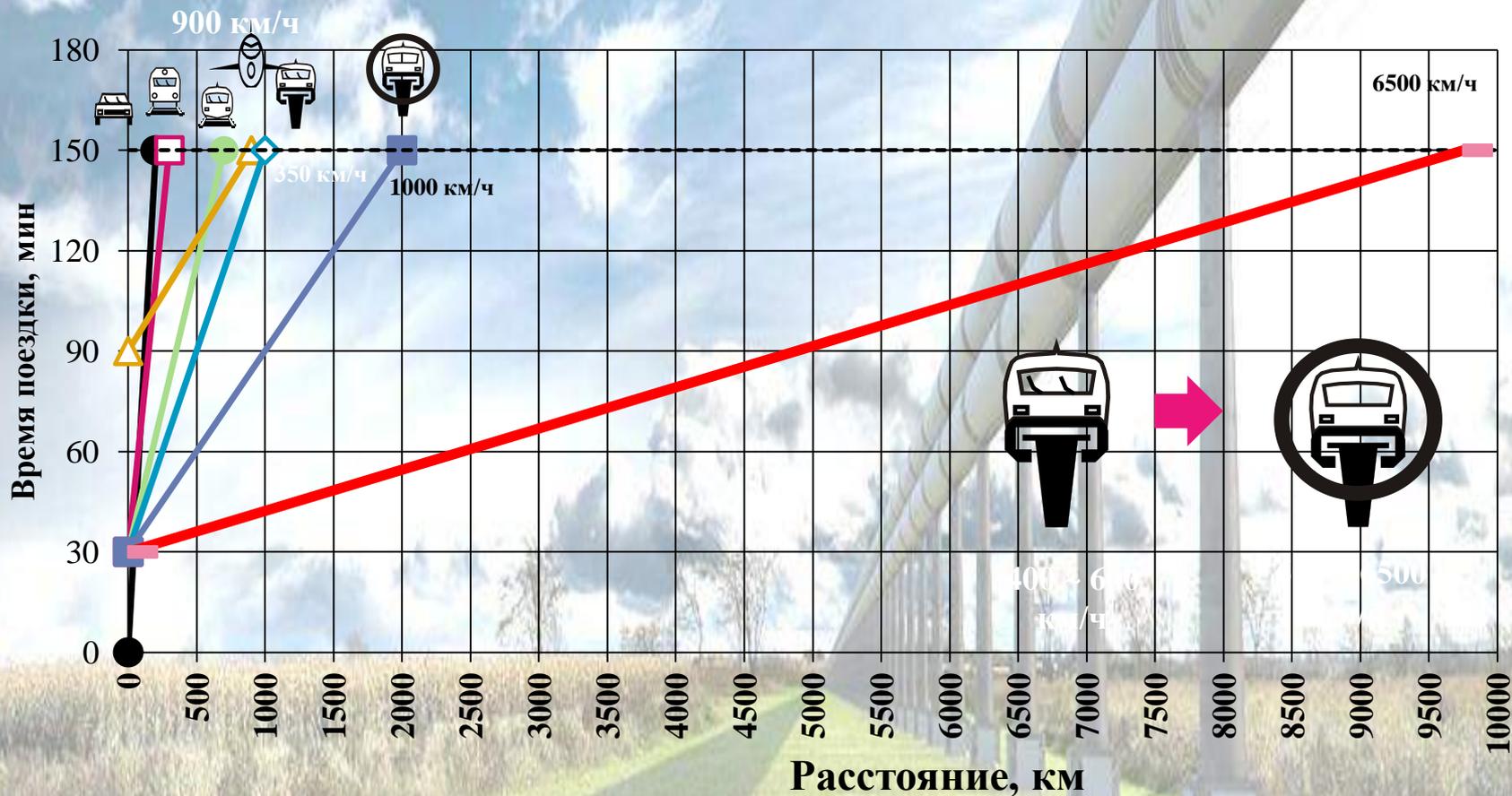


# **НО ЕСТЬ ВТОРОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРЕДЕЛ РОСТА СКОРОСТИ ТС !!!**

**ДАЖЕ В МАГЛЕВ,  
ПО МЕРЕ РОСТА СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТС,  
КВАДРАТИЧНО ВОЗРАСТАЕТ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ,  
И ПРИ ДОСТИГНУТЫХ УЖЕ СЕЙЧАС РЕКОРДНЫХ СКОРОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ  
ПОРЯДКА 1000 КМ/ЧАС,**

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ,  
ВОЗРАСТАЮЩЕЙ КАК КУБ СКОРОСТИ МОЩНОСТИ  
ПРИВОДА ТС , ВЫНУЖДЕННО ЗАТРАЧИВАЕТСЯ НА ЕГО  
ПРЕОДОЛЕНИЕ, ТАКЖЕ ОПРЕДЕЛЯЯ ПРЕДЕЛЫ  
ПРИМЕНИМОСТИ ДАЖЕ ЭТОЙ, БОЛЕЕ ПРОГРЕССИВНОЙ  
ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

# РАЦИОНАЛЬНЫЕ СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСПОРТА



- личный автомобиль (80 км/ч)
- рельсовый транспорт (120 км/ч)
- рельсовый высокоскоростной транспорт (350 км/ч)
- транспорт на магнитном подвесе (500 км/ч)
- вакуумный поезд (1000 км/ч)
- вакуумный поезд (6500 км/ч)
- ограничение по времени поездки

# 1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ЕТЗ



**ВАКУУМНАЯ ТРУБОПРОВОДНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ОТВЕЧАЕТ НУЖДАМ XXI ВЕКА.**

**В НЕЙ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ КОМПАКТНЫЕ, ЛЁГКИЕ И ГЕРМЕТИЧНЫЕ КАПСУЛЫ  
С РАЗМЕРАМИ, ОПТИМИЗИРОВАННЫМИ ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ ЗАДАЧ  
ТРАНСПОРТИРОВКИ В РАЗРЕЖЕННОЙ СРЕДЕ ВАКУУМИРОВАННОГО  
МАГИСТРАЛЬНОГО МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ПУТЕПРОВОДА  
ЛЮДЕЙ И ГРУЗОВ СО СКОРОСТЯМИ ДО 6500 КМ/Ч И БОЛЕЕ.**

**ОПТИМАЛЬНАЯ ПУСТАЯ КАПСУЛА ВЕСИТ ВСЕГО 183 КГ, РАЗМЕРАМИ БОЛЬШЕ НАПОМИНАЕТ АВТОМОБИЛЬ И  
МОЖЕТ ТРАНСПОРТИРОВАТЬ ДО 4 - 6 ЧЕЛОВЕК ИЛИ 367 КГ ГРУЗА. ПО СРАВНЕНИЮ С ПОЕЗДАМИ  
ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ РЕЛЬСОВОЙ (ВСР), СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛОЁМКость ЕТЗ В ПЕРЕСЧЕТЕ НА ОДНОГО  
ПАССАЖИРА СОСТАВИТ МЕНЕЕ ЧЕМ 1/20 ЧАСТЬ МАТЕРИАЛОЁМКости ВСР .**



# 1. ОСОБЕННОСТИ ЕТЗ



**КАПСУЛА РАЗГОНЯЕТСЯ И ЗАМЕДЛЯЕТСЯ ПРИ ПОМОЩИ ЛИНЕЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ, РАЗМЕЩЕННЫХ ВО ВНУТРЕННЕМ ПРОСТРАНСТВЕ ВАКУУМИРОВАННЫХ ПУТЕПРОВОДОВ И СТАНЦИЙ - ПОРТАЛОВ.**

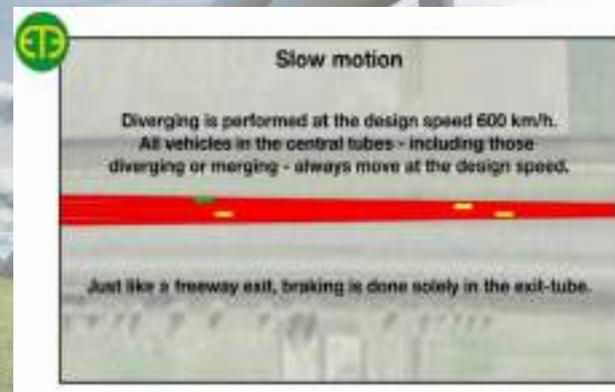
**ЭНЕРГИЯ, ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ КАПСУЛ, ПОЧТИ ПОЛНОСТЬЮ КОМПЕНСИРУЕТСЯ ВО ВРЕМЯ ПРОЦЕССА УМЕНЬШЕНИЯ СКОРОСТИ И ТОРМОЖЕНИЯ КАПСУЛ.**

**ВАКУУМ ВНУТРИ ТРУБЫ ПОЗВОЛЯЕТ УМЕНЬШИТЬ СОПРОТИВЛЕНИЕ ВОЗДУХА, А МАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ СПОСОБСТВУЕТ УСТРАНЕНИЮ ВСЕХ ВИДОВ ТРЕНИЯ (ОБЫЧНЫХ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ).**

**ТАКИМ ОБРАЗОМ, КАПСУЛА ДВИЖЕТСЯ МЕЖДУ ДВУМЯ СТАНЦИЯМИ С ПОЧТИ ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТЬЮ, НЕ НУЖДАЯСЬ В СОБСТВЕННОМ ДВИГАТЕЛЕ.**



# 1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ET3



**ВСЕ КАПСУЛЫ КОНТРОЛИРУЮТСЯ ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРА, ПОЭТОМУ ЧЕЛОВЕК ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЕЮ (МАШИНИСТ, ВОДИТЕЛЬ) НЕ НУЖЕН.**

**КАЖДАЯ КАПСУЛА ПЕРЕДВИГАЕТСЯ ПО СИСТЕМЕ ВАКУУМИРОВАННЫХ ПУТЕПРОВОДОВ НЕЗАВИСИМО И ПРЯМО К МЕСТУ НАЗНАЧЕНИЯ (БЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОСТАНОВОК).**

**КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ И ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧИВАЮТ ОТСУТСТВИЕ ЗАТОРОВ.**

## **РАЗМЕРЫ КАПСУЛЫ. ДИКТУЕТ ЭКОНОМИКА.**

**СТОИМОСТЬ ЗАТРАТ НА ЕТЗ В БОЛЬШОЙ СТЕПЕНИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ МАРШРУТНОЙ СКОРОСТЬЮ ,  
ДИАМЕТРОМ ТРУБЫ И БЫСТРО ВОЗРАСТАЕТ С ИХ УВЕЛИЧЕНИЕМ,  
ТАК ЧТО СТОИМОСТЬ ПРИМЕРНО ПРОПОРЦИОНАЛЬНА КУБУ ДИАМЕТРА ВАКУУМНОГО ТРУБОПРОВОДА.**

**В КОНЦЕПЦИИ ЕТЗ ПРИНЯТО РАССМАТРИВАТЬ МАРШРУТНЫЕ СКОРОСТИ ПОРЯДКА  
60 км/ч для масштаба ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ,  
650 км/ч для МЕЖДУГОРОДНЕГО  
и 6500 км/ч для МЕЖДУНАРОДНОГО И МЕЖКОНТИНЕНТАЛЬНОГО СООБЩЕНИЯ.**

**ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК [3] ПОКАЗЫВАЮТ, ЧТО БОЛЬШИНСТВО ТОВАРОВ, ОТПРАВЛЯЕМЫХ В  
КОНТЕЙНЕРАХ, ПАКУЮТСЯ В ПАЛЛЕТЫ ИЛИ В КАРТОН.**

**ЕСЛИ БЫ КАПСУЛА ЕТЗ БЫЛА НА НЕСКОЛЬКО САНТИМЕТРОВ МЕНЬШЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА,  
ОНА НЕ СМОГЛА БЫ ОТВЕЧАТЬ САМЫМ ОБЩИМ ТРЕБОВАНИЯМ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК. НЕ УМЕСТИЛИСЬ БЫ  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ХОЛОДИЛЬНИКИ, ПЕЧИ, МЕБЕЛЬ.**

**ОБЪЁМ ПЕРЕВОЗИМОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ ГРУЗОВ БЫСТРО ВОЗРАСТАЕТ С ДИАМЕТРОМ.**

**ЕСЛИ ДИАМЕТР ОКОЛО 1 М, ТО ВПИСЫВАЕТСЯ БОЛЕЕ 70%,  
ЕСЛИ 1.3 М – ОКОЛО 94%. НОМЕНКЛАТУРЫ ГРУЗОВ.**

**ИССЛЕДОВАНИЯ ТАКЖЕ ПОКАЗЫВАЮТ, ЧТО ОПТИМАЛЬНЫЕ КАПСУЛЫ ЕТЗ ,ПРИМЕРНО РАЗМЕРОМ  
С АВТОМОБИЛЬ , ДИАМЕТРОМ 1.3 М И ДЛИНОЙ 4.95 М, КОТОРЫЕ ВМЕЩАЮТ ДО 4-6 ВЗРОСЛЫХ (ИЛИ 3 ПАЛЛЕТЫ)  
МОГУТ ВЫТЕСНИТЬ БОЛЕЕ 90% СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ  
ПО ПЕРЕВОЗКЕ ЛЮДЕЙ И ГРУЗОВ.[3]**

**СООТВЕТСТВЕННО ПРИНЯТО, ЧТО ЭКОНОМИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ВАКУУМНОГО ТРУБОПРОВОДА  
СОСТАВЛЯЕТ ОКОЛО 1500 ММ ИЛИ 1,5 МЕТРА. К ЭТОМУ РАЗМЕРУ БУДУТ ОТНЕСЕНЫ ДАЛЬНЕЙШИЕ ПРИМЕРЫ ОЦЕНКИ  
ПАРАМЕТРОВ ЕТЗ.**

# РЕАЛЬНО ДОСТИГНУТЫЕ ОРИЕНТИРЫ: БЕЗОПАСНОСТЬ



ЧАСТОТА ДВИЖЕНИЯ Поездов в часы пик:

✓ **SHINKANSEN – 15 Поездов / час**

✓ **TGV & ICE – 5 Поездов / час**

В Японии в течение **50 лет** эксплуатации высокоскоростного транспорта **максимальная задержка одной поездки** составила всего **41 секунду**. При этом сетью **SHINKANSEN** уже к концу **2005** года было перевезено **8,2 миллиарда пассажиров**, а это больше чем население всей планеты на тот период - **6,5 млрд.. человек [1]**

**Человеку обеспечен высочайший уровень безопасности даже на сейсмоопасной территории Японии.**

**За весь период эксплуатации не зафиксировано ни одной аварии с гибелью пассажиров.**

# 1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ЕТЗ



КАПСУЛА СПОСОБНА ПЕРЕДВИГАТЬСЯ СО СКОРОСТЬЮ **60 И 600 И 6500 КМ/Ч**  
ПО ВСЕМ УЧАСТКАМ ПУТИ С МИНИМАЛЬНЫМ РАДИУСОМ КРИВИЗНЫ  
**0,03 ; 2,8 И 332 КМ** СООТВЕТСТВЕННО

**ВСЕ ПЕРЕВОЗКИ ПРЯМЫЕ, ОСУЩЕСТВЛЯЮТСЯ БЕЗ ОСТАНОВОК ,  
СТАНЦИИ-ПОРТАЛЫ МОЖНО ДОБАВЛЯТЬ ПОВСЮДУ ПО МЕРЕ НЕОБХОДИМОСТИ.  
ЭТО НЕ СНИЗИТ СКОРОСТЬ В ПУТИ, КАК ДЛЯ ОБЫЧНЫХ ПОЕЗДОВ,  
КОТОРЫЕ ОСТАНАВЛИВАЮТСЯ НА КАЖДОЙ СТАНЦИИ.**

КАПСУЛА (ПО 4-6 СИДЕНИЙ В КАЖДОЙ) СМОЖЕТ ДВИГАТЬСЯ ,НАПРИМЕР, СЛЕДУЮЩИМ ОБРАЗОМ:  
ПО ОДНОЙ КАПСУЛЕ КАЖДЫЕ **43 СЕКУНДЫ**.- ЭТО ОБЕСПЕЧИВАЕТ ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ ПО **500 ПАССАЖИРОВ В ЧАС**  
– ЭТО ТО ЖЕ САМОЕ, ЧТО **2 ПОЕЗДА В ЧАС ПО 250 МЕСТ В КАЖДОМ**. МАКСИМАЛЬНОЕ ЕЖЕСУТОЧНОЕ КОЛИЧЕСТВО  
ПАССАЖИРОВ – **КАК ДЛЯ 48 ПОЕЗДОВ**.

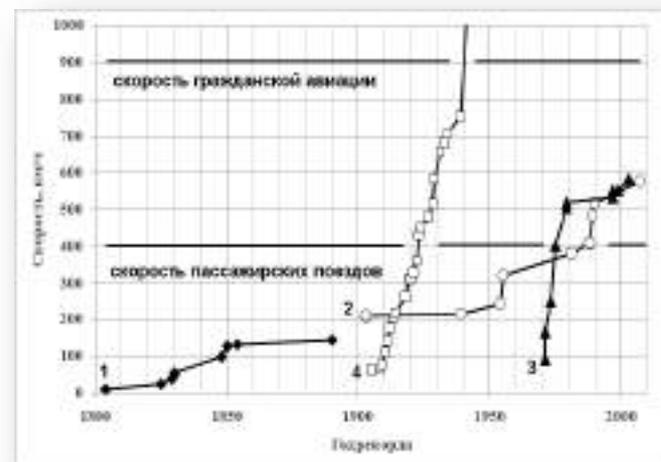
ЭТО КОЛИЧЕСТВО МОЖЕТ БЫТЬ УВЕЛИЧЕНО В **10 РАЗ** ПУТЕМ СОКРАЩЕНИЯ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ОТПРАВКОЙ  
КАПСУЛ И ПУТЕМ УВЕЛИЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СТАНЦИЙ (ПОРТАЛОВ). ЕСЛИ ПОРТАЛОВ БУДЕТ 240,  
ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ОДНОЙ ТРУБЫ **ПРИ СКОРОСТИ 550 КМ/Ч** МОЖЕТ ДОСТИГНУТЬ  
**200 000 ПАССАЖИРОВ В ЧАС**.

НО, ТАК КАК ПРОТЯЖЁННОСТЬ ТРАССЫ  
МОСКВА-ВЛАДИВОСТОК ,НАПРИМЕР,СОСТАВЛЯЕТ 9288 КМ ,  
ТРАССЫ МОСКВА-ПЕКИН - 7769 КМ ,  
ТО И ПОЕЗДКА ПРИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ СКОРОСТЯХ ВСМ ЗАЙМЁТ  
НЕ МЕНЕЕ 32,8 ЧАСА.

**ПОЭТОМУ НЕОБХОДИМОСТЬ И ВЫГОДНОСТЬ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТА С  
БОЛЕЕ ВЫСОКИМИ СКОРОСТЯМИ, КРАТНЫМИ 1000 КМ/ЧАС.(ДО 6000 КМ/ЧАС И  
БОЛЕЕ) ВСЕ ЧАЩЕ ОБСУЖДАЕТСЯ МИРОВЫМ И ОТЕЧЕСТВЕННЫМ НАУЧНЫМ  
СООБЩЕСТВОМ.**

СЕГОДНЯ ПРАКТИЧЕСКИ ЕДИНСТВЕННЫМ  
РЕШЕНИЕМ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ  
НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА ДО ЗНАЧЕНИЙ  
ПОРЯДКА 500 КМ/ЧАС И ВЫШЕ ЯВЛЯЕТСЯ  
ЗАМЕНА СИСТЕМЫ КОЛЕСО-РЕЛЬС НА СИСТЕМУ  
МАГНИТНОГО ПОДВЕСА И ЗАМЕНА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ИСКУССТВЕННО  
СОЗДАННУЮ, В КОТОРОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ  
СОПРОТИВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТА БУДЕТ МАЛО.

**ВНЕДРЕНИЕ ТАКОЙ СИСТЕМЫ -  
ВОПРОС БЛИЖАЙШИХ  
ДЕСЯТИЛЕТИЙ.**



### РЕКОРДЫ СКОРОСТИ

- 1 – ПАРОВОЗ; 2 – ЭЛЕКТРОВОЗ И ТЕПЛОВОЗ;
- 3 – ПОЕЗДА НА ОСНОВЕ МАГНИТНОЙ ЛЕВИТАЦИИ;
- 4 – ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ

## 2. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ЕТЗ ПЕРЕД ВСР



ДЛЯ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ КАПСУЛЫ МОГУТ БЫТЬ АДАПТИРОВАНЫ  
ДО НУЖНЫХ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ.

СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА **ЕТЗ** МОЖЕТ БЫТЬ В **10 РАЗ** НИЖЕ ПО  
СРАВНЕНИЮ С **ВСР** - ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ РЕЛЬСОВОЙ СИСТЕМОЙ.

CATEGORY	ETT	TR	UNIT	Factor
Performance				
Operating Speed used to compare	500	500	km/h	1.0
Switching Speed	500	200	km/h	2.5
External Sound Level	20	90	dB	128.0
Time to top speed	20	256	seconds	12.8
Distance to accelerate	1.13	22.6	km	20.0
running resistance per seat	1.05	200	Newton	190.5
Specific Energy Consumption	0.98	52	Wh/seat-km	53.1
Carbon dioxide emission	0.622	33	g/seat-km	53.1
Min suspension gap	6	10	mm	1.7
Min radius at 500km/h	1950	6200	m	3.2
Safe Headway	0.125	147	seconds	1,176.0
Switch cycle time	0	30	seconds	
Maximum power required	1	12	MW	12.0
Kinetic Energy	1.45	329	kW-h	226.9
Specific KE per seat	0.242	1.79	kW-h/seat	7.4
Life-support Recharge / seat	50	N/A	Wh/seat	
Pumping Energy /seat / km	0.72	N/A	Wh/seat/km	
Cooling Energy / seat	50		Wh	
Vehicle				
Empty weight- passenger service	0.2	106	ton	530.0
Passengers	6	184	seats	30.7
Empty wt / seat	0.033	0.576	ton	17.5
Gross weight	0.6	136	ton	226.7
Height	1.3	4.2	m	3.2
Gross mass / length	0.15	2.52	ton/m	16.8
Seat pitch	1.5	1	m	1.5
Seat width	0.6	0.5	m	1.2
Guideway				
Tunnel Crossectional area	12.6	225	m^2	17.9
2-way width	1.8	7.9		4.4
Mass of 24m span	13	350	ton	26.9
Mass of typical support	2	90	ton	45.0
Land use	525	2100	m^2/km	4.0

## 2. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ЕТЗ ПЕРЕД ВСР



**СИСТЕМА ЕТЗ МОЖЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЛЮБОЙ ТИП МАГЛЕВ.  
СТОИМОСТЬ СОСТАВИТ МЕНЕЕ 1/10 ОТ СТОИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
МАГЛЕВ ДЛЯ ПОЕЗДОВ ВЕСОМ 100 ТОНН.**

**ВЕС ЕТЗ КАПСУЛЫ НА ЕДИНИЦУ ДЛИНЫ СОСТАВЛЯЕТ МЕНЕЕ 1/15 ВЕСА  
ПОЕЗДА, ПОЭТОМУ ЗАТРАТЫ НА МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЕТЗ НАМНОГО НИЖЕ.**

Cost (cost study in 2003 \$)				
Guideway cost per km	\$1.25	\$17	\$M/km	13.6
Guideway maintenance	0.12	0.53	cents/seat-km	4.4
Vehicle cost per seat	\$4,700	\$61,000	\$/seat	13.0
Vehicle maintenance	0.07	0.27	cents/seat-km	3.9
Station and Switch Cost	7.3	175	\$millions	24.0
Station Capacity	700	14400	person/hr	20.6
Station Cost / capacity	\$10,429	\$12,153	\$/person/hr	1.2
Ticket Cost at 6000 md trps/day use 800km trip				
Guideway cost for 800km	\$1,000	\$13,600	\$millions	
Vehicle cost 1200 seats needed	\$5.64	\$73.20	\$millions	
Station cost (2 minimum)	\$14.60	\$350.00	\$millions	
Total	\$1,020	\$14,023	\$millions	
10%of capital cost/trips per year	\$47.23	\$649.22	per round trip	
Plus energy cost	\$0.21	\$8.68	per round trip	42.3
Plus Maint Cost	\$0.68	\$2.69	per round trip	
Plus misc. operating expense	\$1.00	\$1.00	per round trip	
Total Round trip Ticket Price	\$49.12	\$661.59	Ticket price	13.5
Total cap cost for 12000 trips / day				
10%of capital cost/trips per year	1025.88	14096.4		
Total ticket price	23.747222	326.30556		13.2
Total cost for 24000 trips / day				
10%of capital cost / trips per year	1046.12	14169.6		
Total ticket price	\$13.99	\$176.37		12.6
per km cost	\$0.0087	\$0.11		12.6



## 2. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ETZ

ТЕХНОЛОГИЯ ETZ ДАЕТ БОЛЬШИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА  
ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ :

### ETZ ОДИН ИЗ САМЫХ ЭКОЛОГИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА:

- ПРАКТИЧЕСКИ БЕСШУМНАЯ (**~20 ДБ ПРОТИВ 90 ДБ ДЛЯ « ВРС »** -- ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ РЕЛЬСОВОЙ СИСТЕМЫ);
  - ОТСУТСТВУЕТ ВИБРАЦИЯ ПОЧВЫ;
  - ПУТЕПРОВОД КАПСУЛ ИЗОЛИРОВАН (НАХОДЯТСЯ ВНУТРИ ТРУБЫ), НЕДОСТУПЕН ПТИЦАМ, ЖИВОТНЫМ И ЧЕЛОВЕКУ – БЕЗОПАСЕН ДЛЯ НИХ И ОНИ НЕ МОГУТ ЕМУ ПОВРЕДИТЬ;
  - ТРЕБОВАНИЯ ПО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ ОТЛИЧАЮТСЯ БОЛЬШИМИ ПРЕИМУЩЕСТВАМИ.  
КОГДА НУЖНАЯ СКОРОСТЬ ДОСТИГНУТА КАПСУЛОЙ, ДАЛЬШЕ ЭНЕРГИЯ ПРАКТИЧЕСКИ НЕ ТРЕБУЕТСЯ.  
В ОТЛИЧИЕ ОТ ВРС, КОТОРОЙ НУЖНО ОКОЛО 12 МВТ ПО ВСЕЙ ТРАССЕ.
  - БОЛЬШУЮ ЧАСТЬ ЭНЕРГИИ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ НА УСКОРЕНИЕ КАПСУЛЫ, МОЖНО ВЕРНУТЬ ПРИ ЕЕ ТОРМОЖЕНИИ (СИСТЕМА РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ - ВОЗВРАТА ЭНЕРГИИ ОБРАТНО В СЕТЬ ), И ВНОВЬ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ДРУГИХ КАПСУЛ;
- ПОЗИТИВНЫЙ ЭФФЕКТ** БУДЕТ ЧУВСТВОВАТЬСЯ ОТ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУХА ЗАМЕЩЁННЫМИ ETZ АВТОМОБИЛЯМИ И САМОЛЕТАМИ И УМЕНЬШЕНИЯ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА
- ФАКТИЧЕСКИ СИСТЕМА ETZ МОЖЕТ СЫГРАТЬ КЛЮЧЕВУЮ РОЛЬ В ИСПОЛНЕНИИ КИОТСКОГО ПРОТОКОЛА ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА 90%.**

## **2. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ЕТЗ. БЕЗОПАСНОСТЬ**



**УСЛОВИЯ ВНУТРИ ТРУБ АБСОЛЮТНО ПОДКОНТРОЛЬНЫ И УПРАВЛЯЕМЫ НА ВСЕХ ЭТАПАХ, ПОЭТОМУ ВСЕГДА СУЩЕСТВУЮТ ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ПЕРЕВОЗОК.**

**ДЛЯ СРАВНЕНИЯ: ПОЕЗДА, САМОЛЕТЫ И АВТОМОБИЛИ ПЕРЕДВИГАЮТСЯ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ, ГДЕ ИМЕЮТСЯ ФАКТОРЫ РИСКА**

**ПОЛЕТ НА КОММЕРЧЕСКОМ САМОЛЕТЕ ПРИМЕРНО В 18 РАЗ БЕЗОПАСНЕЕ, ЧЕМ ПОЕЗДКА НА ТАКОЕ ЖЕ РАССТОЯНИЕ НА АВТОМОБИЛЕ.**

### **СРАВНИМ ПАРАМЕТРЫ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ ЕТЗ И САМОЛЕТОВ.**

- 1. НАИБОЛЬШИЙ РИСК ДЛЯ АВИАЦИИ – ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ОШИБКА. ЕТЗ ВИРТУАЛЬНО ПРИ ПОМОЩИ АВТОМАТИКИ СНИМАЕТ ПРОБЛЕМУ**
- 2. ВТОРАЯ БОЛЬШАЯ ПРОБЛЕМА АВИАЦИИ – НЕЛЕТНАЯ ПОГОДА, КОТОРАЯ ТАКЖЕ СНИМАЕТСЯ В ЕТЗ.**
- 3. ТРЕТЬЯ ПРИЧИНА ПРОБЛЕМ С САМОЛЕТАМИ – МЕХАНИЧЕСКИЕ НЕПОЛАДКИ, СЮДА ОТНОСЯТСЯ ПРОБЛЕМЫ С МОТОРОМ, ТОПЛИВОМ, ТОРМОЗАМИ, И Т.Д. ЕТЗ НА НЕСКОЛЬКО ПОРЯДКОВ ПРОЩЕ, ПОЭТОМУ МЕХАНИЧЕСКИЕ НЕПОЛАДКИ ПРАКТИЧЕСКИ НЕВОЗМОЖНЫ.**

**4. САМАЯ БОЛЬШАЯ ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ ЕТЗ И САМОЛЕТОВ- ЭТО ВНЕЗАПНАЯ (ВЗРЫВНАЯ ) РАЗГЕРМЕТИЗАЦИЯ. ПОТЕРЯ ДАВЛЕНИЯ В САМОЛЕТЕ ПРИВЕДЕТ К ПОТЕРЕ СОЗНАНИЯ ЧЛЕНАМИ ЭКИПАЖА В ТЕЧЕНИЕ НЕСКОЛЬКИХ СЕКУНД.**

**РИСК РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ ДЛЯ САМОЛЕТА НАМНОГО ВЫШЕ, ЧЕМ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЕТЗ.**

**В СЛУЧАЕ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ КАБИНЫ САМОЛЕТУ ПРИДЕТСЯ БЫСТРО СНИЗИТЬСЯ, ЧТОБЫ УЦЕЛЕТЬ.**

**В СЛУЧАЕ С ЕТЗ ПОВРЕЖДЕННАЯ ЧАСТЬ МОЖЕТ БЫТЬ ИЗОЛИРОВАНА ПРИ ПОМОЩИ КЛАПАНОВ, А К ОСТАЛЬНЫМ ЧАСТЯМ ПОДАЧА ВОЗДУХА БУДЕТ ОСУЩЕСТВЛЯТЬСЯ В ОБЫЧНОМ РЕЖИМЕ. ЭТО ДОСТИГАЕТСЯ БЫСТРЕЕ, ЧЕМ САМОЛЕТ СМОЖЕТ ДОСТИГНУТЬ БЕЗОПАСНОЙ ДЛЯ СЕБЯ ВЫСОТЫ.**

**ПРИ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ ВОЗДУХ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ , ОСТАНОВКИ КАПСУЛЫ И ПРЕДОТВРАЩАЕТ ЛЮБЫЕ СТОЛКНОВЕНИЯ, А ТАКЖЕ МОЖЕТ В ПРЕДЕЛЕ ОБЕСПЕЧИВАТЬ ДЫХАНИЕ ПассажиРОВ..**

## 2. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ET3. ЭНЕРГИЯ



ДЛЯ ET3 СУЩЕСТВУЕТ РЯД ТРЕБОВАНИЙ ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЗАТРАТАМ ЭНЕРГИИ, КОТОРЫЕ НЕ ПРЕДЪЯВЛЯЮТСЯ АВТОМОБИЛЮ, ТАКИЕ ,КАК ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ВАКУУМА, НЕОБХОДИМОСТЬ ПИТАНИЯ ВОЗДУШНОГО ШЛЮЗА, ОБЕСПЕЧЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ДЛЯ ДЫХАНИЯ ПАССАЖИРОВ И НЕСМОТРЯ НА ЭТО:

**ЗАТРАТЫ ЭНЕРГИИ В ET3 ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРСКОЙ КАПСУЛЫ ,  
НАПРИМЕР, НА 400 МИЛЬ ПРИ СКОРОСТИ 400 МИЛЬ/ЧАС:**

0.004925 кВтч /НА МИЛЮ .

**ET3 ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА НА 400 МИЛЬ ПРИ СКОРОСТИ 400 МИЛЬ\ЧАС:**

0.006278 кВтч /НА ТОННУ МИЛЮ.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ET3 ЗАТРАТЫ:



ДЛЯ РАВНИННОГО РЕЛЬЕФА, ОТНОСИТЕЛЬНО КОРОТКИХ  
РАССТОЯНИЙ И ОТНОСИТЕЛЬНО НИЗКОЙ СКОРОСТИ (600-1000 КМ/Ч)  
ЗАТРАТЫ СОЗДАНИЯ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ET3 СОСТАВЯТ  
**3-5 МЛН. ЕВРО / КМ.**

**Тот же проект в подземном тоннеле будет стоить уже 25 млн. Евро / км.**

**ИНСТИТУТ МАГЛЕВ (НИДЕРЛАНДЫ) ПЛАНИРУЕТ РЕАЛИЗОВАТЬ СЕТЬ В СТРАНЕ И ДРУГИХ СТРАНАХ С 2014 ДО 2021 Г С ШИРОКИМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХПРОВОДНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И В НЕСКОЛЬКО ЭТАПОВ. НИЖЕ ПРИВЕДЕНЫ ТАБЛИЦЫ НЕСКОЛЬКИХ ВАРИАНТОВ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА И ПРИМЕРНЫХ ПЛАНИРУЕМЫХ РАСХОДОВ.**

	Этап 1 ( 2014-2016 )	Млн.евро
1	Научные исследования	30
2	Запуск работы и эксплуатация ВТСП кабелей	10
3	Подготовка и внедрение ВТСП кабелей и ET3 в масштабах страны	36
4	Развитие существующих лабораторий (с ориентацией на ET3 и ВТСП кабели)	10
5	Функциональная демо-модель ET3 , 50 м (2016)	6
6	30-метровый ВТСП кабель 380 кВ, испытания (2016), прочие расходы	8
	<b>Всего, млн. евро</b>	<b>100</b>



С точки зрения автора, хотя эффективность ТС, СТ и может вполне быть оценена по различным известным сейчас традиционным методикам и выражена в используемых традиционных единицах, для более наглядной и адекватной оценки сравнительной эффективности самых различных видов транспортных систем, особенно перспективных инновационных СТ с горизонтами планирования их развития в десятки лет,

необходимо, при проведении расчётов, стремиться избавиться от зависящей от времени и текущей конъюнктуры, монетарной экономической составляющей этих прогнозных расчётов.

**А вот в (Дж, кВтч и т.д., как и в производных от них, удельных,)**

**единицах энергии,**

как очевидной основы обеспечения, поддержания и развития жизни во всех её проявлениях, **вероятно можно будет более**

**адекватно и**

**удобно сравнивать и оценивать транспортную эффективность различных, в том числе**

**новых, перспективных систем транспорта.**

Возможно, проводя анализ и сравнение различных СТ,  
**более объективные и наглядные результаты можно будет получить**  
на основе использования подходов, развитых в трудах нашего известного  
отечественного  
учёного и мыслителя Побиска Георгиевича Кузнецова с коллегами [18,19],  
и , в частности, Б.В.Дроздова [20], и  
на базовой основе  
**предложенной там системы некоторых натуральных показателей,**  
**в терминах и определениях так называемой**  
**«физической экономики».**

Потому что, как справедливо писал П.Г. Кузнецов,  
**«...для того, чтобы поднять 1000 кг груза на высоту в 1 метр —  
любая социально -экономическая формация, по закону  
сохранения энергии,  
должна израсходовать не менее 1000 килограммо-метров».**

**И ЭТОТ ВЫВОД  
НЕ ЗАВИСИТ ОТ ВРЕМЕНИ**

**« Все понимают,  
что ни указом Президента, ни решением  
Государственной Думы или Федерального собрания  
НЕВОЗМОЖНО отменить ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ.**

**Именно этот закон и обеспечивает  
не субъективное**

**описание социально-экономических систем независимо от формы собственности и  
социального устройства....**

**Введение всеобщего стандарта меры стоимости в форме  
киловатт-часа (или Дж, МДж и т. д.)\*) даст возможность новой европейской  
валюте — ЕВРО —**

**оторваться от вольностей американского печатного станка, печатающего  
доллары, обеспечиваемые « честным словом » американского президента.**

**Самое же прекрасное в этом предложении то, что в названии денежной единицы  
будет увековечен изобретатель паровой машины Г.Дж. Уатт, не только открывший  
«эру пара», но и закрывший ее для «эры электричества» .**

**[19 . П.Г.Кузнецов. Избранные труды, Дубна, 2014. ].**

« Основным энергетическим критерием перевозки является критерий удельных энергозатрат на перевозку единицы веса груза на единицу расстояния.

Этот критерий, обозначаемый  $U_{pэ}$  (удельный расход энергии), имеет размерность килоджоуль на тонно-километр (кДж/т-км).

Величина  $U_{pэ}$  определяется формулой

$$U_{pэ} = N / (M \times V) ,$$

где  $N$  — полезная мощность тяговой машины (тягового двигателя) транспортной системы, в киловаттах (кВт) (1 кВт = кДж/секунду),

$M$  — масса перевозимого груза в тоннах,

$V$  — скорость, с которой перевозится груз транспортной системой в метрах в секунду(километрах в секунду) »

Таблица 1.

## Энергетические показатели различных транспортных систем

N	транспортная система	ВИД	мощность МВт	Скорость м / с	Вес полезного груза (тонн)	У.р. з. кДж / т-км
1	Боинг-747	авиа	71	253	64	4 380
2	Экраноплан «Лунь»	авиа	137	138	120	8 333
3	Грузовой ж.д. состав	ж.д.	4,4	20,0	2000	110
4	ВСМ магистраль TGV	ж.д.	8,8	83,3	50	2 173
5	Автотрейлер	авто	0,338	22,2	20	761
6	СТЮ	Стр.	0,040	3,3	4	120
7	Автопаром	Мор.	17,6	10,8	3345	487
8	СПК "Вихрь"	Мор.	3,5	19,4	26	7 009
9	<b>ВМЛТ «ЕТЗ»</b>	<b>Универс.</b>	<b>Имп. 0,5МВт ( 18 сек )</b>	<b>180</b>	<b>0,4</b>	<b>14 *)</b>

Обозначения в таблице 1: ВСМ — высокоскоростная магистраль, TGV — тип западноевропейской ВСМ, СТЮ — струнный транспорт Юницкого, СПК — судно на подводных крыльях., \*)- примечания автора

Дроздов Б.В. Геостратегические проекты дальневосточного развития России / Сборник «Культура. Народ. Экосфера», труды социокультурного семинара имени Бугровского. Вып. 4. — М.: «Спутник+», 2009. Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление» [www.ruypravlenie.ru](http://www.ruypravlenie.ru) том 10 № 2 (23), 2014, ст. 5

**В отсутствие ВМЛТ на базе ЕТЗ, наилучшие параметры энергетической эффективности (но не всегда с сопоставимой скоростью перевозок) имеет, по выбранному критерию, железнодорожный транспорт классического типа, однако и он уступает ВМЛТ на базе ЕТЗ, в эффективности, почти на порядок величины.**

**Примененный энергетический показатель  
при оценке транспортных систем,  
может быть использован и при решении другой задачи —  
определении транзитного транспортного ресурса России.**

**В качестве критерия здесь целесообразно использовать  
совокупные энергозатраты на перемещение тонны груза  
из точки отправления в точку прибытия (в кДж / т), т.е.**

$$P = (U \rho \varepsilon) \times L, \quad \text{где } L \text{ — расстояние, в км.}$$

**Результаты сравнения двух способов доставки груза  
(морской и железнодорожный)  
для транзита Европа-Азия приведены в таблице 2 .**

Таблица 2.

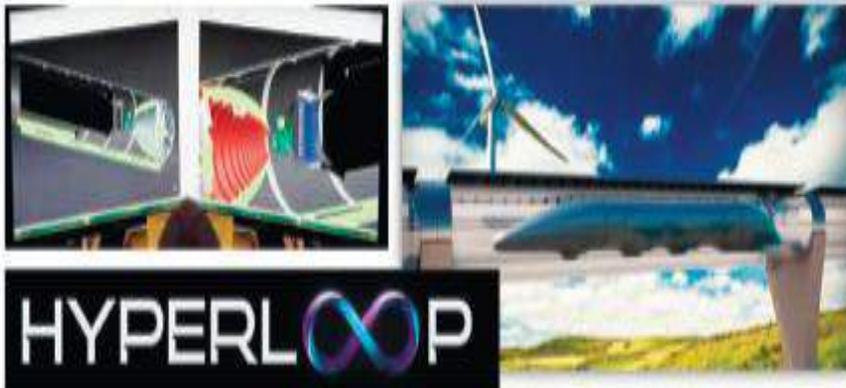
**Совокупные показатели удельных энергозатрат и времени доставки для двух способов перевозки грузов.**

№ п/п	Тип транзита	У р э (кДж / т-км)	L ( км.)	P (кДж/т)	Время доставки груза, (сутки.)
1	Ж/Д (Российский транзит) (Китай-Финляндия)	110	10 000	1.1 x 10 <sup>6</sup>	12 (7)
2	Морской (Китай-Финляндия)	54,3	21 000	1.14 x 10 <sup>6</sup>	28
3	Ж/Д (Российский транзит) (Южная Корея- Зап.Европа)	110	11 000	1.2 x 10 <sup>6</sup>	14
4	Морской (Южная Корея- Зап.Европа)	54,3	22 000	1.2 x 10 <sup>6</sup>	30
5	<b>Ж/Д (Российский транзит) (Китай- Зап. Европа)</b>	<b>110</b>	<b>11 000</b>	<b>1.21 x 10<sup>6</sup></b>	<b>15</b>
6	Морской (Китай-Зап.Европа) (Шанхай-Амстердам)	54,3	23 000	1.25 x10 <sup>6</sup>	27-46
7. *)	<b>ТС ВМЛТ на базе(ЕТЗ)(Российский транзит)(Китай- Зап. Европа)</b>	<b>14,05</b>	<b>11 000</b>	<b>1,54x10<sup>5</sup> *)</b>	<b>0,1 *)</b>

Дроздов Б.В. Геостратегические проекты дальневосточного развития России / Сборник «Культура. Народ. Экосфера», труды социокультурного семинара имени Бутровского. Вып. 4. — М.: «Спутник+», 2009. *Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление»* www.ruypravlenie.ru том 10 № 2 (23), 2014, ст. 5

**Преимущество ВМЛТ на базе ЕТЗ по всем сравниваемым параметрам, причём ПО основному целевому параметру, P – «совокупных энергозатрат» , - «ЕТЗ» почти в 10 раз лучше.**

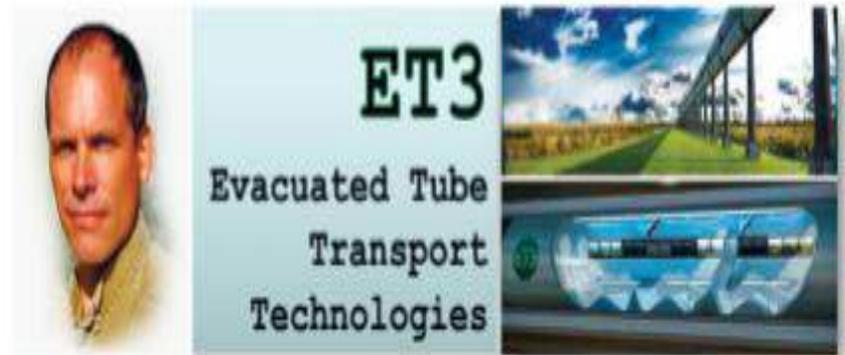
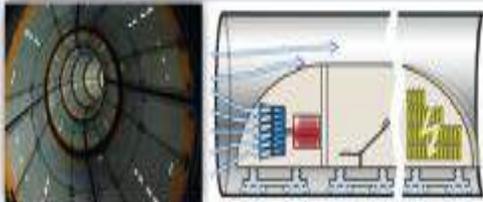
# О сравнительных характеристиках транспортных систем, основанных на различных физических принципах



Магнитная левитация не используется. В форвакууме (100 Па) часть оставшегося в трубе воздуха втягивается насосом на носу капсулы и передается под «лыжи» поезда, создавая воздушную подушку – таким образом, капсула не касается стенок трубы, левитируя над ее поверхностью.

Автор идеи (2012) – Элон Маск

- ✓ В 2015 г. сконструирована рабочая модель в масштабе 1:24.
- ✓ Энергоснабжение – при помощи фотоэлектрических панелей, закрепленных на внешней оболочке туннеля.
- ✓ Строительство первой линии запланировано на маршруте Лос-Анджелес — Сан-Франциско.



Принцип работы: герметичные капсулы на магнитной подвеске (маглев) перемещаются внутри трубы, из которой откачан воздух.

- |       |  |
|-------|--|
| 1999  | патент: Дэрил Остер (американский инженер и изобретатель)                |
| 2002  | запуск исследований по ET3 в Китае совместно с автором                   |
| 2011  | публикация исследований по ключевым аспектам проекта                     |
| 2013  | планировалось создать небольшую модель вакуумного поезда (600–1000 км/ч) |
| 2020+ | Ожидается появление действующего прототипа                               |



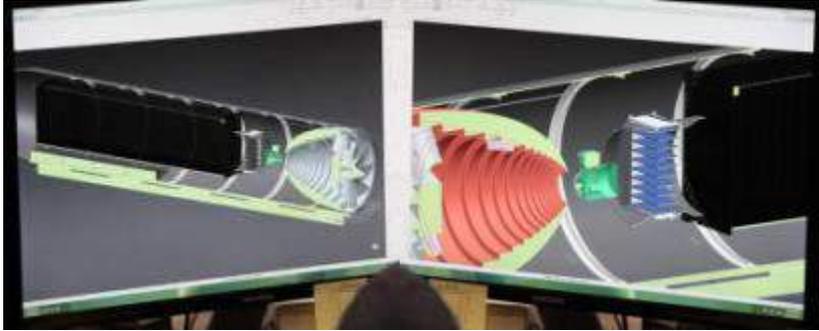
Илон Рив Маск, также предложил в 2012 г конкурирующую с «ЕТЗ», но гораздо менее универсальную и гораздо менее энергоэффективную, технологию «Hyperloop» [23]

ограниченную по максимально достижимой, «дозвуковой», скорости и весьма более ограниченную по предельно допустимому расстоянию от пункта отправления до первой необходимой «технической» остановки (на расстоянии около 600 км.) и весьма ограниченную по экономически оправданной, предельной дальности (не более 1500 км.), но только, **внимание, - на «воздушной подушке»** В вакуумной среде трубопровода с давлением, порядка 100 Па., или 1 тысячной доли нормального атмосферного давления,

**что гораздо менее эффективно, чем магнитная левитация**  
Опубликована 58-страничная «альфа-версия» проекта».

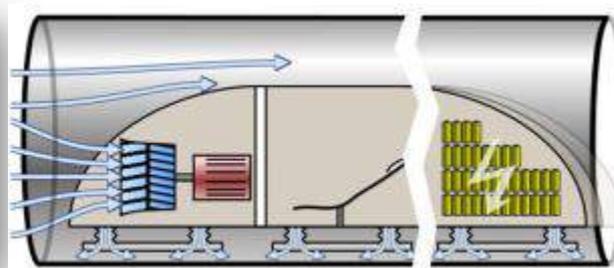
Возможно, технология «Hyperloop», конкурентоспособна по сравнению с авиационным, автомобильным и «ВСМ» железнодорожным транспортом, но только в своей узкой нише, - на коротких и средних (до 1500 км.) дистанциях, и, благодаря физическим принципам, заложенным в концепцию, как уже отмечалось, гораздо менее энергоэффективна и менее универсальна, более ограничена по предельно достижимой, «дозвуковой», скорости (примерно до 1200 км/час).

# Перспективные проекты (концепты) вакуумных поездов (ВИДЕНИЕ РЖД)-2



## HYPERLOOP

Магнитная левитация не используется. В форвакууме (100 Па) часть оставшегося в трубе воздуха втягивается насосом на носу капсулы и передается под «лыжи» поезда, создавая воздушную подушку – таким образом, капсула не касается стенок трубы, левитируя над ее поверхностью.



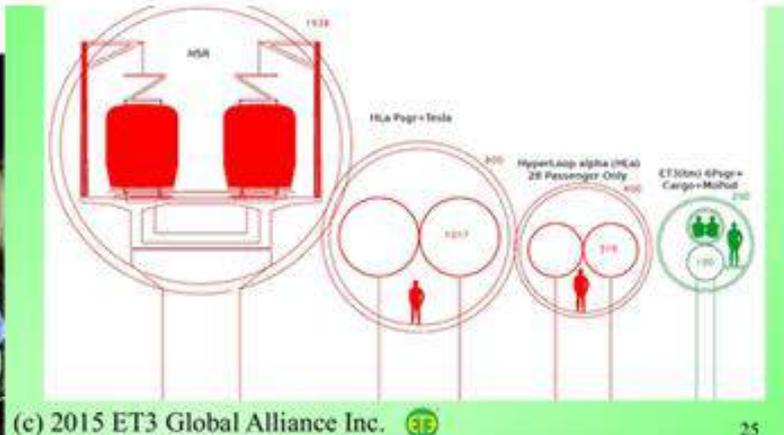
- ✓ Автор идеи (2012) – Элон Маск
- ✓ В 2015 г. сконструирована рабочая модель в масштабе 1:24
- ✓ Энергоснабжение - при помощи фотоэлектрических панелей, закрепленных на внешней оболочке туннеля.
- ✓ Строительство первой линии запланировано на маршруте Лос-Анджелес — Сан-Франциско

**HYPERLOOP**

«Evacuated Tube Transport Technologies(ET3)»



VS.



(c) 2015 ET3 Global Alliance Inc.

25

	ET3	HLa
Vehicle Wt.	400 Lb (180kg)	17900Lb(8121kg)
Battery Wt.	6 Lb (2.7kg)	8900Lb (4000kg)
Payload	800 Lb (360kg)	6200Lb(2800kg)
Seats	4 to 6	28 to 40
Total Wt.	1200 Lb (540kg)	33000Lb(15000kg)
Cost	\$48k	\$1.53M
Wt/seat	67Lb (30kg)	670 Lb (300kg)
\$/seat	\$8k	\$38k
% vacuum	99.9999%	99.9%

(c) 2015 ET3 Global Alliance Inc.

26

	ET3	HLa
Max Speed	4000mph (6500km/h)	760mph (1200km/h)
Capacity	120 p/sec	1.33 p/sec
Networking	Interchange	Switch ?
Max Range	16000 mile	400 mile *
Pump Power	10kW (30 sec)	325kW continuous
Suspension	HTS Maglev	Air bearing
Reliability	Simple	Complex
Comfort	Limo (no toilet)	Bus (toilet)

(c) 2015 ET3 Global Alliance Inc.

27

Рис.7 · Сравнение двух, основанных на различных физических принципах. технологий «ET3» и Hyperloop «HLa».

Понятно, что как для территории России, так и для трансграничного Евразийского и межконтинентального сообщения, подобная технология будет иметь весьма локальный и существенно ограниченный интерес.

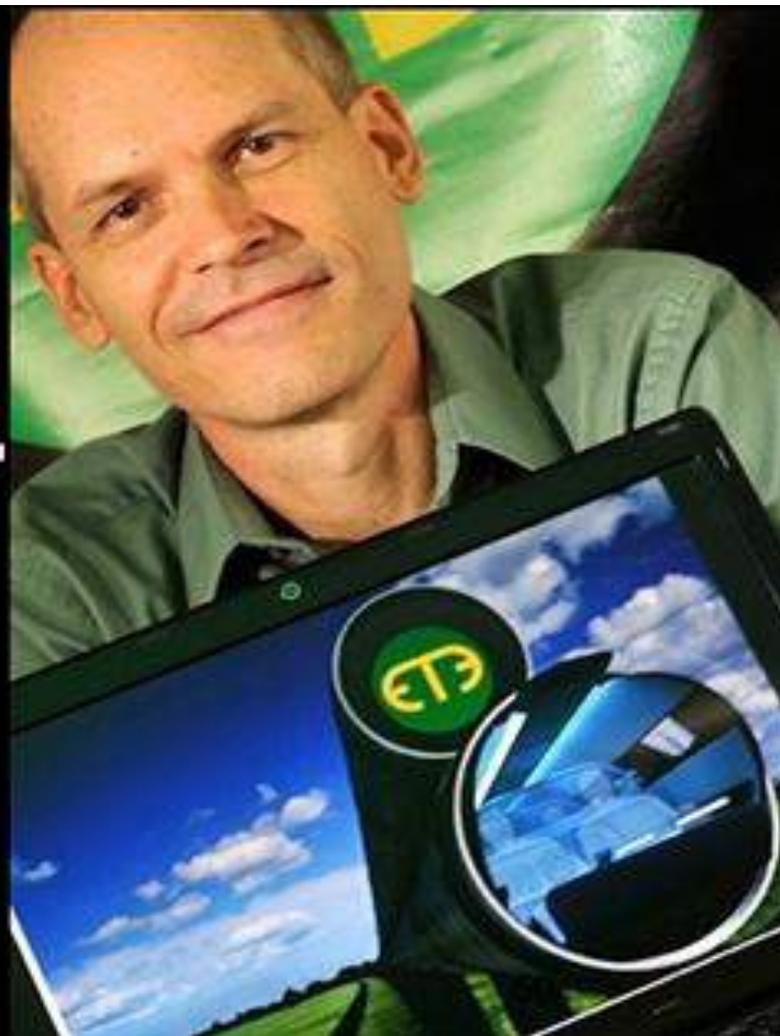
# Сравнение характеристик двух «вакуумных» транспортных систем

Показатель	Hyperloop (HLA)	ЕТЗ
СТОИМОСТЬ USD / 1 МЕСТО	38 000	8 000
• Масса кузова	8121 кг (17900 фунтов)	180 кг (400 фунтов)
• Масса аккумулятора	4000 кг (8900 фунтов)	2,7 кг (6 фунтов)
• Грузоподъемность	2800 кг (6200 фунтов)	360 кг (800 фунтов)
• Количество мест	28-40	4-6
• Суммарная масса	15000 кг (33000 фунтов)	540 кг (1200 фунтов)
Создание сети («стрелочные переводы»)	НЕИЗВЕСТНО	ИМЕЕТСЯ
• Принцип движения	Воздушная подушка (клиренс 0,5 мм)	Магнитная левитация. (клиренс 8-12 мм)
• Максимальная скорость	1200 км/ч (760 миль /ч)	1100-1300 км/ч в перспективе до 6500 км/ч (4000 миль/ч)
• Максимальная дальность до остановки (подзарядки, дозаправки)	640 км (400 миль)	25000. Км (16000 миль)
• Степень комфортности	Принцип автобуса	Принцип лимузина
• Провозная способность (при скорости 1200 км/ч)	До 1,33 пассажиров в секунду (при интервале движения 30сек)	До 120 пассажиров в секунду (при частоте 20 капсул в сек)
СТОИМОСТЬ	USD 1 530 000	USD 8 000
• Уровень вакуума	Низкий	Средний
• Мощность вакуумного насоса постоянного действия	325 кВт (постоянно)	10 кВт (30 с)

# КОНКУРИРУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ Маск? !ВРЕМЯ РАССУДИТ! Остер?



VS.



Сила тяги, тонн



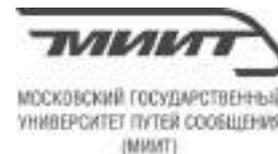
Энергия для перемещения на расстоянии 7000 км составляет 130 000 МДж.  
Время в пути 1,5 часа.  
Энергозатраты на 1 км пути 36 МДж/км (КПД = 0,5)

Энергия для перемещения на расстоянии 7000 км составляет 900 000 МДж.  
Время в пути 9 часов.  
Энергозатраты на 1 км пути 128 МДж/км

Энергия для перемещения на расстоянии 7000 км составляет 4 200 МДж.  
Время в пути 120 часов.  
Энергозатраты на 1 км пути 0,6 МДж/км



ОАО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ  
им.С.А. ВЕКШИНСКОГО»



# ПРИМЕРЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РАЗРАБОТОК:

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ

## РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО КОНСОРЦИУМА: НАЗЕМНЫЙ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ТРАНСПОРТ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

В ВАКУУМНОЙ ТРУБЕ С РАЗРЕЖЕНИЕМ ПОРЯДКА **1 -100 Па** СКОРОСТЬ  
МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА МОЖЕТ ДОСТИГАТЬ **6000** КМ/Ч И БОЛЕЕ.



1000



600



350



120

ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСТИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

БЛИЖАЙШЕЕ БУДУЩЕЕ



# ГРУЗОВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ МАГНИТНОЙ ЛЕВИТАЦИИ

Ориентированные фундаментальные  
исследования:

5 грантов РФФИ в интересах ОАО «РЖД»  
по направлению «Транспортные системы на  
магнитном подвесе» на 15,8 млн. рублей  
в 2012 – 2014 гг.

План научно-технического развития  
ОАО «РЖД» в 2014- 2015 гг.  
«Разработка экспериментального образца  
транспортной платформы на магнитном  
подвесе» на 29,0 млн. рублей

Исполнители:

Петербургский  
государственный  
университет путей  
сообщения (ПГУПС)

ПГУПС, НИИФА-ЭНЭРГО,  
ОАО «НСД»

Результаты реализации:

Научные основы создания отечественной  
транспортной системы на магнитном подвесе  
(4 патента на основные узлы и способы)

1. Экспериментальное подтверждение:  
возможности создания новой транспортной  
системы на базе отечественных разработок  
и технологий; возможности левитации на  
малых скоростях.
2. Оценка коммерческой, технологической и  
макрэкономической эффективности  
контейнерной линии Санкт-Петербург-  
Москва на основе магнитной левитации.
3. Проработка вариантов государственно-  
частного партнерства.
4. Проектирование контейнерной линии  
Санкт-Петербург- Москва .

**I этап. Создание прототипа**  
Срок: 2015 – 2016 гг.



**II этап. Строительство  
опытного участка**  
Срок: 2016 – 2017 гг.



**III этап. Разработка проекта  
Контейнерного моста Санкт-Петербург - Москва**  
Срок: 2017 - 2022 гг.

**БЛИЖАЙШАЯ ПЕРСПЕКТИВА**

**ПЕРВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРЕДЕЛ**

**ЗАМЕНА СИСТЕМЫ КОЛЕСО-РЕЛЬС**





ОАО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ  
им.С.А. ВЕКШИНСКОГО»



**МИИТ**  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
(МИИТ)

# ГРУЗОВАЯ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАТФОРМА

ЛЕВИТАЦИЯ ВОЗНИКАЕТ ПРИ СКОРОСТИ 10 КМ/Ч



600



350



120

ЗАМЕНА СИСТЕМЫ КОЛЕСО-РЕЛЬС

НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ



ОАО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ  
им.С.А. ВЕКШИНСКОГО»



**МИИТ**  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
(МИИТ)

# ГРУЗОВАЯ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАТФОРМА



600



350



120

ЗАМЕНА СИСТЕМЫ КОЛЕСО-РЕЛЬС

НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

# ПЕРВЫЙ ЭТАП ПРОЕКТА ЕТЗ: «АТМОСФЕРНЫЙ» ГРУЗОВОЙ МАГЛЕВ



# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ТРАНЗИТНОЙ ГРУЗОВОЙ СИСТЕМЫ

Создание головного участка магнитолевитационной системы  
от портов Балтики до грузовых терминалов Москвы.



Общий объем инвестиций в строительство магистрали – **949,616 млрд. руб.**

Протяженность – **720 км**

Подвижной состав – **682 ед.**

Срок строительства – **5 лет**

Срок полезного использования объектов инфраструктуры – **50 лет**

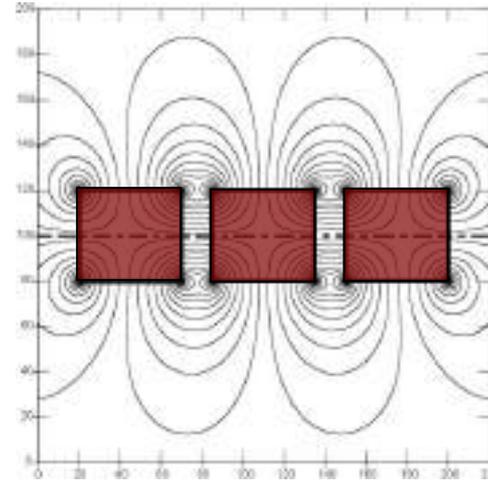
Годовые эксплуатационные затраты – **6,450 млрд. руб.**

**Необходимо и достаточно – Постановление Правительства РФ**

# Магнитные ВТСП подвесы для высокоскоростного транспорта



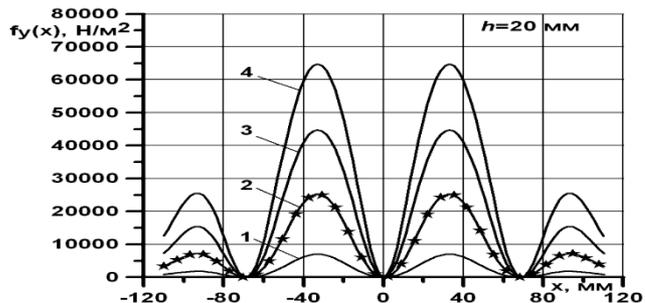
Кольцевые магнитные подвесы



Распределение магнитных полей 3-х рядов пост. магн.



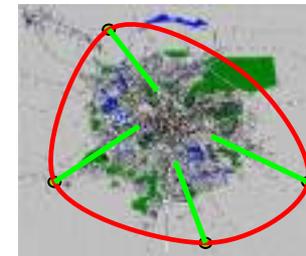
Зазоры между вагонами и путевыми магнитами



Путевая структура транспорта и распределение удельных сил левитации



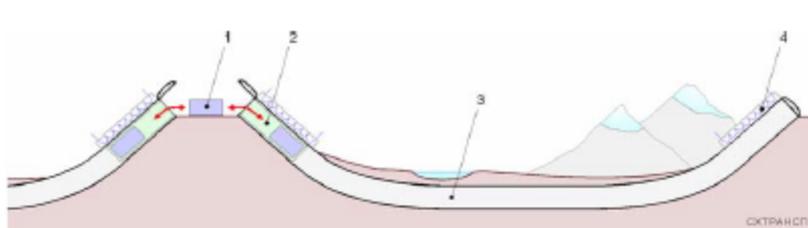
Модель транспорта с магнитным подвесом грузоподъёмностью до 600 кг



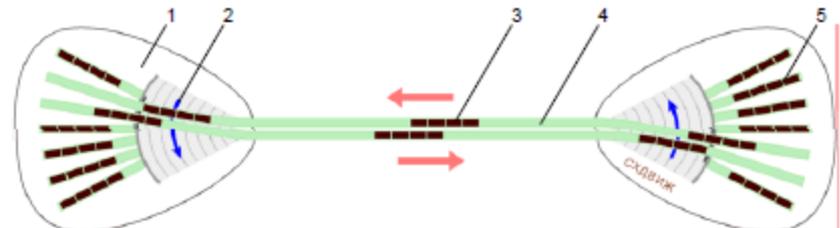
Интермодальный транспорт аэропортов Москвы и перспективные направления высокоскоростного сообщения

## КОНЦЕПЦИЯ ИНЕРЦИАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

- Инерциальный трубопроводный транспорт – экологически безопасный сухопутный вид всепогодного транспорта для высокоскоростной перевозки грузов на значительные расстояния.
- Транспортировка грузов осуществляется в движущейся по инерции по вакуумному трубопроводу на магнитном подвесе капсуле, торможение которой на трассе компенсируется силой тяги бортового линейного электропривода. Энергоснабжение движущейся капсулы осуществляется от электрической сети путем передачи электроэнергии по трубопроводу при помощи радиоволн (см. рис.).
- Разгон капсулы с грузом производится при спуске с рабочей высоты, на которой расположена станция отправления, а её торможение гарантировано при подъеме к конечной станции, расположенной на той же высоте, что и станция отправления.
- Использование потенциальной энергии груза для его транспортировки не только значительно упрощает процесс преобразования запасенной энергии в кинетическую, но и обеспечивает возможность её неограниченно долгого накопления и за счет этого выравнивания во времени потребляемой из сети электрической мощности.
- Закон инерциального движения капсулы задаётся перепадом высот по трассе, что позволяет одновременно двигаться по трубопроводу в автоматическом режиме без участия людей сразу несколькими капсулам, курсирующим по маршруту между станциями. При этом транспортировка груза из пункта отправления в пункт назначения осуществляется путем его эстафетной передачи на станциях (см. рис.).



Инерциальный вакуумный трубопроводный транспорт  
1 – контейнер; 2 – транспортная капсула; 3 – трубопроводная трасса;  
4 – антенна-излучатель.



Организация движения капсул  
1 – станция сортировки; 2 – коммутатор; 3 – транспортная капсула;  
4 – трубопроводная трасса; 5 – погрузо-разгрузочный терминал.

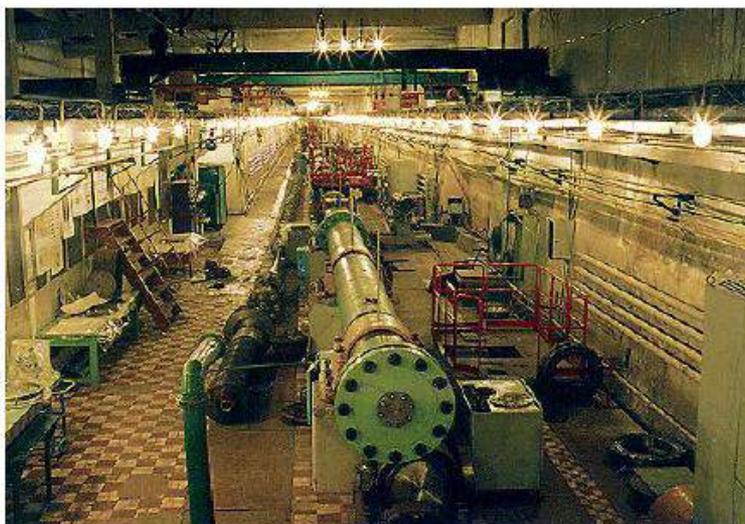
# ПРОТОТИП ЕТЗ РЕАЛИЗОВАННЫЙ РАНЕЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ РОССИЙСКОГО ОПК (ФРАГМЕНТ)

## ВАКУУМНАЯ ТРУБОПРОВОДНАЯ ТРАССА

- С применением самоходного технологического комплекса (см. фото) после сборки канал транспортного трубопровода подвергается механической чистке и обезгаживанию; одновременно производится его контроль на герметичность, и при необходимости устраняются выявленные течи. Все эти меры обеспечивают допустимый уровень натекания (см. табл.).
- Баллистическая установка (см. фото) является прототипом трубопроводной трассы. В ходе исследований на установке создан значительный задел по высокоскоростному метанию гиростабилизированных дисков, движущихся по вакуумированному каналу на магнитном подвесе со скоростью до 3.5 км/с.

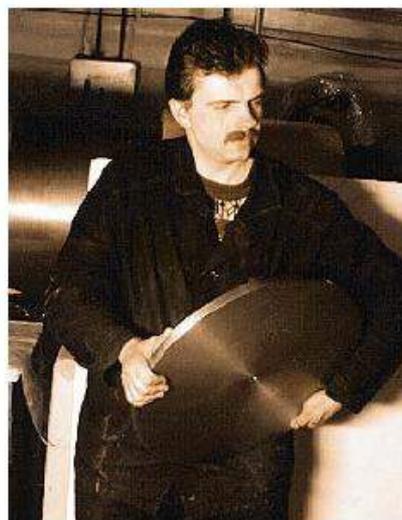
Сравнительные параметры прототипа трубопроводной трассы, а также региональной и глобальной трубопроводных магистралей:

Параметры трубопровода	Прототип	Региональный транспорт	Глобальный транспорт	Единица измерения
Диаметр	0.5	1.42	5	м
Длина	0.2	500	1500	км
Объем	40	$0.8 \cdot 10^6$	$30 \cdot 10^6$	м <sup>3</sup>
Натекание	$3 \cdot 10^4$	$10^4$	$3 \cdot 10^3$	Па/год
Рабочий вакуум	$10^{-4}$	1000	1000	Па

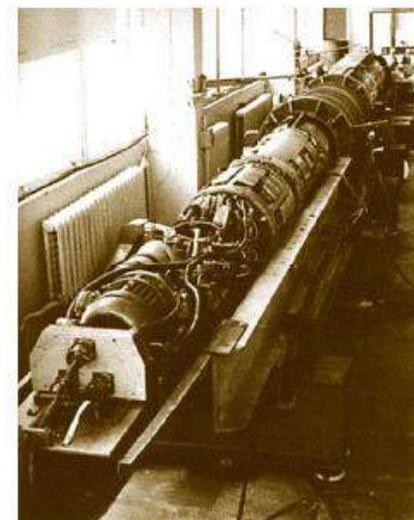


Баллистическая установка

– прототип трубопроводной трассы



Метаемый диск



Самоходный комплекс

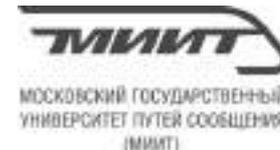


Рис 1

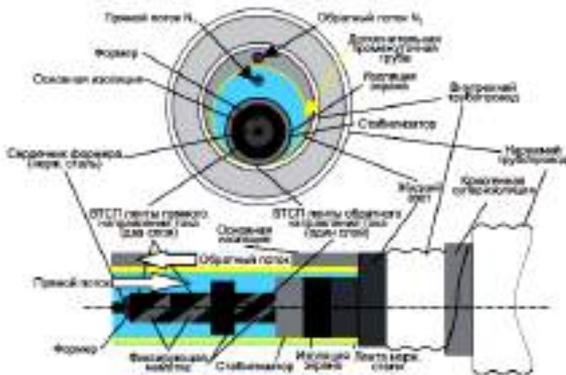


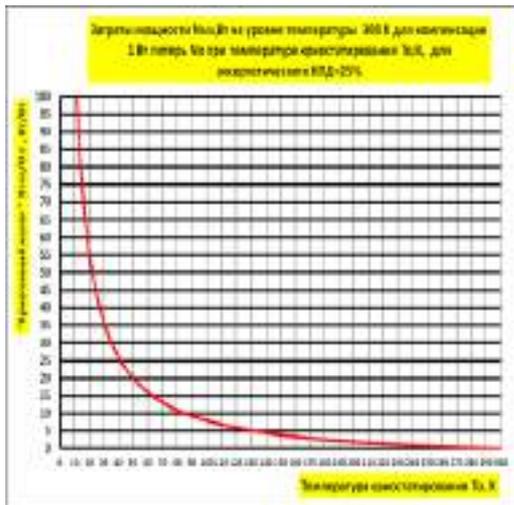
Рис. 11. ВТСП кабели

В концепцию электропоезда с ВТСП электротехническим оборудованием удачно вписывается применение силовых ВТСП кабелей, как переменного тока [8], на основе ВТСП лент первого поколения ( $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ ), так и постоянного тока на основе ВТСП лент первого и второго поколения ( $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ ). Рис.1

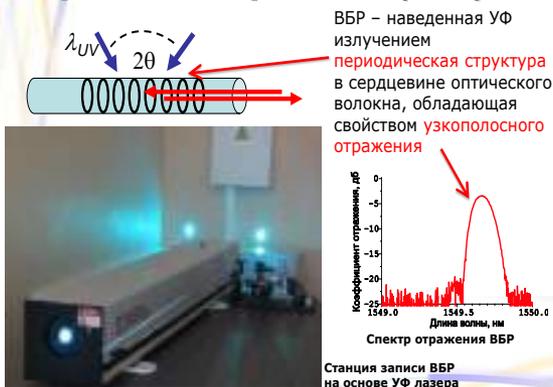
А наличие на борту криогенной среды или криокулеров позволяет комплексно решить проблему криообеспечения всего ВТСП электротехнического оборудования. Использование температур жидкого азота в качестве криогенной среды вместо дорогостоящего жидкого гелия существенно снижает энергозатраты криогенного оборудования: Рис 2 [7]

Использование также предлагаемых нами отечественных диагностических методик, технологий и соответствующих миниатюрных и помехоустойчивых оптоволоконных сенсоров Рис 3,4 позволяет надёжно контролировать состояние оборудования и систем проекта даже в условиях воздействия вакуума, криогенных температур и сильных переменных и постоянных электрических и магнитных полей. [9]

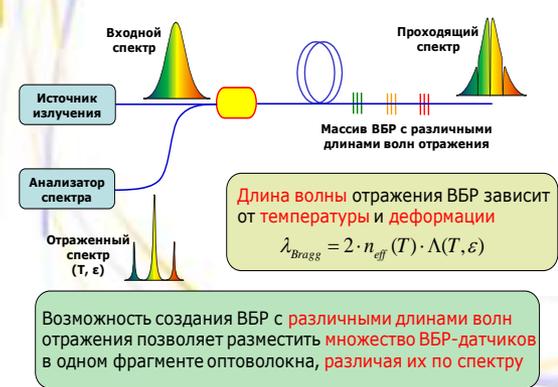
Рис 2



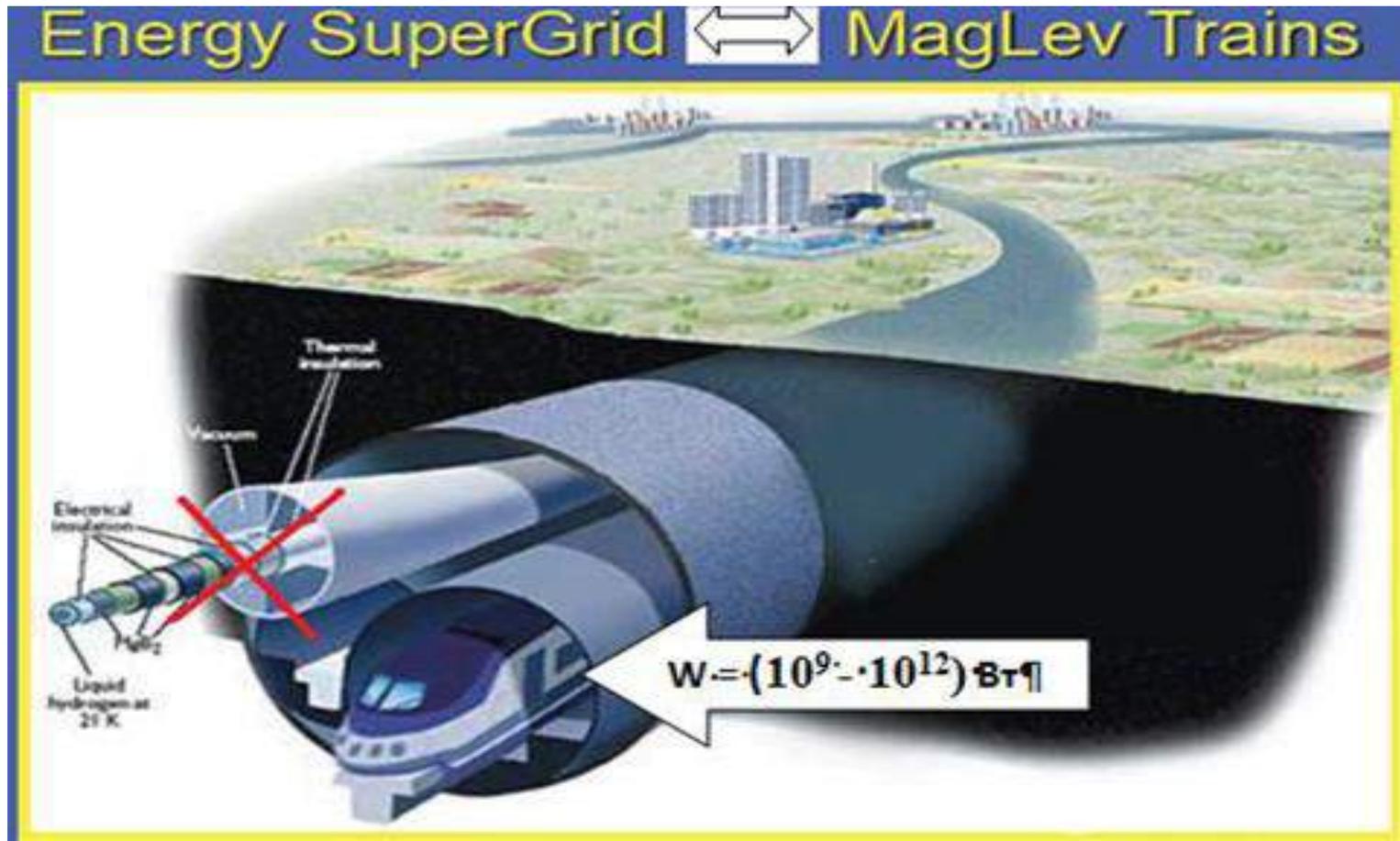
### Волоконные брэгговские решётки (ВБР)



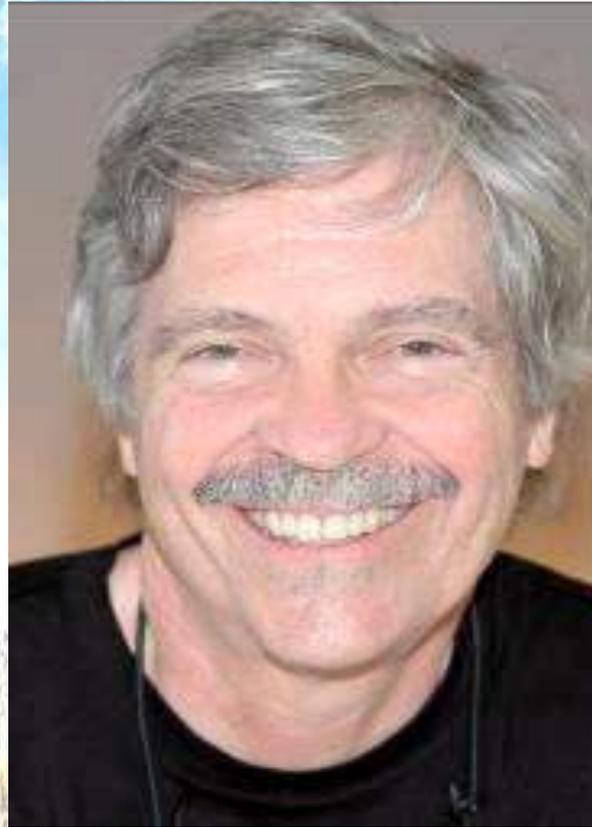
### Принцип работы ВБР-датчиков



По мнению автора, на базе ЕТЗ можно создать новую транспортную концепцию сверхмощных и экономичных «энергопроводов» «гига - и тера - ваттного» класса мощности, перемещающих различные энергоносители (например, нефть) со скоростями до и более 6000 км/час (1666 м/с) и **затратами энергии порядка 0,004 кВтчас /т-км,** что является на сегодня наилучшим из прочих конкурентных вариантов .



**The best way to predict the future  
is to invent it!— Alan Kay**



**Alan Kay is one of the earliest pioneers of object-oriented programming, personal computing, and graphical user interfaces.**

# Аэротермодинамика транспортной капсулы



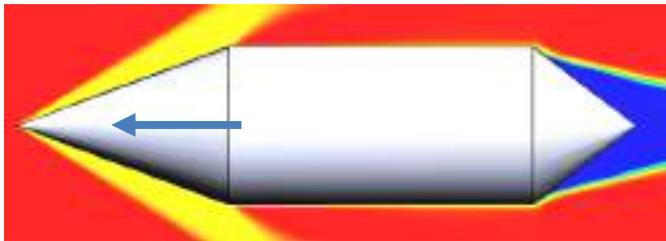
Параметры исследования:

Скорость капсулы  $V = 500 \div 6500$  км/ч

Давление в канале  $P = 10 \div 100$  Па

Геометрия капсулы  $\varnothing d = 1.3$  м,  $L = 5$  м

Диаметр канала  $\varnothing D = (1.5 \div 2)$  м



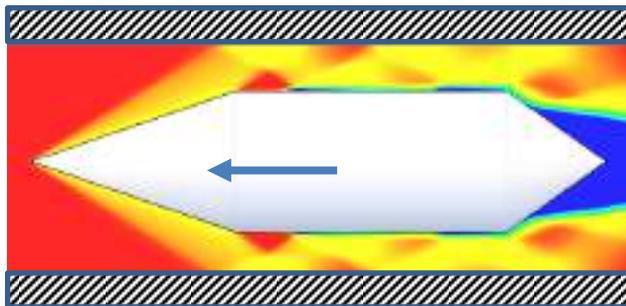
Лобовое  
сопротивл  
ение

+

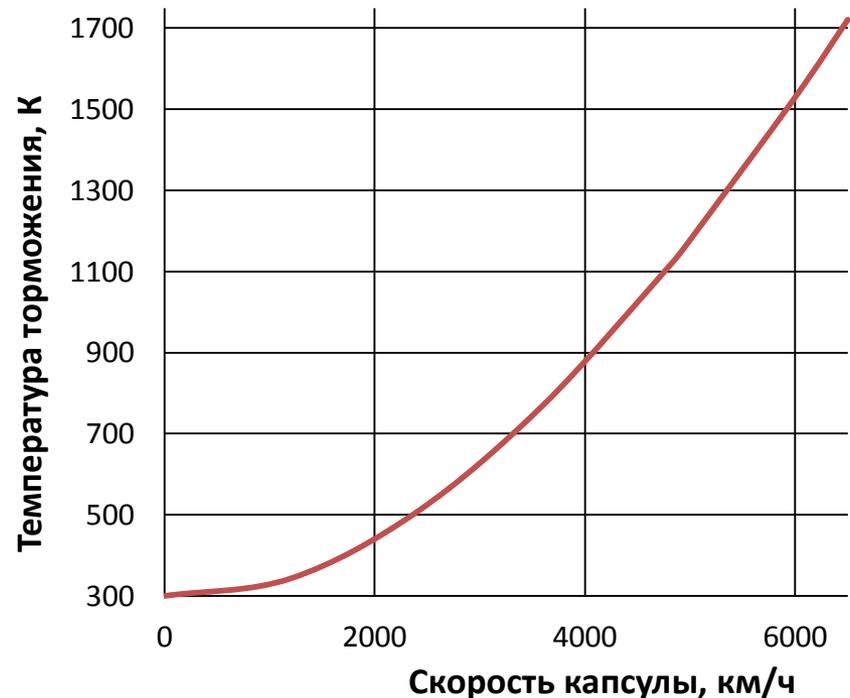
Сопротивл  
ение  
трения

+

Донное  
сопротивл  
ение

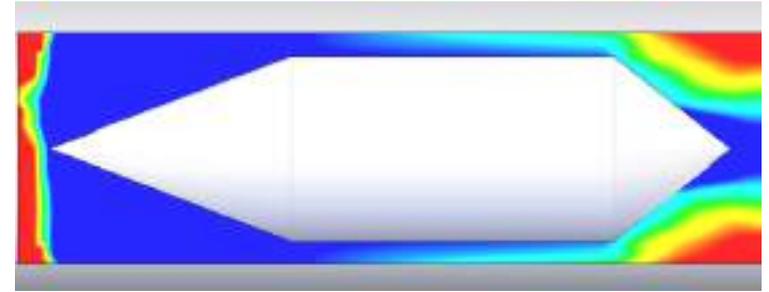


Капсула в канале



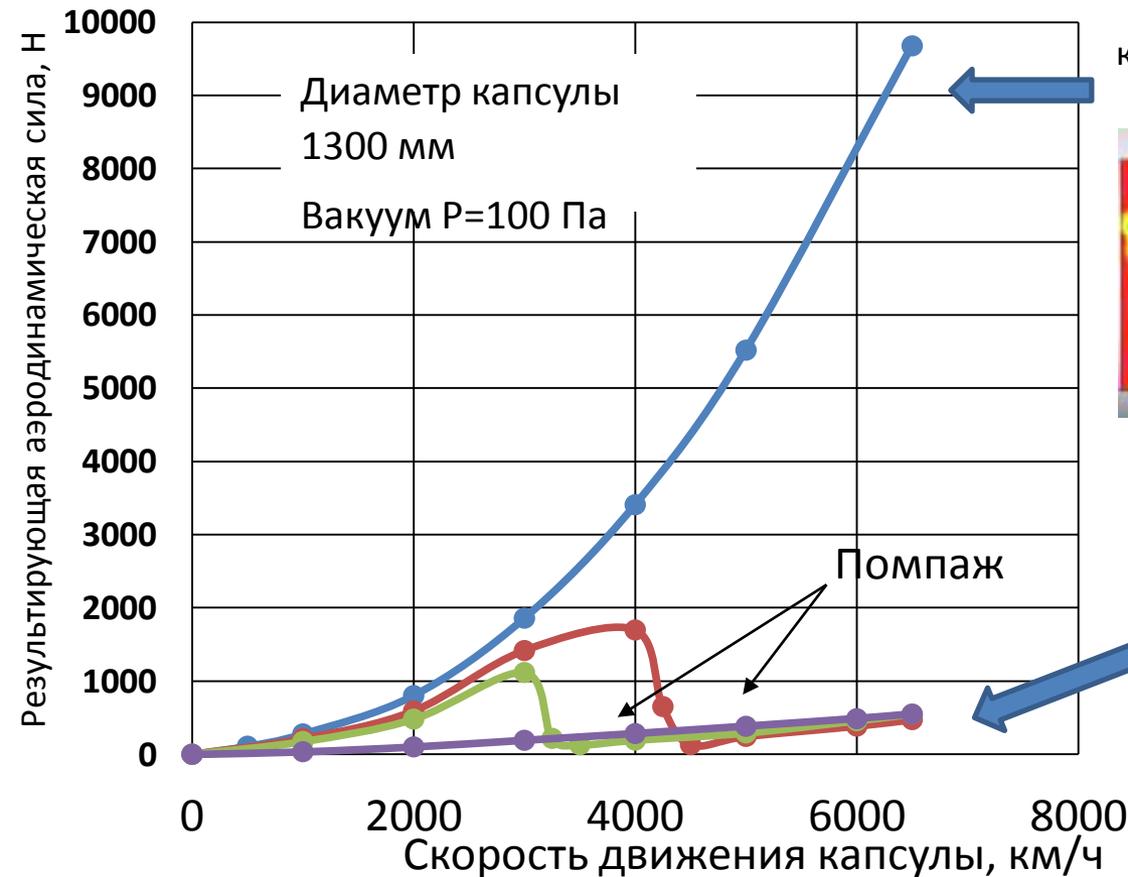
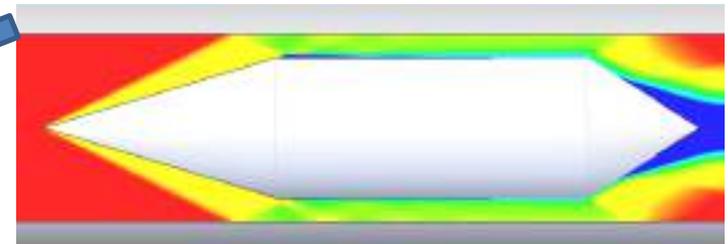
## Режим течения № 1

Геометрия проточного тракта между капсулой и каналом не позволяет пропустить через себя весь захватываемый воздух



## Режим течения № 2

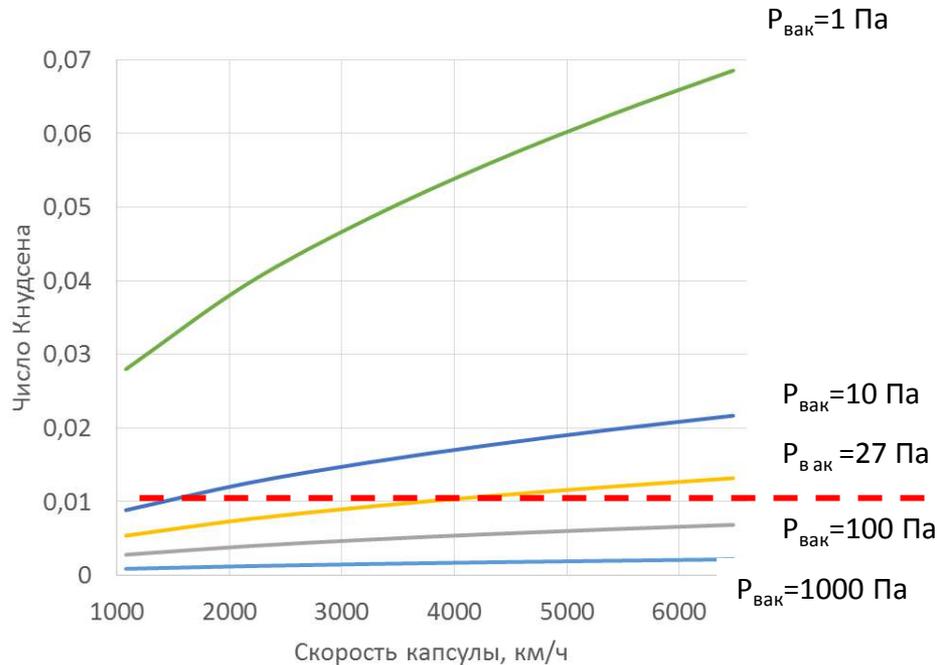
Весь захватываемый воздух проходит через проточный тракт



## Задачи аэротермодинамики

1. Поиск оптимальной геометрии капсулы и канала. Оптимизация.
2. Управление ударно-волновой структурой течения. Снижение волнового сопротивления.
3. Управление пограничным слоем на стенках капсулы. Снижение сопротивления трения. Снижение термического нагрева стенок капсулы.
4. Проработка способов повышения донного давления.
5. Изучение пассивных (аэродинамические рули, стабилизаторы и др.) и активных (газодинамические рули и др.) методов стабилизации и управления капсулой в процессе движения.
6. Изучение динамики движения. (устойчивость капсулы, нагрузки, перегрузки при маневрах и др.)

# Предварительные оценки аэродинамических сил при давлениях в канале $P < 100$ Па



**Скользящий поток**  
*Решение уравнений Навье-Стокса с граничными условиями скольжения и скачка температуры на поверхности*

**Сплошная среда**  
*Решение непрерывных уравнений Навье - Стокса*

Для исследуемой задачи нахождение аэродинамических характеристик (вплоть до давления в канале 1 Па) возможно с применением традиционных методов вычислительной аэродинамики, основанных на численном решении непрерывных уравнений Навье-Стокса.

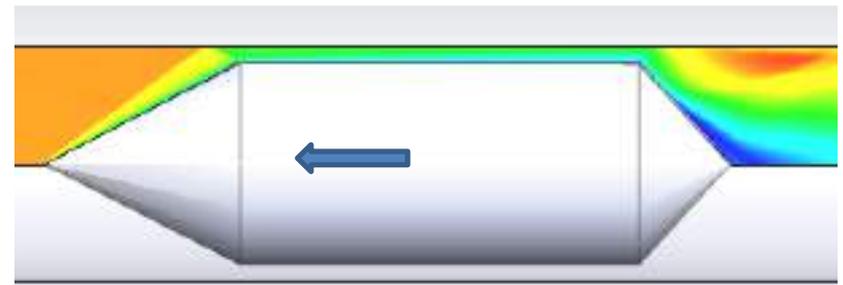
Для чисел Кнудсена, от 0,01 вплоть до 0,1, учет начальных эффектов разреженности может быть произведен путем принятия граничных условий скольжения и скачка температуры на поверхности обтекаемого тела.

Расчет полета капсулы при давлении в канале

$P = 10$  Па. Скорость полета **6500** км/ч.

Сила аэродинамического сопротивления

**$F = 41$  Н.**

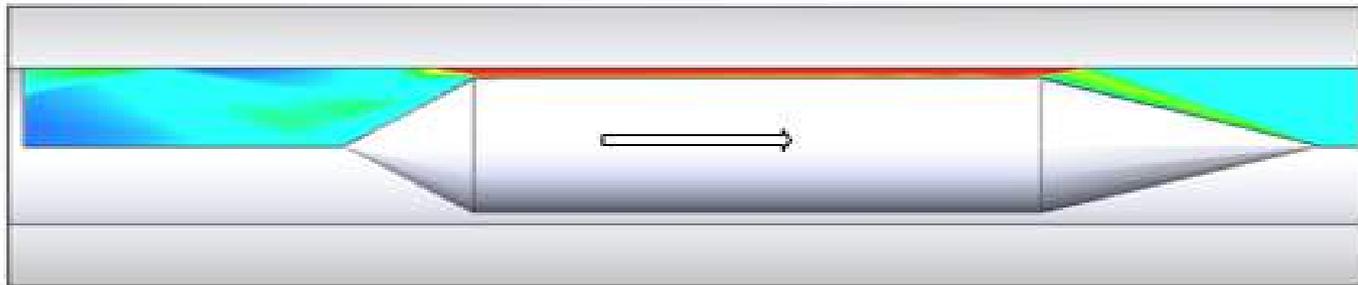


# Расчет полета капсулы при давлении в канале 10 Па

Скорость полета - 6500 км/ч

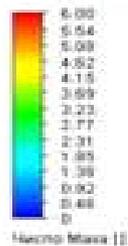


Плотность (теплая среда) [kg/m³]

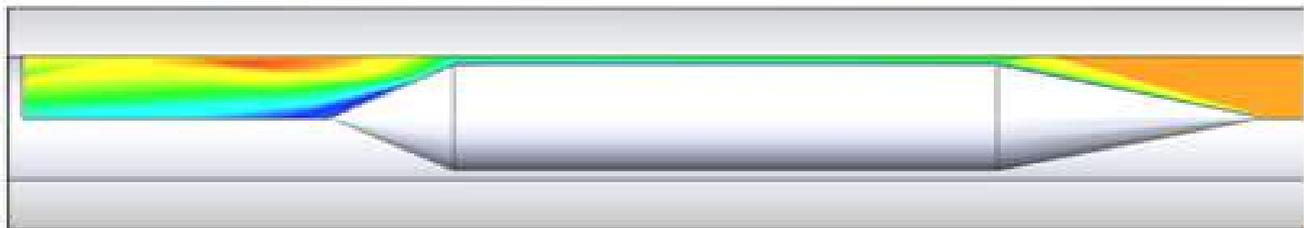


П

Параметр	X-компонента	Y
Сила [N]	41	0

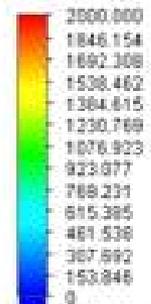


Массовый поток [kg/s]



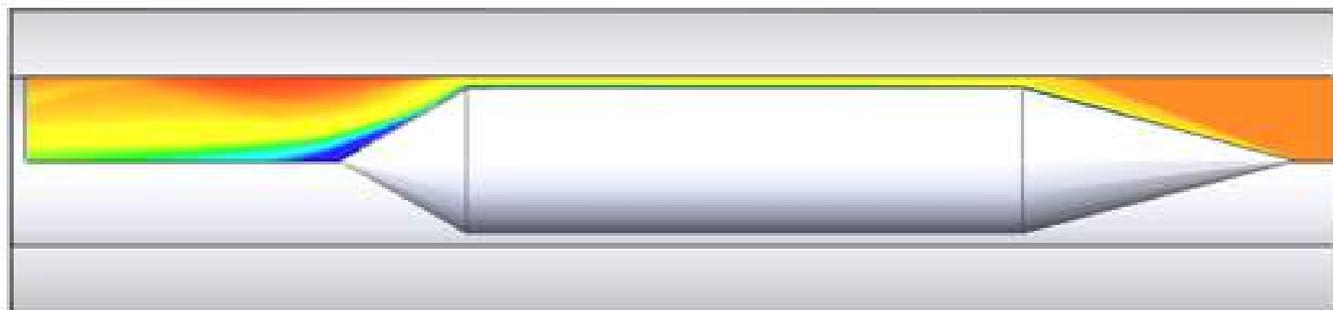
П

П



Скорость (0) [m/s]

Глобальная система координат



П

## Характеристики вакуумных насосов

Единичная трёхступенчатая вакуумная насосная установка ET 35-1300/8000/40000 м<sup>3</sup>/час.  
(для начальной откачки от 100000 до 1 Па трубопровода 1000 м X 1,5 м)

Параметры по стандарту ступеней вакуумных насосов

- Механический винтовой насос (номинальная быстрота действия 1300 м<sup>3</sup>/ч, номинальная мощность двигателя – 30 кВт)
- Механический двухкорпорный бустерный насос типа Puts 8000 (номинальная быстрота действия 7000 м<sup>3</sup>/ч, номинальная мощность двигателя – 28,5 кВт)
- Механический двухкорпорный бустерный насос типа Puts 40000 (номинальная быстрота действия 35000 м<sup>3</sup>/ч, номинальная мощность двигателя – 30 кВт)

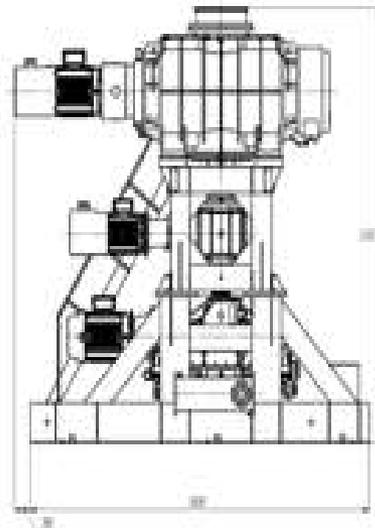
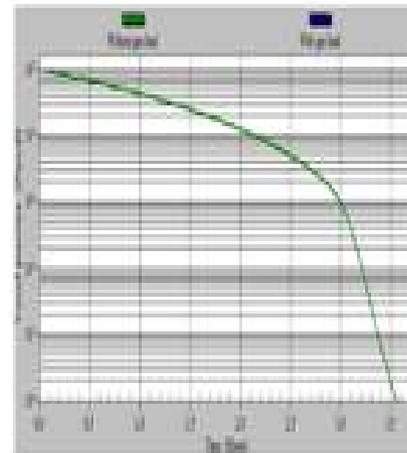


График откачки участка трубопровода диаметром 1,5 м длиной 1000 м до давления 1 Па



Откачка характеристика вакуумной насосной установки

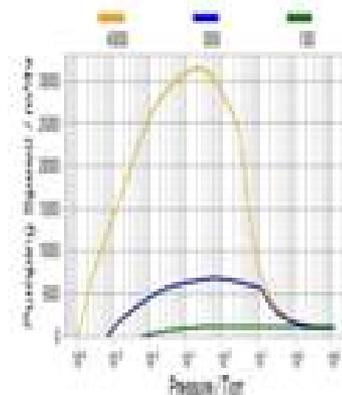


Рис.9 Пример состава, характеристик вакуумного оборудования и характерного графика откачки единичного участка магистрального трубопровода ET3.

# ЗАТРАТЫ:



ДЛЯ РАВНИННОГО РЕЛЬЕФА, ОТНОСИТЕЛЬНО КОРОТКИХ РАССТОЯНИЙ И ОТНОСИТЕЛЬНО НИЗКОЙ СКОРОСТИ (600-1000 КМ/Ч) ЗАТРАТЫ СОЗДАНИЯ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ET3 СОСТАВЯТ **3-5 МЛН. ЕВРО / КМ.**

**Тот же проект в подземном тоннеле будет стоить уже 25 млн. Евро / км.**

**ИНСТИТУТ МАГЛЕВ (НИДЕРЛАНДЫ) ПЛАНИРУЕТ РЕАЛИЗОВАТЬ СЕТЬ В СТРАНЕ И ДРУГИХ СТРАНАХ С 2014 ДО 2021 Г С ШИРОКИМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХПРОВОДНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И В НЕСКОЛЬКО ЭТАПОВ. НИЖЕ ПРИВЕДЕНЫ ТАБЛИЦЫ НЕСКОЛЬКИХ ВАРИАНТОВ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА И ПРИМЕРНЫХ ПЛАНИРУЕМЫХ РАСХОДОВ.**

	Этап 1 ( 2014-2016 )	Млн.евро
1	Научные исследования	30
2	Запуск работы и эксплуатация ВТСП кабелей	10
3	Подготовка и внедрение ВТСП кабелей и ET3 в масштабах страны	36
4	Развитие существующих лабораторий (с ориентацией на ET3 и ВТСП кабели)	10
5	Функциональная демо-модель ET3 , 50 м (2016)	6
6	30-метровый ВТСП кабель 380 кВ, испытания (2016), прочие расходы	8
	<b>Всего, млн. евро</b>	<b>100</b>



Сейчас в Нидерландах ежегодно тратится на пассажирские поездки

**22 млрд. евро**

(поезд, самолет, автомобиль)

и 50% этого количества денег тратится на поездки внутри страны,

**т.е. 11 млрд. евро.**

Предположим, что в будущем будет расходоваться 6-9 млрд. евро в год в качестве выручки в сети ET3 (если учитывать, что ET3 не имеет альтернативы по скорости, затратам, комфорту, безопасности, долговечности, удобству эксплуатации), и учтём, что

**средняя стоимость строительства 1 километра двухпутного полотна высокоскоростной магистрали (120-350) км/ч составляет от 20 до 45 млн. евро ,**

**оценочная стоимость строительства 1 километра двухпутного маглев полотна транспортной системы на магнитном подвесе (350-600) км/ч составляет от 25 до 41 млн.**

**евро за 1 километр [26], а затраты на создание национальной эстакадной сети ET3 составляют около 3-5 млн. евро за 1 км. (включая станции),**

**тогда инвестиции размером**

**в 9 млрд. евро, выделенные на строительство 3000 км. системы ET3 ,**

**будут окупаемы через 2-3 года эксплуатации.**

**Надежность** этого инвестиционного проекта будет (с процентной ставкой от 10 до 30%) **обеспечена, даже если не учитывать дополнительную выручку от транспортировки ещё и грузов, энергии, информации и пр. через сеть ET3.**

Институт Маглев (Нидерланды) планирует реализовать подобную сеть ET3 как в своей стране, так и в других странах до 2021 г. в несколько этапов

## Speed and Efficiency: Evacuated Tube Transport Adopted version

Vehicle road and rail traffic move the most people and products, but are unsustainable in the long term due to their inefficiency and negative impact on the environment. Evacuated tube transport reduces CO2 emissions, pollution and cost considerably of even electric cars and high-speed trains. The overall cost can be just 1/10 of rail development and 1/4 of a new freeway project.

The tube transport system, using a tube of just 1.5 m in diameter, can move 94% of all cargo and passengers at very high speeds. The trip between Amsterdam and Rotterdam in the Netherlands would take less than 7 minutes at the estimated cruising traditional transportation. As the distance is increased and speed lowered, the energy cost reduces further.

The system, unlike modern railways, would not schedule runs but instead be demand driven 24 hours per day. Traffic will commence only when the route is set and arrival time is calculated in a conflict-free way. Ticket price can be malleable: a base charge higher priority and life support requirements. Moving cargo would be very cost effective due to its lower priority.

Transportation currently uses over 61% of all the oil used by every industry each year. Rising fuel prices will not affect the evacuated tube transportation costs. With no drag or friction, capsule acceleration energy can be regained during deceleration at a disruptive to wildlife and is very economical when it comes to land use.

A 3000 km long system servicing the Netherlands can easily transport 1-2 million passengers daily and over 100 billion ton-km of cargo every year would cost around Euro 10-13 billion plus the cost of the land.



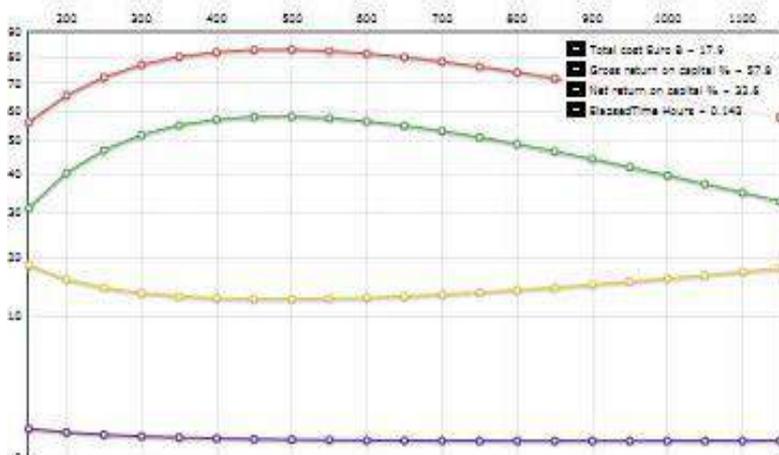
### ET3 Cost Benefit Risk

#### Benefits

- Provides new degree in freedom of mobility
- Increases value of land in remote areas
- Reduces energy use by 99% and CO2 emissions by 100%
- Runs 24/7 on demand, eliminating waste of empty buses and trains
- Reduces travel time and traffic congestion drastically
- Eliminates vehicle, train, aircraft noise and vibration
- Improves road safety and reduces accident fatalities
- Not affected by weather or temperature
- Low impact on the environment and wild life
- Greatly reduces fuel consumption
- Cleaner and more efficient than any other transport system
- Creates new jobs, increases tourism and generates more revenue

#### Capital cost, financial and operational performance of ET3 network

Calculates the cost (in Euro) and performance of an ET3 network given the average distance travelled, length of the network, the expected number of passenger trips per workday and cargo capacity. Use Google Chrome if the graph does not appear.



#### Risks and Unintended Events

- Possible malfunctions and unforeseen accidents
- Cataclysmic events such as flood and earthquakes
- Continental drift and land mass movements
- Terrorism
- Population shift to less populated areas
- Rate of infectious disease spread increased
- Product of steel, concrete and plastics
- Loss of jobs in industries affected by fuel price

- Total cost Euro B =
- Average ticket price Euro =
- Gross return on capital % =
- Net return on capital % =
- Approach cost Euro B =
- Passenger capsule cost Euro B =
- Cargo capsule cost Euro B =
- Energy cost Euro M =
- Wh/pass/km =
- Station approach length m =
- Peak capsule spacing m =
- Jerk m/s^3 =
- Passenger capsules '0000 =
- Cargo capsules '0000 =
- Passengers/capsule/day =
- Tube segments =
- Capital Cost Per Trip xEuro =
- Speed km/h =
- Stations =
- ElapsedTime Hours =
- Spare cargo capacity billion ton-km =

Show

Cruising speed km/h  
 Billion ton-km cargo/year  
 ct/passenger/km  
 Network length km  
 Tube Diameter m  
 ct/ton-km for cargo  
 '000 trips/workday  
 Maximum G force

1,003

Show

Network Parameters Netherlands Calculate 146 ms CPU time

Optimise speed for  Lowest capital cost  Lowest ticket price  Highest return

482 Optimise Cruising Speed km/h. At cruising speed, very little energy is used. Most of the energy is used to accelerate the capsule to cruising speed. If this value is zero, it use a binary search method to find the optimal speed. The search int approaches dominates.

60 Average distance km traveled  
 1000 Thousand passenger trips per workday  
 1.50 2x3 Tube Diameter m and passenger seating width x length  
 3000 Network total length km  
 100 Billion ton-km of cargo per year

**Capital Costs**

0 Land acquisition cost million  
 1,063 Approaches cost million (over estimate)  
 6,659 Number of capsules required to handle peak hour traffic.  
 165,422 Number of cargo capsules.  
 0 Extra airlocks  
 147 Number of set of airlocks required to handle peak passenger traffic. Each mid station requires at least four airlocks. Each airlock can handle 116 capsules per hour. Transiting passengers will not need to go through airlocks. Stations that have irrespective of the number of airlocks. Stations that can handle cargo have vacuum storage facilities to store pallets waiting for shipping or pallets outside waiting for collection.  
 4,639 Network cost million  
 1,477 Station cost million  
 266 Passenger capsule cost million  
 5,169 Cargo capsule cost million (over estimate)  
 12,628 Total cost million

**Cost Factors**

10429 Cost of station in Euro per passenger per hour  
 25 % Inflation to apply to above two costs, which were calculated in 2003.  
 20 ct per ton per km for shipping cargo. During the first year of operation only cargo will be allowed.  
 10 ct per km for pricing ticket  
 2.1 \* Average Distance = Maximum length of each tube segment  
 1.75 Wh/km/passenger  
 2,350 Length of station approach in m. Dedicated cargo stations require less approach and are thus cheaper to build because the cargo can withstand higher G forces. An exiting capsule will decelerate before reaching the branch point so that it exit scenario of 1 set of airlocks per station.  
 38200 Cost Euro of each capsule  
 1300 Steel Price Euro/ton \* 2 (for support and construction)  
 0.2 Price of electricity in Euro/kwh  
 0 % Extra cargo capacity

**Income and Expenses**

80 % Passenger capacity used  
 80 % Cargo capacity used.  
 102,041 Passenger traffic at peak hour.  
 7.5 % Operation & Maintenance rate  
 7.5 % Insurance rate  
 10 % Interest cost of funding.  
 1,756 Gross annual income from workday passengers million  
 6,886 Gross annual income from cargo million  
 212 Energy cost million  
 72.3 Liquid Nitrogen cost million  
 939 Operation and maintenance million  
 939 Self insurance/replacement fund million  
 7,277 Net Income million

Non-workdays passenger income are not counted. Passengers fares are half price on weekends or public holidays.

**Ticket pricing for passenger and cargo**

2.82 The base price of a ticket to cover interest.  
 60 Distance for calculating ticket price and travel time.  
 4.80 Price per pallet for cargo.  
 8.68 Price per trip. Base price plus a distance charge and energy used.  
 0.8888 Currency / US \$ Euro  
 28 Energy surcharge factor  
 9.45 Travel Time

**Stations, capsules and tube sizing**

58 Hours in a local workday, use a value of 24 for a global network. The expected number of passengers trips per workday is divided by this value to determine the peak hour passenger traffic that the network must be able to handle. Lower this priority traffic.  
 2 Capsule turnaround time in minutes. The time difference between its arrival at the station to its departure for an empty capsule. Capsules will be sent to where there are needed even if they are empty or partially filled. Capsules will be wait  
 368 The number of passengers that can be transported by each capsule in a day in one direction, the capsules are empty going in the return direction.  
 50 billion ton-km of cargo shipments per year. Cargo stations does not require airlocks and can handle capsules at a much faster rate.  
 108 Unused cargo capacity billion ton-km per year.  
 24 Number of tube segments  
 12.7 Tube Thickness mm  
 472 Steel ton / km for each tube  
 1.81 Cost of two tubes in million/km  
 12.5 Annual billion passengers-km  
 4.96 Capsule Length m  
 12 Minimum distance m between capsules  
 28,437 Capsules per hour at cruising speed  
 676 Capsule spacing during peak traffic m

**Energy Consumption for various modes of transportation**

10% Interest cost of funding.  
 Non-workdays passenger income are not counted. Passengers fares are half price on weekends or public holidays.

7.277 Net Income million

#### Ticket pricing for passenger and cargo

2.82 The base price of a ticket to cover interest.  
 60 Distance for calculating ticket price and travel time.  
 4.80 Price per pallet for cargo.  
 8.88 Price per trip. Base price plus a distance charge and energy used.

0.8880 Currency / US \$ Euro  
 25 Energy surcharge factor  
 9.45 Travel Time

#### Stations, capsules and tube sizing

9.9 Hours in a local workday, use a value of 24 for a global network. The expected number of passengers trips per workday is divided by this value to determine the peak hour passenger traffic that the network must be able to handle. Lower this number to increase the number of stations and capsules. Spare network capacity, priority traffic.

2 Capsule turnaround time in minutes. The time difference between its arrival at the station to its departure for an empty capsule. Capsules will be sent to where there are needed even if they are empty or partially filled. Capsules will be waiting for passengers, not passengers waiting for capsules.

368 The number of passengers that can be transported by each capsule in a day in one direction, the capsules are empty going in the return direction.

60 billion ton-km of cargo shipments per year. Cargo stations does not require airlocks and can handle capsules at a much faster rate.

108 Unused cargo capacity billion ton-km per year.

24 Number of tube segments

12.7 Tube Thickness mm

472 Steel ton / km for each tube

1.51 Cost of two tubes in million/km

12.9 Annual billion passengers-km  
 4.95 Capsule Length m  
 12 Minimum distance m between capsules  
 28.437 Capsules per hour at cruising speed  
 675 Capsule spacing during peak traffic m

#### Energy Consumption for various modes of transportation

	Bicycle	Prius	HST	Transrapid	Boeing 787	ET3
Air Drag Coefficient Cd	1.1	0.26	0.47	0.26	0.024	0.47
Frontal Area m <sup>2</sup>	0.61	2.16	11.6	16	92	1.33
Rolling Resistance Coefficient	0.004	0.01	0.0006	0	0	0
Magnetic Levitation kW/ton to overcome rolling resistance	0.123	0.953	0.131	1.70	0	0
Air Pressure Bar	1	1	1	1	0.24	1e-6
Passengers	1	9	844	440	290	6
Weight Empty kg	26	1329	399000	200000	186000	183
Cruising Speed km/h	22.9	70	160	430	913	482
Distance km	30	842	842	842	842	60
Acceleration/Retardation G	0.0326	0.4	0.012	0.0593	0.14	0.3
Jerk m/s <sup>3</sup>	0	1.6	1.6	1.6	1.6	0.0646
Regenerative Braking efficiency %	0	80	80	80	100	80
Total Weight kg	100	1,700	439,800	233,000	208,760	633
Top Speed km/h	22.9	70	160	430	913	482
Acceleration Time	19.66	7.57	6.18	3.26	3.06	1.31
Acceleration Distance km	0.0611	0.0602	8.40	12.3	23.6	3.05
Acceleration Power Watts	96.8	42,436	1,149,239	8,072,377	36,796,602	62,269
Rolling Resistance Watts	12.3	1,620	57,473	386,100	0	0
Air Drag Watts	84.9	2,960	296,796	4,396,243	6,389,285	0.928
Total Watts	97.2	4,180	354,230	4,791,243	6,389,285	0.928
Elapsed Time	1:20:20	12:01:52	5:22:03	2:00:55	58:26	9:48
Wh/km/passenger	4.35	11.9	4.12	26.9	20.2	1.75
Ton-km/kwh	17.2	6.28	18.2	2.90	3.71	42.6
Fuel Consumption L/100km/Passenger	0	0.78	1.51	1	3	0
Annual Energy cost million	0	6,410 22.6	12,410 43.7	6,219 26.9	24,666 86.8	284 6
Annual mt of CO2 emitted	10.9 / 9.02	12.2 / 10.2	23.7 / 19.7	16.7 / 13	47.1 / 39.1	1.20
Weight kg/Passenger	75	Air Density	1.24	Calculate	Fuel Price Euro/L	1.36



ОАО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ  
им.С.А. ВЕКШИНСКОГО»



**МИИТ**  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
(МИИТ)

**В ПЛАНИРУЕМОМ РОССИЙСКОМ ПИЛОТНОМ ПРОЕКТЕ, ЗАТРАТЫ МОЖНО УМЕНЬШИТЬ ПОЧТИ НА ПОРЯДОК ВЕЛИЧИНЫ, ЕСЛИ ВАКУУМИРУЕМЫЙ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННЫЙ ПУТЕПРОВОД РАЗМЕСТИТЬ В ИМЕЮЩЕМСЯ ЗАКОНСЕРВИРОВАННОМ, ПОДЗЕМНОМ КОЛЬЦЕВОМ ТОННЕЛЕ УНК С ДИАМЕТРОМ 7,02 КМ. И ДЛИНОЙ ПОЧТИ 21 КИЛОМЕТР.**

**ТОННЕЛЬ ИМЕЕТ ВНУТРЕННИЙ ДИАМЕТР 5 МЕТРОВ И РАСПОЛОЖЕН В СТАБИЛЬНЫХ И СУХИХ ПОРОДАХ НА ГЛУБИНЕ ОТ 20 ДО 60 МЕТРОВ. ЧЕРЕЗ КАЖДЫЕ ПОЛТОРА КИЛОМЕТРА К КОЛЬЦЕВОМУ ТОННЕЛЮ УСКОРИТЕЛЯ ПРИМЫКАЮТ ПОДЗЕМНЫЕ ЗАЛЫ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ («СТАНЦИИ»). ЭТИ ЗАЛЫ СВЯЗАНЫ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ШАХТАМИ ДЛЯ ПРОВОДКИ КОММУНИКАЦИЙ, ТРАНСПОРТИРОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ И Т.Д.**



**НАД КОЛЬЦЕВЫМ ТОННЕЛЕМ НОВОГО УСКОРИТЕЛЯ ДЛИНОЙ 21 КИЛОМЕТР ОСТАЛИСЬ НЕТРОНУТЫМИ ЛЕС, ПОЛЯ, ПОСЕЛКИ И ДОРОГИ. НА СХЕМЕ: УСКОРИТЕЛЬ У-70. , КАНАЛ ИНЖЕКЦИИ — ВВОДА ПУЧКА ПРОТОНОВ В КОЛЬЦО УСКОРИТЕЛЯ УНК. 3. КАНАЛ АНТИПРОТОНОВ. 4. КРИОГЕННЫЙ КОРПУС. 5. ТОННЕЛИ К АДРОННОМУ И НЕЙТРОННОМУ КОМПЛЕКСАМ.**

**НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ**

# ВЫВОДЫ И РЕШЕНИЯ

**Мы готовы приступить к осуществлению  
реальных проектов  
магнитолевитационных транспортных (МЛТ)  
и вакуумных магнитолевитационных  
транспортных (ВМЛТ) систем.**



2. Необходимо признание на государственном уровне – решением Правительства РФ включить магнитолевитационный МЛТ и ВМЛТ транспорт в «Стратегию развития транспорта РФ на период до 2030" г.

# АКТУАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ПОЛЕЗНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ТЕМЕ

№ 6

2015

ISSN 2304-9642

## Бюллетень Объединенного Ученого Совета ОАО «РЖД»



- Стратегические тренды развития железнодорожного транспорта
- Применение вакуумной среды для создания скоростных транспортных систем
- Интеграция академической и отраслевой науки

**РЖД**

## Бюллетень ОУС ОАО «РЖД» №6, 2015

### СОДЕРЖАНИЕ

#### СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

Лапидус Б. М. Стратегические тренды развития железнодорожного транспорта.....	2
---	---

#### ПРОРЫВНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ

Терентьев Ю. А. Основные преимущества и особенности высокоскоростного вакуумного транспорта «ЕТЗ» .....	10
Зайцев А. А. Отечественная транспортная система на основе магнитной левитации.....	22
Кирикин В. Ю., Лежава В. Ш., Новгородцева А. В. Применение вакуумной среды для создания скоростных транспортных систем. Математического моделирование обтекания объектов (метод дискретных вихрей) .....	28

#### СОТРУДНИЧЕСТВО С ИНСТИТУТАМИ РАН

Корчагин А. Д. О взаимодействии ОАО «РЖД» с Российским фондом фундаментальных исследований.....	37
---	----

#### ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Протокол заседания Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» от 30 октября 2015 г. № 64 .....	43
Протокол заседания Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» от 26 ноября 2015 г. № 65 .....	50

Бюллетень  
Объединенного ученого совета  
ОАО «РЖД»  
Научно-технический журнал  
Периодичность: 6 номеров в год  
Издается с февраля 2010 г.  
[www.rzd.ru](http://www.rzd.ru)

Редакционный совет  
Б.М. Лапидус (председатель,  
ОАО «ВНИИЖТ»),  
В.Д. Верескин (РГУПС),  
И.Г. Горячева (ИПМ РАН),  
В.И. Колесников (РГУПС),  
Б.А. Левин (МИИТ),  
Н.А. Махутов (ИМАШ РАН),  
А.В. Рышков (ОАО «РЖД»)

Редакционная коллегия  
Б.М. Лапидус (главный редактор),  
М.М. Железнов,  
А.Б. Косарев,  
Д.А. Мачерет,  
К.П. Шенфельд,  
Е.Ю. Титов,  
В.И. Титова (секретарь)

Учредитель—ОАО «Научно-  
исследовательский институт  
железнодорожного транспорта»  
[www.vniizht.ru](http://www.vniizht.ru)

Редакция  
Адрес: 107996, Москва,  
ул. 3-я Мытищинская, д. 10.  
Тел.: (499) 260-42-43  
Факс: (499) 260-42-96  
e-mail: [ous@vniizht.ru](mailto:ous@vniizht.ru)

Подписано к печати 18.12.2015  
Формат 60x84/8.  
Офсетная печать.  
Тираж 150 экз.  
Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-49584 от 26.04.2012.

Подготовка оригинал макета и печать -  
ООО «Аналитика Родис», Московская обл.,  
г. Ногинск, ул. Рогожская, д.7  
тел.: (495) 210-05-54

Журнал включен в базу данных  
Российского индекса научного  
цитирования

Перепечатка материалов, опубликованных  
в журнале «Бюллетень Объединенного  
ученого совета ОАО «РЖД», допускается  
только со ссылкой на издание.

Мнение редакции может не совпадать  
с мнением авторов статей.

© Бюллетень ОУС ОАО «РЖД», Москва 2015

Источник фото на обложке—<http://defence.ru/article/1899/>



ОАО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ  
им.С.А. ВЕКШИНСКОГО»



**МИИТ**  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
(МИИТ)

## ОСНОВНЫЕ ССЫЛКИ И КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ:

- \* [www.ET3.nl](http://www.ET3.nl)
- \* [www.ET3.eu](http://www.ET3.eu)
- \* [www.et3.com](http://www.et3.com)
- \* [www.et3.net](http://www.et3.net)
- \* <http://transst.ru/doklad-na-zasedanii-uchenogo-soveta-oao-rzhd-v-m-fomina-d-g-nalivaychenko-yu-a-terenteva.html>

- \* Терентьев Юрий Алексеевич:
- \* E-mail : [teren\\_y@mail.ru](mailto:teren_y@mail.ru)
- \* Телефон : +7 926 530 3830

Спасибо за внимание и терпение!



КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

# ЛИТЕРАТУРА

1. Президент России [Электронный ресурс]. URL <http://www.kremlin.ru/news/46713> (дата обращения: 15.09.2016).
2. Переслегин С.Б. Самоучитель игры на мировой шахматной доске. –М.:АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 2005. – 619 с.
3. Малинецкий Г.Г. Чтоб сказку сделать былью... Высокие технологии – путь России в будущее. Изд. 3-е. –М.: ЛЕНАРД, 2015. – 224с. (Синергетика: от прошлого к будущему. № 58. Будущая Россия. № 17).
4. Магнитолевитационный транспорт: научные проблемы и технические решения /Под ред. Ю.Ф.Антонова, А.А.Зайцева. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 612 с.
5. Магнитолевитационная транспортная технология / Под ред. В. А. Гапановича. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 476 с.
6. Зайцев А.А. Отечественная транспортная система на основе магнитной левитации// Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015. – № 6. – С. 22-27.
7. Липидус Б. М., Липидус Л. В. Железнодорожный транспорт: философия будущего.М.: Прометей, 2015. – 232 с.
8. Technical-economical comparison of Maglev and High Speed Systems // The website of the Transportation and Infrastructure Committee. URL: <http://archives.republicans.transportation.house.gov/Media/File/110th/Rail/3-20-07--roundtable-Brady-dornier.pdf> (дата обращения: 15.09.2016).
9. 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.
10. The website of the Evacuated Tube Transport Technology. URL: <http://et3.com/> (дата обращения: 25.10.2015).
11. Терентьев Ю. А. Основные преимущества и особенности высокоскоростного вакуумного транспорта «ЕТ3» // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015. – № 6. – С. 10-21.
12. 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.
13. Этика, транспорт и устойчивое развитие: социальная роль транспортной науки и ответственность ученых: Международная конференция ЮНЕСКО / Под общей редакцией д.и.н., профессора И.В. Карапетянц, д.ф.-м.н., профессора Г.Г. Малинецкого М.: Агентство интеллектуальной собственности на транспорте (АИСНТ), 2016. – Терентьев Ю.А. «Evacuated tube transport technologies» (ЕТ3) – новая транспортная парадигма XXI века 99. – 106 с.
14. Терентьев Ю. А. Примеры повышения энергетической эффективности проектов сверхпроводниковой криоэнергетики. при использовании программы МОДЭН и оптоволоконной криодиагностики // Сб. трудов I-й и II-й Национальной конференции по прикладной сверхпроводимости НКПС-2011 и НКПС-2013: труды 1-й национальной конференции по прикладной сверхпроводимости НКПС-2011, 6–8 декабря 2011 г.: труды II-ой национальной конференции по прикладной сверхпроводимости НКПС-2013, 26–28 ноября 2013 г. / Нац. исследовательский центр "Курчатовский ин-т". М.: НИЦ "Курчатовский ин-т", 2014. – С. 390-397.
15. Терентьев Ю. А., Федосеев В. Н., Шелемба И. С., Шишкин В. В., Харенко Д. С., Кузнецов А. Г., Сытников В. Е. Испытания первой отечественной системы оптоволоконной криодиагностики на эффекте Рамана для регистрации профиля распределения температуры вдоль отрезка ВТСП кабельной линии // Сб. трудов I-й и II-й Национальной конференции по прикладной сверхпроводимости НКПС-2011 и НКПС-2013: труды 1-й национальной конференции по прикладной сверхпроводимости НКПС-2011, 6–8 декабря 2011 г.: труды II-ой национальной конференции по прикладной сверхпроводимости НКПС-2013, 26–28 ноября 2013 г. / Нац. исследовательский центр "Курчатовский ин-т". М.: НИЦ "Курчатовский ин-т", 2014. – С. 398-405.
16. Островская Г.В. Магнитные дороги профессора Вейнберга (К 100-летию лекции «Движение без трения»). Вестник науки Сибири. 2014. – № 2 (12).
17. Аввакумов М.Н. Экономическая эффективность технического компонента инновационной транспортной системы для Евразии// НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент» № 4, 2014. – С. 1. 18. Инженерно-экономический анализ транспортных систем. Р.И. Образцова, П.Г. Кузнецов, С.Б. Пшеничников М: «Радио и связь», 1996.
19. П.Г.Кузнецов. Избранные труды, Дубна, 2014.
20. Дроздов Б.В. Направления разработки физической экономики (применительно к транспортному комплексу). Материалы конференции к 90-летию Побиска Георгиевича Кузнецова // Rypravlenie.ru. 05.08.2014. <http://www.rypravlenie.ru/wp-content/uploads/2014/08/05-Droz dov.pdf>.
21. Дроздов Б.В. Геостратегические проекты дальневосточного развития России // Сборник "Культура. Народ. Экосфера", труды социокультурного семинара имени Бугровского. Вып. 4. - М.: "Спутник+", 2009.
22. П.В.Крюков. Россия в XXI веке – центр мирового транспортного сообщения // Научно-технический отчет по теме Минпромнауки / Отв. исполнитель, в.н.с.П.В.Крюков, М: 2002г
23. «Hyperloop» <https://ru.wikipedia.org/wiki/Hyperloop>
24. Chevtchenko O. A., Bakker R., Smit J. J. Future long distance electricity transmission using HTS HVDC cables // HTS-powercables.nl. URL: <http://www.htspowercables.nl/htsdctransmission> (дата обращения: 15.09.2016).
25. Гурьев А.И. Дорога на магнитном подвесе: второе дыхание в России? // РЖД-Партнер. М., 2009. № 19(167). С. 54-58.
26. ET3 online education // The website of the Evacuated Tube Transport Technology. URL: <http://et3.eu/et3-online-education.html> (дата обращения: 15.09.2016).
27. И.А. Воробьев, Р.О. Кондратенко, С.Б. Нестеров, А.Н. Белоконев. Высокоскоростной транспорт на основе магнитной левитации в разреженной среде//Сб. трудов IX Международной научно-технической конференции «Вакуумная техника, материалы и технология» М. 2014. – С. 243-269.
28. Композитный несущий блок и монтажное соединение несущих блоков сборной строительной конструкции: пат. 2519021 Рос Федерация: МПК Е04С 1/00, Е04В 2/08 / авторы и заявители Филдлин В. М. Токарев П.