



ИННОВАЦИОННЫЕ
ТРАНСПОРТНО-ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ SKYWAY

ФИЛОСОФИЯ SKYWAY

Транспорт должен быть решением проблем, а не их источником. Система SkyWay переносит грузопассажирские потоки в отдельное пространство – на «второй уровень».

Благодаря тому, что транспортные средства SkyWay перемещаются над землёй по специальной рельсо-струнной эстакаде, оптимизируется аэродинамика, увеличивается скорость, обеспечивается беспрецедентная безопасность и рациональное использование земли и ресурсов, сводится до минимума наносимый транспортом вред окружающей среде. При этом стоимость строительства и эксплуатации – значительно ниже существующих транспортных решений.



АНАТОЛИЙ ЮНИЦКИЙ:

«ТРАНСПОРТНАЯ
СИСТЕМА SKYWAY —
ОПТИМАЛЬНА,
ЭФФЕКТИВНА
И БЕЗОПАСНА»





Генеральный конструктор инновационной технологии и струнного транспорта SkyWay Анатолий Юницкий – учёный и изобретатель, автор более 200 научных работ, 18 монографий и свыше 150 изобретений в сферах строительства, транспорта, машиностроения, электронной и химической промышленности.

Создатель SkyWay и геокосмической транспортных систем, а также ряда транспортно-инфраструктурных проектов на основе струнных технологий. Руководитель двух проектов Организации Объединённых Наций, член Федерации космонавтики СССР.

Президент группы компаний SkyWay.
Генеральный конструктор ЗАО «Струнные технологии».

SkyWay – «Небесная дорога» – концепт надземной транспортной системы, не имеющей аналогов в мире.

Основные элементы транспортно-инфраструктурного комплекса SkyWay:

- неразрезная предварительно напряжённая рельсо-струнная эстакада;
- рельсовые автомобили на стальных колёсах – высокоаэродинамичные, снабжённые противосходной системой и имеющие интеллектуальную систему безопасности, управления, энергообеспечения и связи.

Разработку транспортно-инфраструктурных комплексов SkyWay осуществляет коллектив инженеров и дизайнеров ЗАО «Струнные технологии» (Беларусь).



СОТРУДНИКИ
ЗАО «СТРУННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ» —
КОЛЛЕКТИВ ЕДИНОМЫШЛЕННИКОВ

СТРУКТУРА ПРЕДПРИЯТИЯ

- Управление подвижного состава
- Управление автоматизированных систем
- Управление эстакадных и инфраструктурных сооружений
- Управление проектных работ
- Управление развития
- Специальное конструкторско-технологическое бюро с опытным производством
- ЭкоТехноПарк
- Отдел перспективных разработок
- Управление по технадзору и контролю качества
- Отдел стандартизации, сертификации и организации испытаний
- Служба главного инженера
- Юридическое управление
- 15 конструкторских бюро (более 200 конструкторов)
- Центр дизайна и архитектуры

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС SKYWAY

Специальное конструкторско-технологическое бюро с опытным производством «Юнибус» осуществляет весь цикл работ по изготовлению подвижного состава SkyWay:

- выпуск комплектующих деталей, устройств, компонентов;
- тестирование механических узлов и электроники;
- испытания промышленных образцов.

Производственный комплекс предназначен для отработки наиболее ответственных и важных технологических решений, основных ноу-хау SkyWay.





ОСНОВНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ РЕШЕНИЯ

Системы SkyWay способны удовлетворить широкий спектр транспортных потребностей, обеспечивая возможность высокоэффективных пассажирских и грузовых перевозок на любые расстояния, в различных природно-климатических условиях.



© GTI 2017



SkyWay – это скорость, безопасность, комфорт, доступность, экономичность, экологичность.

SkyWay – это повышение социальной активности людей.

SkyWay – это основа для информационной, энергетической и транспортно-коммуникационной сети нового поколения.



© GTI 2017

Все виды систем SkyWay отличаются энергоэффективностью, низким уровнем вредного воздействия на окружающую среду и высокой степенью безопасности грузопассажирских перевозок.

ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

Предназначен для перевозок пассажиров на небольшие расстояния (до 200 км).



Гармонично вписывается в существующую инфраструктуру любого мегаполиса.

Решает транспортные проблемы больших городов за счёт формирования сети высотных зданий, имеющих между собой надземное (воздушное) транспортное сообщение.

ЮНИБУС И ЮНИКАР

МОДЕЛЬНЫЙ РЯД:

- юнибусы бирельсовые большого класса
(количество пассажиров: 7–28 человек,
в сочленённых – до 84–168)



© GTI 2017

- юнибусы монорельсовые среднего класса
(количество пассажиров: 3–14 человек,
в сочленённых – до 84)



© GTI 2017

- юникары монорельсовые малого класса
(количество пассажиров: 2–6 человек,
в сочленённых – до 6–18)



© GTI 2017

Максимальная скорость движения: 120–150 км/ч.

Производительность комплекса: до 50 тыс. пасс./ч и более.

Максимальный продольный уклон пути: 30 %.

ЮНИБАЙК



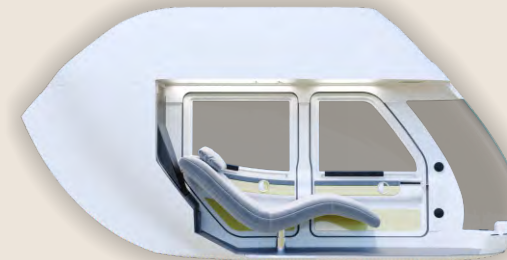
Лёгкое и компактное транспортное средство на стальных колесах. Совмещает признаки высокоэффективного электромобиля транспортной системы и спортивно-развлекательного объекта.

В дополнение к бортовым (и внешним) источникам энергии имеется велогенератор, благодаря чему юнибайк может приводиться в движение мускульной силой пассажиров. В будущем – альтернатива легковому автомобилю, велосипеду, мотоциклу.

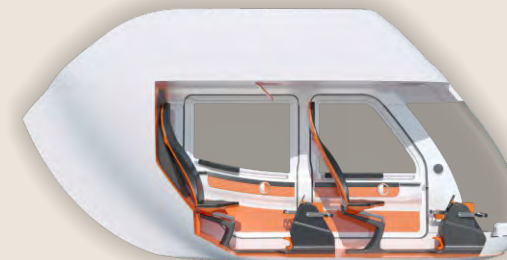


© GTI 2017

Модельный ряд представлен одно-, двух-, трёх-, четырёх- и пятиместными юнибайками.



© GTI 2017



© GTI 2017



© GTI 2017

Максимальная скорость движения:
150 км/ч.

Производительность комплекса:
до 20 тыс. пасс./ч и более.

Максимальный продольный уклон пути:
30 %.

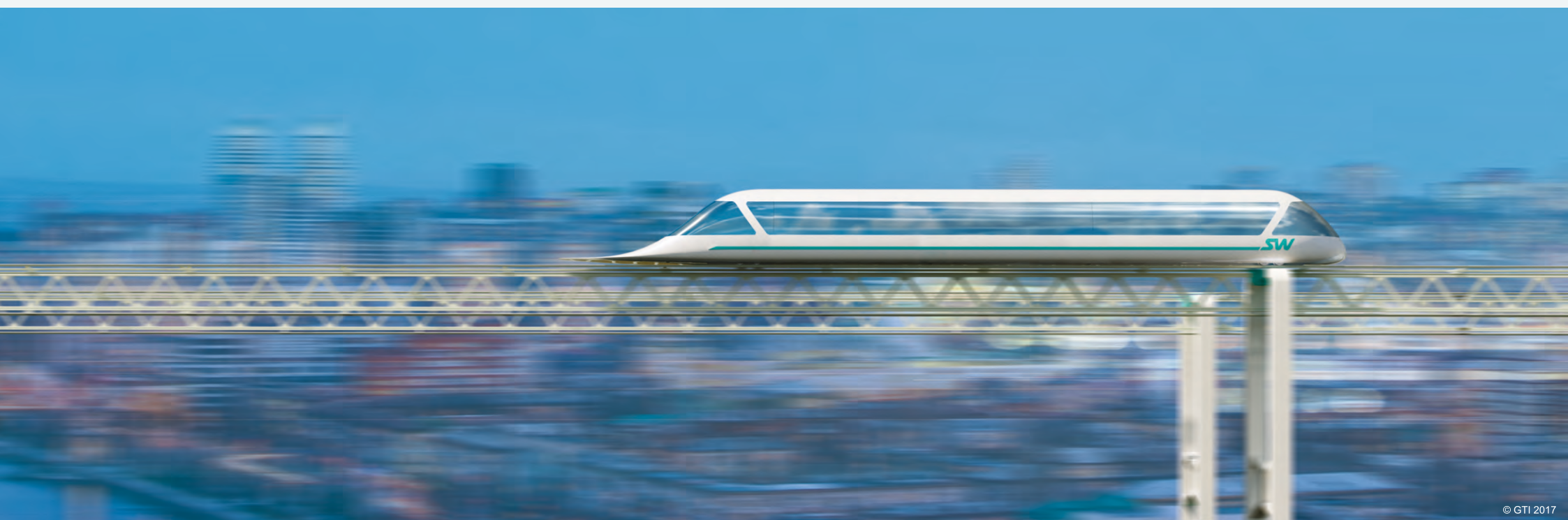
ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ТРАНСПОРТ

Навесное транспортное средство
на стальных колёсах.
Предназначено для междугородной
перевозки пассажиров и грузов
на расстояния до 10 тыс. км.



ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЮНИБУС

Высокая скорость движения обеспечивается специальной конструкцией рельсо-струнной эстакады и высокими аэродинамическими качествами транспортного средства.



© GTI 2017

*Максимальная скорость: до 500 км/ч.
Пассажировместимость: 4–24 человека.
Производительность комплекса: до 500 тыс. пасс./сутки и более.
Максимальный продольный уклон пути: до 20 %.*

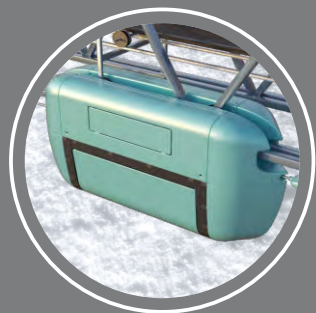
ГРУЗОВОЙ ТРАНСПОРТ

Транспортная система,
предназначенная для перевозки грузов
на расстояния до 500 км и более.



© GTI 2017

ЮНИТРАК



Грузовой подвижной состав выполнен на базе подвесных городских пассажирских юнибусов.

Разработан специальный ряд контейнеров, стыкующихся с морскими, железнодорожными и автомобильными контейнерами для жидких, сыпучих, штучных и специальных грузов.

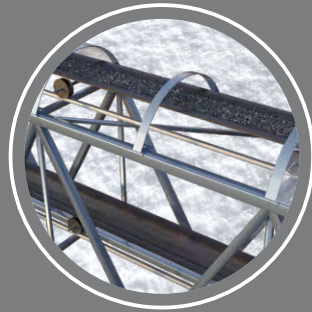
Контейнеры для скоропортящихся грузов оборудованы системой терморегулирования (зимой) и кондиционирования (летом); в контейнерах для экологически опасных грузов предусмотрен многослойный высокопрочный корпус и т. д.

Скорость транспортировки грузов: до 150 км/ч.

Производительность комплекса: до 200 млн т/год и более.

Максимальный продольный уклон пути: до 30 %.

ЮНИТРАНС



Эффективность продуктопровода обеспечивается за счёт круглосуточного и круглогодичного непрерывного функционирования, что даёт возможность перемещения значительных объёмов грузов.

Продуктопровод включает в себя погрузочный и разгрузочный терминалы специальной конструкции – с непрерывной погрузкой и разгрузкой грузов.

Позволяет проводить быструю и недорогую транспортировку сыпучих и штучных грузов.

Незаменим в удалённых и труднодоступных местах, в частности, при разработке месторождений полезных ископаемых.

Скорость транспортировки грузов: до 36 км/ч.

Производительность комплекса: до 200 млн т/год и более.

Максимальный продольный уклон пути: до 45 %.

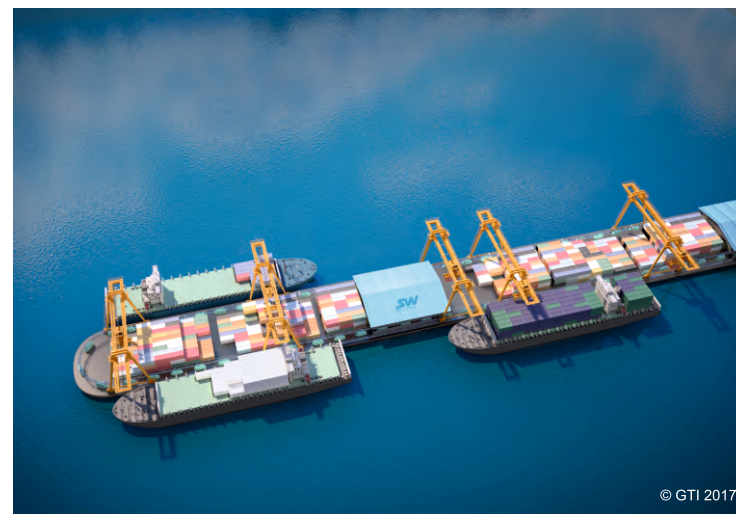
Область применения грузового SkyWay:

- перевозка сыпучих грузов (руда, строительные материалы, уголь и др.);
- перевозка жидких грузов (нефть и нефтепродукты, природная питьевая вода и др.);
- перевозка штучных грузов (стальной прокат, лес, лесоматериалы и др.);
- перевозка контейнеров и европаллет;
- перевозка специальных грузов (сжиженные газы и криогенные жидкости, радиоактивные и взрывчатые вещества, оружие и др.).

МОРСКОЙ ПОРТ СИСТЕМЫ SKYWAY

Преимущества использования грузовой транспортной системы SkyWay в морском порту:

- осуществление доставки грузов на расстояние 15–20 км и более от берега без значительного увеличения затрат;
- для швартовки крупных судов нет необходимости создавать причальные стенки и вести дноуглубительные и берегоукрепляющие работы;
- имеется возможность проводить доставку грузов в морской порт, находящийся в области естественных глубин (до 50 м);
- порт и транспортная система SkyWay формируют единый логистический комплекс доставки сырья, функционирующий в автоматическом режиме;
- объём транспортировки сыпучих грузов – до 200 млн т/год и более;
- тип транспортировки – с горнодобывающего предприятия в трюм балкера без промежуточного складирования.





ЭКОДОМ

ДОМ БУДУЩЕГО УЖЕ СЕГОДНЯ

Минуло время безликих однообразных сооружений. Человеку нужна экологически чистая архитектура, являющаяся источником ежедневной духовной радости. Общество пришло к выводу, что следует не побеждать природу, а жить с ней в полном согласии и взаимном понимании.





ЭКОЛОГИЧНО

Экодом возводится с применением «зелёных» технологий, а также экологически чистых материалов, не наносящих вреда окружающему миру.

При составлении проекта учитываются стороны света, роза ветров, ландшафт, соблюдается дружелюбное по отношению к человеку зонирование внутренних помещений, правильно рассчитывается геометрия строительства здания в целом.



ЭКОНОМИЧНО

Экодом обеспечивает тепло, электричеством и горячей водой за счёт возобновляемых источников энергии – солнца, земли, ветра.

Комплексный подход при проектировании здания органично использует системы возобновляемой энергии в качестве конструктивных элементов оформления.



ЭСТЕТИЧНО

Своеобразный шаг к воссозданию естественного природного баланса – озеленение крыши – не только удачный вид кровли, но и перенесённая в поднебесную частичка земной экосистемы. С развитием «зелёных» технологий в разы увеличивается возможность создавать вызывающие всеобщее восхищение красивые, многофункциональные, экологически чистые экодому.

ЛИНЕЙНЫЙ ГОРОД В ЕДИНЕНИИ С ПРИРОДОЙ



Трассы SkyWay содействуют развитию линейных городов – городских поселений кластерного типа, гармонично вписанных в окружающую природную среду.

Поверхность земли предназначена для пешеходов и зелёных растений, а транспортные, энергетические и информационные коммуникации размещены над землёй на «втором уровне». При возведении линейных городов не понадобится вырубать леса, проводить автомобильные и железные дороги и другим подобным образом нарушать биогеоценоз в зоне застройки.

Горизонтальные лифты SkyWay соединят соседние высотные здания, поселения, а также жилые, торговые, развлекательные, производственные и многофункциональные кластеры. А сверхскоростные транспортные артерии SkyWay перенесут в любую точку земного шара.

Линейные города SkyWay могут быть сооружены в горах, на пустынных и заводнённых территориях, в том числе со сложным рельефом, а также на морском шельфе.



ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

ОСНОВА ТЕХНОЛОГИИ SKYWAY – ИННОВАЦИОННЫЙ СТРУННЫЙ РЕЛЬС

Струнный рельс, или рельс-струна, – это обычная неразрезная (по длине) стальная, железобетонная или сталежелезобетонная балка или ферма, оснащённая головкой рельса и дополнительно усиленно армированная предварительно напряжёнными (растянутыми) струнами.

Струнный рельс сочетает в себе свойства гибкой нити (на большом пролёте между опорами) и жёсткой балки (на малом пролёте – под колесом рельсового автомобиля и над опорой).

Плоская головка рельса и цилиндрическое стальное колесо обеспечивают минимальные затраты энергии на движение.

Мощность сопротивления качению колёс юнибуса массой 5 000 кг при скорости движения 450 км/ч:

$$W_{\text{к.к.}} = M \cdot g \cdot k_{\text{к.к.}} \cdot V = 5\,000 \text{ кг} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2 \cdot 0,0015 \cdot 125 \text{ м/с} \approx 9,2 \text{ кВт.}$$

Для сравнения:

при использовании пневмошин с $k_{\text{к.к.}} = 0,18$ (для $V = 450$ км/ч)

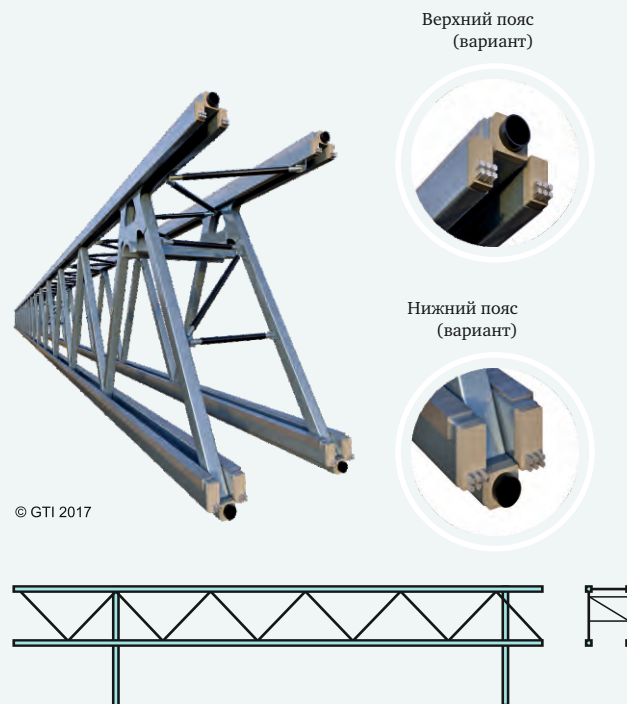
$$W_{\text{к.к.}} \approx 1\,100 \text{ кВт.}$$



ТИПЫ СТРУННЫХ РЕЛЬСОВ и СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ КОНСТРУКЦИИ ПУТЕВОЙ СТРУКТУРЫ

ЖЁСТКИЙ РЕЛЬС (ФЕРМА)

Жёсткая неразрезная путевая структура



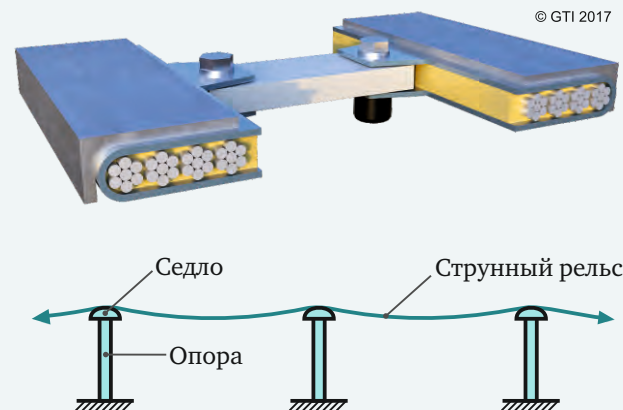
Скорость движения:
от 100 до 500 км/ч.

Относительная жёсткость конструкции:
1/1 000–1/10 000.

Радиус кривизны путевой структуры:
 $R = 5\,000 \dots 50\,000$ м.

ГИБКИЙ РЕЛЬС

Гибкая неразрезная путевая структура



Не является аналогом канатной дороги:

- использование рельса (меньшее сопротивление качению колеса);
- меньшие энергозатраты на движение (в 3–5 раз ниже);
- возможность использования гравитационного двигателя и гравитационного тормоза (снижение энергозатрат ещё в 3–5 раз);
- высокая долговечность (в 5–7 раз выше).

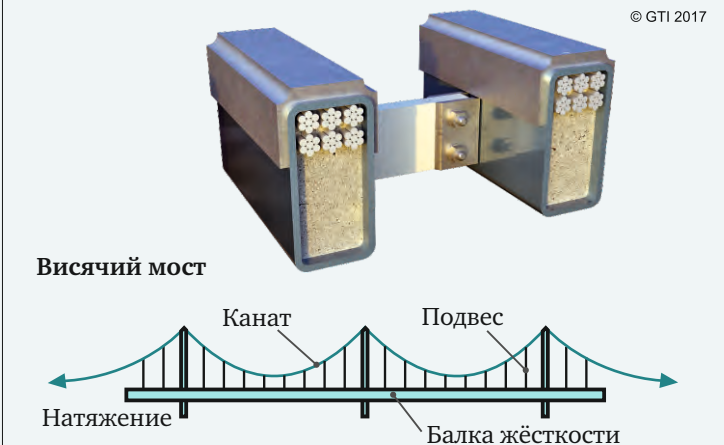
Скорость движения:
от 30 (на опоре) до 150 км/ч.

Относительная жёсткость конструкции:
1/100–1/500.

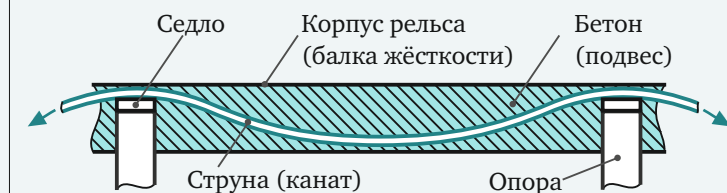
Радиус кривизны путевой структуры:
 $R = 100$ (на опоре) ... 2 000 м.

ПОЛУЖЁСТКИЙ РЕЛЬС

Полужёсткая неразрезная путевая структура



Конструкция путевой структуры SkyWay повторяет конструкцию висячего моста, сочетая в себе все его основные элементы



Скорость движения:
от 50 до 250 км/ч.

Относительная жёсткость конструкции:
1/500–1/2 000.

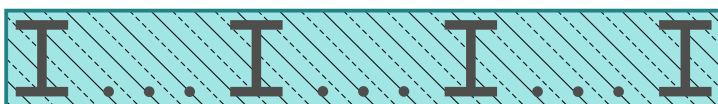
Радиус кривизны путевой структуры:
 $R = 500 \dots 5\,000$ м.

ТЕХНОЛОГИЯ SKYWAY

И ТРАДИЦИОННАЯ БАЛОЧНАЯ ЭСТАКАДА



Разрезная эстакада (традиционный мост)

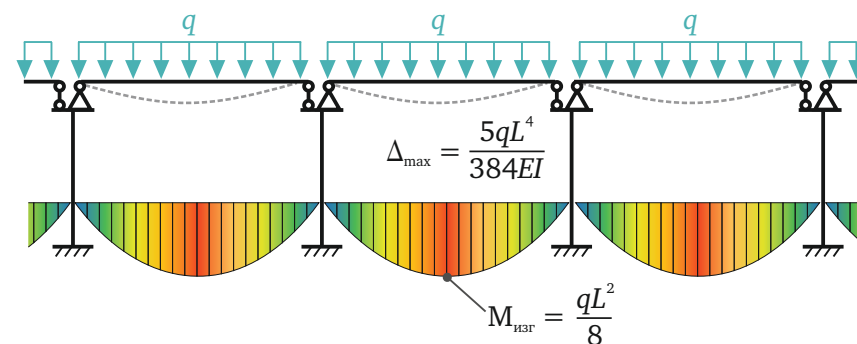


Сплошное дорожное полотно даёт дополнительную нагрузку на опоры и имеет высокую стоимость.

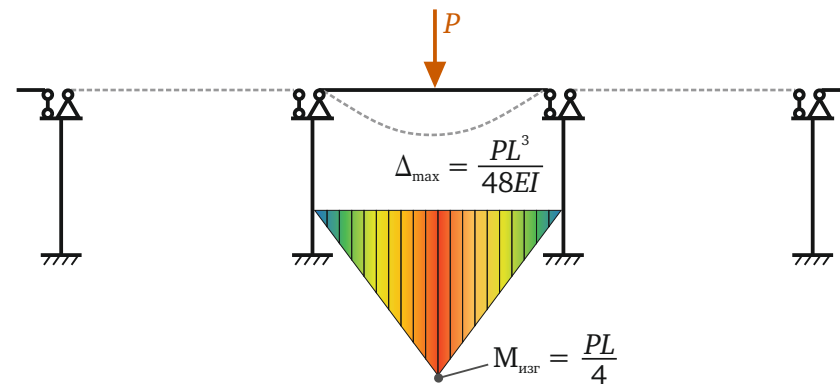
90 %

нагрузки в традиционной эстакаде – собственный вес. Эстакада несёт саму себя, а не полезную нагрузку.

Эпюры изгибающих моментов от распределённой нагрузки



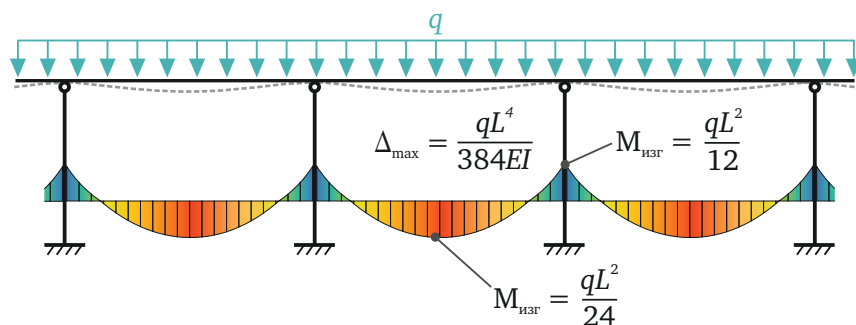
Эпюра изгибающих моментов от сосредоточенной силы



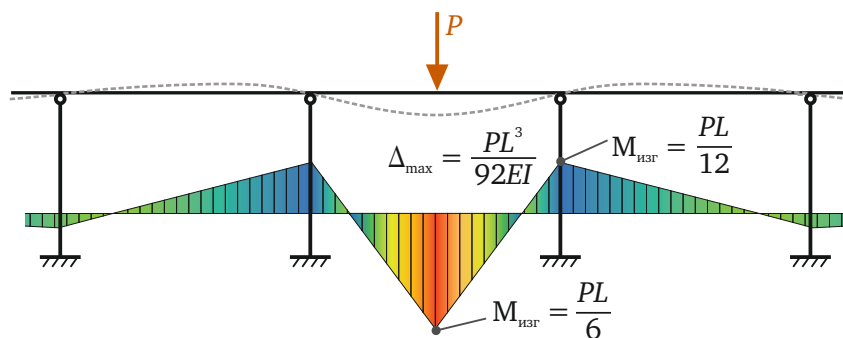


Инновационная неразрезная предварительно напряжённая рельсо-струнная эстакада (технология SkyWay)

Эпюры изгибающих моментов от распределённой нагрузки



Эпюры изгибающих моментов от сосредоточенной силы



При одинаковой распределённой нагрузке эстакада SkyWay в 5 раз жёстче (ровнее) и в 3 раза прочнее традиционного моста.

При одинаковой сосредоточенной силе эстакада SkyWay в 1,9 раза жёстче (ровнее) и в 1,5 раза прочнее традиционного моста.

При возведении эстакады SkyWay необходимо меньшее количество строительных материалов, чем при сооружении традиционной эстакады. Значительно снижается стоимость строительства.

10 %

нагрузки в эстакаде SkyWay – собственный вес. Эстакада несёт полезную нагрузку, а не саму себя, как в традиционных мостах.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

СТРУННОГО ПУТИ SKYWAY — ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ КОМПЕНСАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ



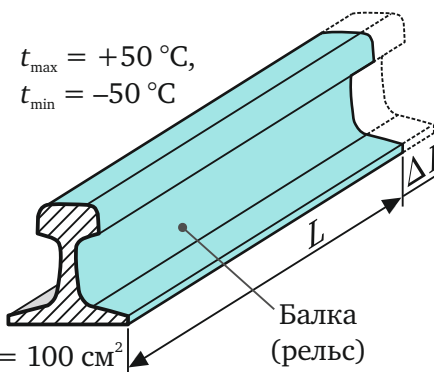
При температурном
воздействии:

– абсолютная деформация

$$\Delta L = a \cdot L \cdot \Delta t;$$

– относительная деформация

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = a \cdot \Delta t.$$



Для стали

температурный коэффициент линейного расширения (на 1 °C)

$$a = 0,000012$$

при $\Delta t = 100 \text{ °C}$, $\varepsilon = 0,0012 = 1/833$

(на 1 км удлинение составит 1,2 м).

Проверка на прочность и устойчивость жёстко защемлённой балки при температурном воздействии ($\Delta t = 100 \text{ °C}$)



Потеря устойчивости при сжатии.

Балка при сжатии устойчивость не теряет.

Проверка на прочность и устойчивость жёстко заземлённой балки при температурном воздействии ($\Delta t = 100\text{ }^\circ\text{C}$)

Проверка на прочность:

– напряжения сжатия продольных волокон:
 $\Delta\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot a \cdot \Delta t \leq \sigma_{02}$.

Для стали

при $E = 2 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$ и $\Delta t = 100\text{ }^\circ\text{C}$:
 $\Delta\sigma = 2 \cdot 10^6 \cdot 0,0012 = 2\,400 \text{ кгс/см}^2$.

Проверка на устойчивость:

– продольное усилие сжатия, возникающее в заземлённой балке при перепаде температур:

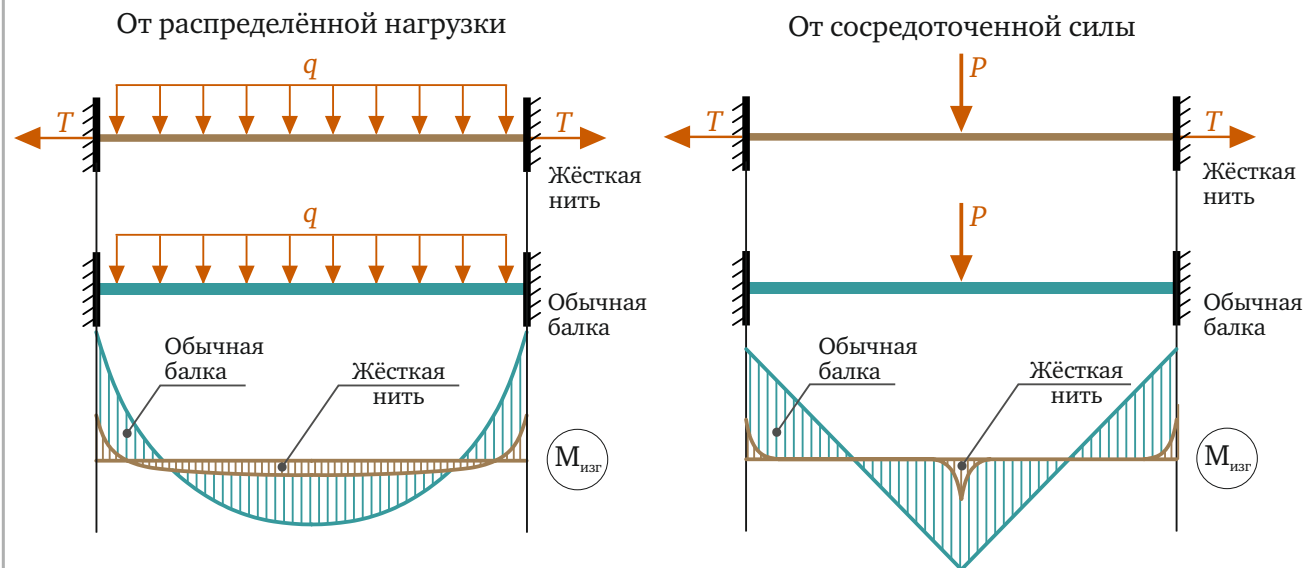
$$N_{\text{сж}} = \sigma \cdot S = E \cdot a \cdot \Delta t \cdot S \leq N_{\text{кр}} = \frac{4\pi^2 EI}{L^2}.$$

Для стали

при $S = 100 \text{ см}^2$ и $\Delta t = 100\text{ }^\circ\text{C}$,
 $\Delta N = 2\,400 \cdot 100 = 240 \text{ тс}$.

При усилии предварительного натяжения более 240 тс в конструкции не возникнут сжимающие усилия, и она не потеряет устойчивость.

Эпюры изгибающих моментов в заземлённой балке (традиционная конструкция) и в предварительно натянутой жёсткой нити (SkyWay)



Изгибающие моменты в жёсткой нити на порядок ниже, чем в традиционной балке.

Вывод

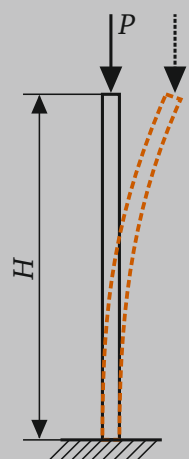
При нагревании жёстко заземлённой балки наиболее опасным явлением считается потеря её устойчивости.

Решение

Предварительное натяжение балки с расчётным усилием $T \geq N_{\Delta t}$ гарантирует, что даже при перепаде $\Delta t = 100\text{ }^\circ\text{C}$ в продольных волокнах балки не возникнут сжимающие усилия.

ВЫСОКАЯ РОВНОСТЬ ПУТИ

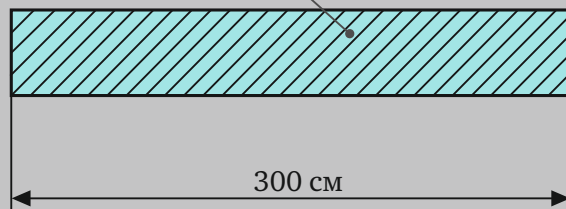
ДОСТИГАЕТСЯ ЗА СЧЁТ НЕРАЗРЕЗНОЙ СТРУКТУРЫ СТРУННОГО РЕЛЬСА МЕЖДУ АНКЕРНЫМИ ОПОРАМИ



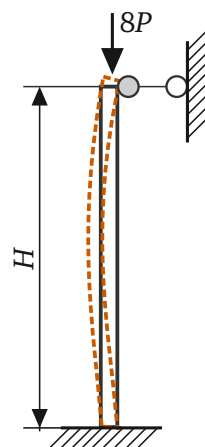
Потеря устойчивости
обычной опоры



Традиционное полотно эстакады
(полоса движения)



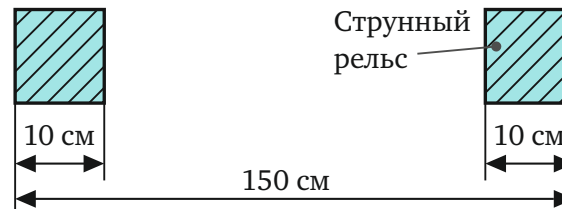
Стоимость строительства традиционной эстакады с обычными опорами – от 100 млн USD/км.



Потеря устойчивости
опоры SkyWay



Путевая структура
SkyWay



Стоимость строительства эстакады SkyWay – от 2 млн USD/км.

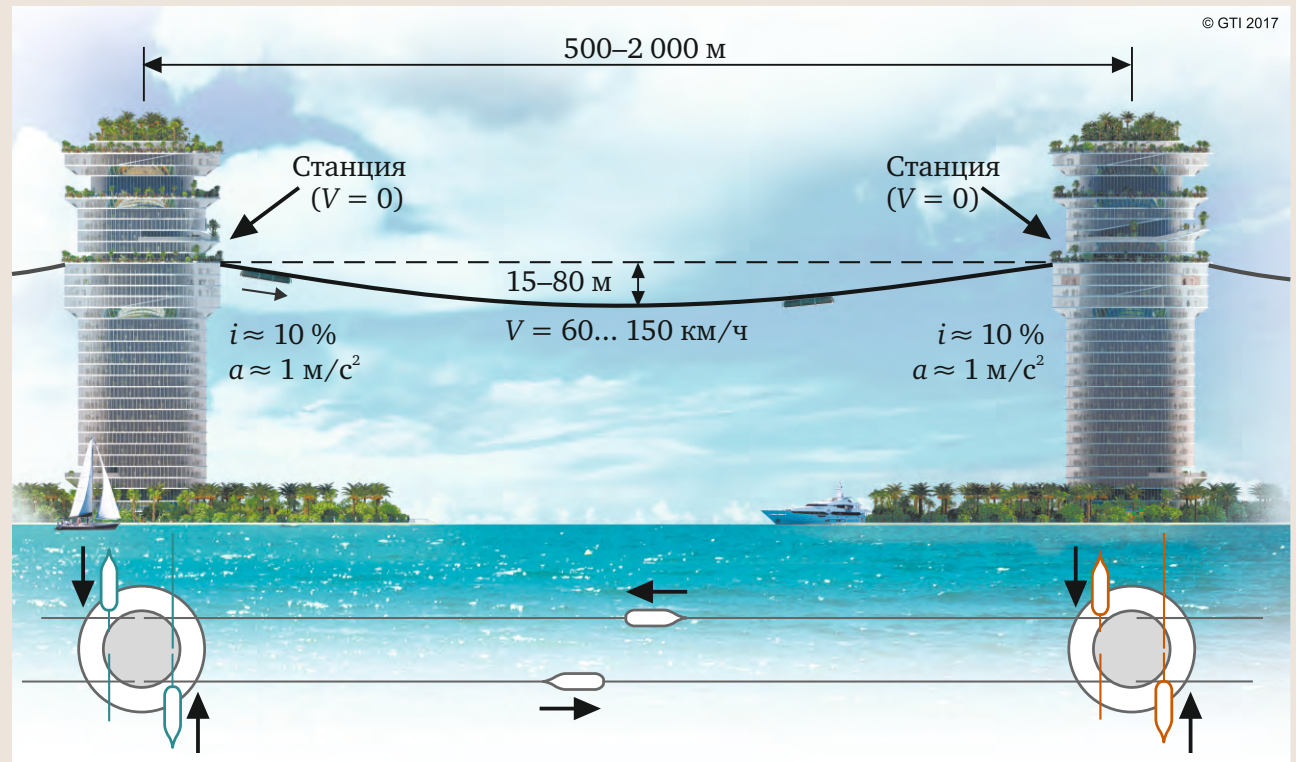


- Промежуточные опоры, устанавливаемые с шагом от 25 до 100 м (для обеспечения жёсткости неразрезной путевой структуры), позволяют применять лёгкие конструкции.
- Крепление верха опоры к путевой структуре позволяет дополнительно увеличить её несущую способность в 8 раз.
- Количество необходимых для возведения опоры материалов может быть сокращено в 8 раз, во столько же раз может быть снижена её стоимость.

Неразрезная структура струнного рельса в эстакадном исполнении по сравнению с обычной балочной эстакадой сокращает количество строительных материалов и их стоимость в 15 раз и более.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ИННОВАЦИОННОМ ТРАНСПОРТЕ SKYWAY

По энергозатратам эстакада с провисающей путевой структурой на порядок эффективнее дороги с прямолинейной путевой структурой.



Привод в транспортной системе SkyWay с провисающей путевой структурой необходим только для компенсации аэродинамических потерь, а также для преодоления сопротивления качению стальных колёс по стальному рельсу (около 10 кВт для 50-местного транспортного средства). Это обусловлено тем, что на участке спуска не задействован двигатель: разгон осуществляется за счёт гравитации («гравитационный» двигатель).

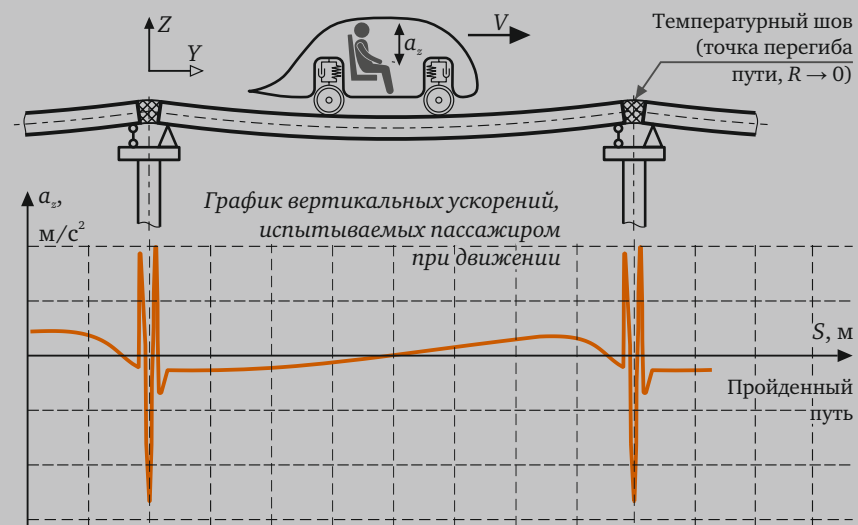
На участке подъёма юнибус не использует тормоза: в качестве тормозного фактора выступает гравитация («гравитационный» тормоз).

Рекуперация энергии происходит без использования рекуператора согласно законам физики. КПД такой рекуперации равен 100 %.

ПЛАВНОСТЬ ХОДА



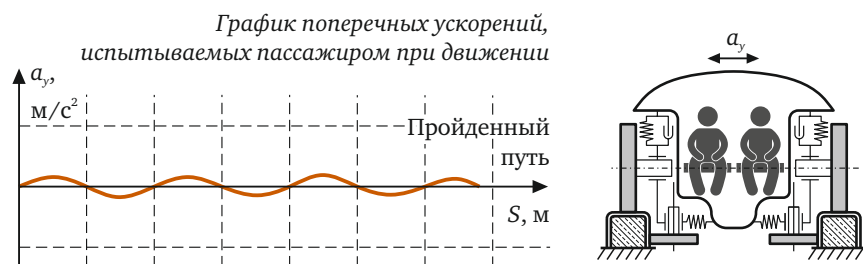
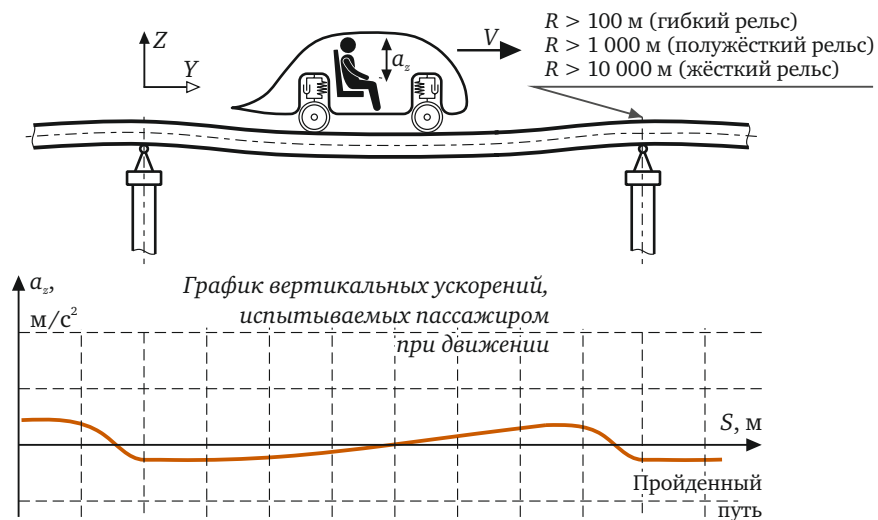
Разрезная эстакада (традиционный мост)



Недостатки:

- наличие пиковых значений ускорений при переезде через опоры;
- более сложная конструкция опорного узла с «температурным» швом.

Неразрезная предварительно напряжённая эстакада (технология SkyWay)



Преимущества:

- плавное изменение ускорений при переезде через опоры;
- более простая конструкция опорного узла.



Комфортабельность пассажиров оценивается плавностью хода W :

$$W = 2,7k \sqrt[10]{A^3 \cdot f^5}$$

где k – коэффициент, зависящий от направления и частоты колебаний;

A – амплитуда колебаний, см;

f – частота колебаний, Гц.

Оценка	Показатель плавности хода, W
Очень хорошо	Менее 2
Хорошо	2–2,5
Достаточно для пассажиров	2,5–3
Предельно для пассажиров	3–3,25
Допустимо для грузов	3,6–4,25
Предельно для человека с физиологической точки зрения	4,5

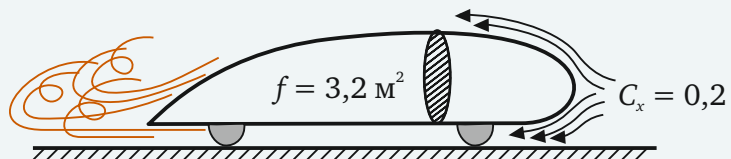
■ SkyWay

■ Автомобильные и железные дороги

АЭРОДИНАМИКА КОЛЁСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

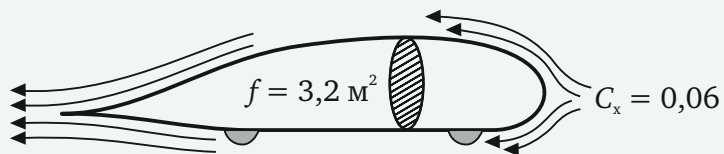
Продувки моделей инновационного подвижного состава SkyWay (юнибусов) в аэродинамической трубе в 1994–2009 гг. дали результат $C_x = 0,075$.

Это даёт экономию мощности привода одного транспортного средства SkyWay около 600 кВт по сравнению с самым совершенным из альтернативных наземных транспортных средств ($C_x = 0,2$).



Эффект экрана создаёт турбулентность.

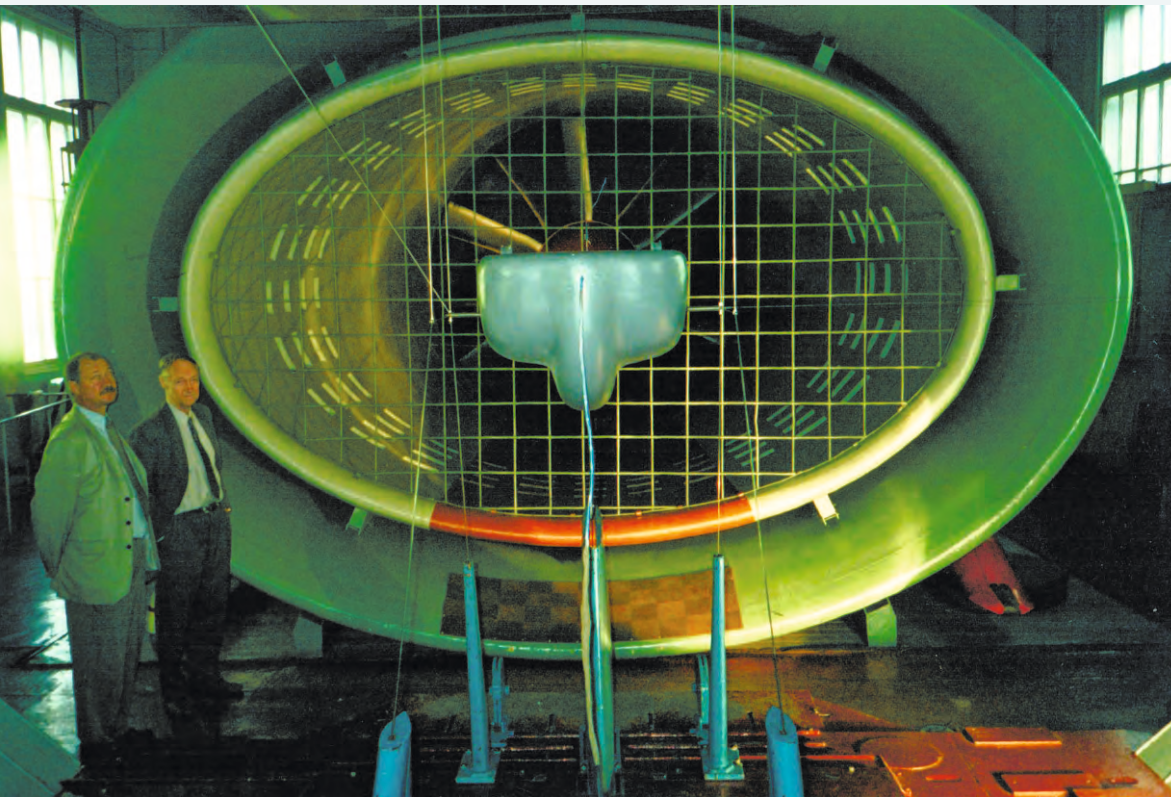
В 2017 г. в результате продувок в аэродинамической трубе C_x подвижного состава SkyWay улучшен до 0,06:
 $\Delta C_x = 0,2 - 0,06 = 0,14$.



Экономия мощности аэродинамического сопротивления (при скорости 450 км/ч):

$$\Delta W_{\text{a.c.}} = \frac{1}{2} \rho \cdot V^3 \cdot \Delta C_x \cdot f \cdot k = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \text{ кг/м}^3 \cdot (125 \text{ м/с})^3 \cdot 0,14 \cdot 3,2 \text{ м}^2 \cdot 1,1 \approx 600 \text{ кВт.}$$



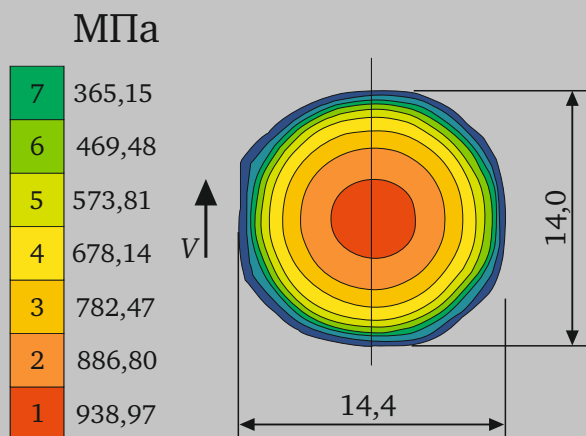
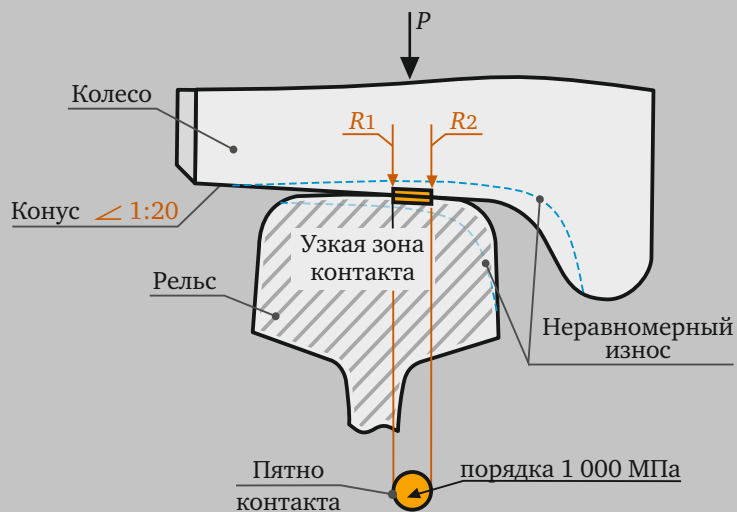


Экономия энергии (топлива) одним высокоскоростным юнибусом за 25 лет эксплуатации составит около 22 тыс. тонн, стоимостью около 20 млн USD.

Таким образом, каждая тысяча юнибусов с уникальными аэродинамическими качествами способна сэкономить более 20 млн тонн топлива стоимостью более 20 млрд USD. При этом не будет выжжено 80 млрд тонн атмосферного кислорода и не будет образовано более 20 млрд тонн загрязняющих веществ.

Поднятие путевой структуры над землёй и исключение сплошного полотна устраняет главную проблему высокоскоростного транспорта – эффект экрана. Только это позволяет улучшить аэродинамику транспортного средства вдвое.

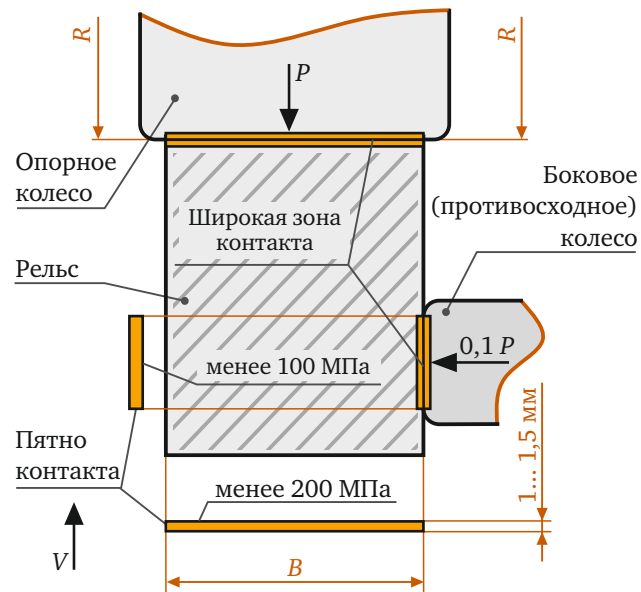
Традиционное железнодорожное колесо



Повышенный износ и шум колёс вследствие:

- больших контактных напряжений (1000 МПа и более), вызванных малым размером пятна контакта;
- проскальзывания в пятне контакта, вызванного разностью опорных диаметров конической поверхности колеса;
- работы тормозных механизмов (тормозные колодки дополнительно изнашивают поверхность катания колеса);
- больших статических и динамических нагрузок на колесо в сочетании с неизбежными неровностями пути;
- жёсткой колёсной пары, склонной к автоколебаниям, увеличивающим износ и шум;
- несимметричности приложения нагрузки на головку рельса.

Инновационное колесо юнибуса



Расчёт контактных напряжений
для высокоскоростного юнибуса с полной массой 5 т:

$$\sigma_k = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{P \cdot E}{B \cdot q \cdot R}} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{1250 \text{ кгс} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2}{8 \text{ см} \cdot 0,8 \cdot 26 \text{ см}}} = 1660 \text{ кгс/см}^2 = 163 \text{ МПа},$$

где P – нагрузка на колесо;

E – приведённый модуль упругости;

B – ширина опорной части колеса;

R – радиус колеса;

q – коэффициент неравномерности контакта по длине.

Преимущества колёс транспорта SkyWay:

- незначительные контактные напряжения (менее 200 МПа) ввиду широкого (по ширине головки рельса) пятна контакта;
- отсутствие проскальзывания в пятне контакта (качение цилиндра по плоскости);
- дисковые тормозные механизмы и АБС, не допускающая блокировку колёс;
- небольшие нагрузки на колесо и отсутствие стыков на пути;
- симметричный (по вертикали и горизонтали) износ головки рельса;
- малое сопротивление качению колеса ввиду узкого (в направлении качения колеса) пятна контакта.

УСТРОЙСТВО ХОДОВОЙ ЧАСТИ

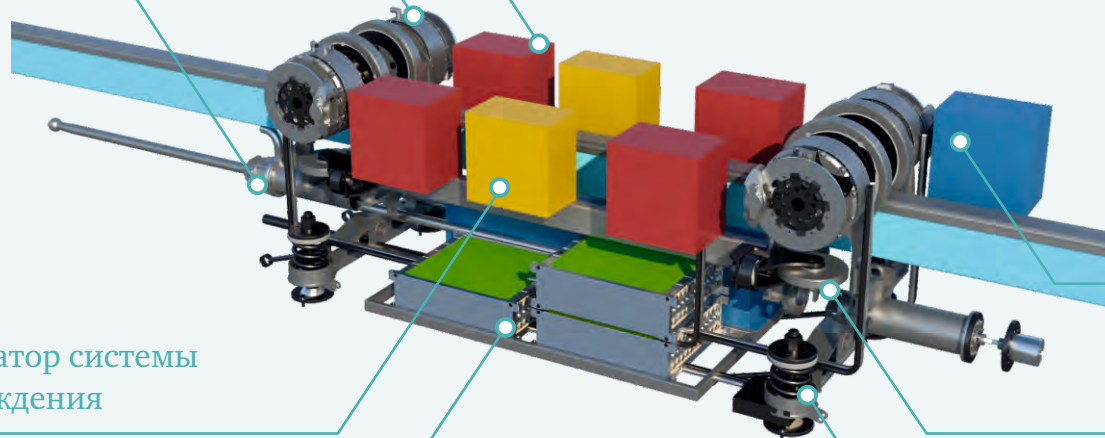
© GTI 2017



Инвертор двигателя

Мотор-колесо

Сцепное аварийное устройство



Радиатор системы охлаждения

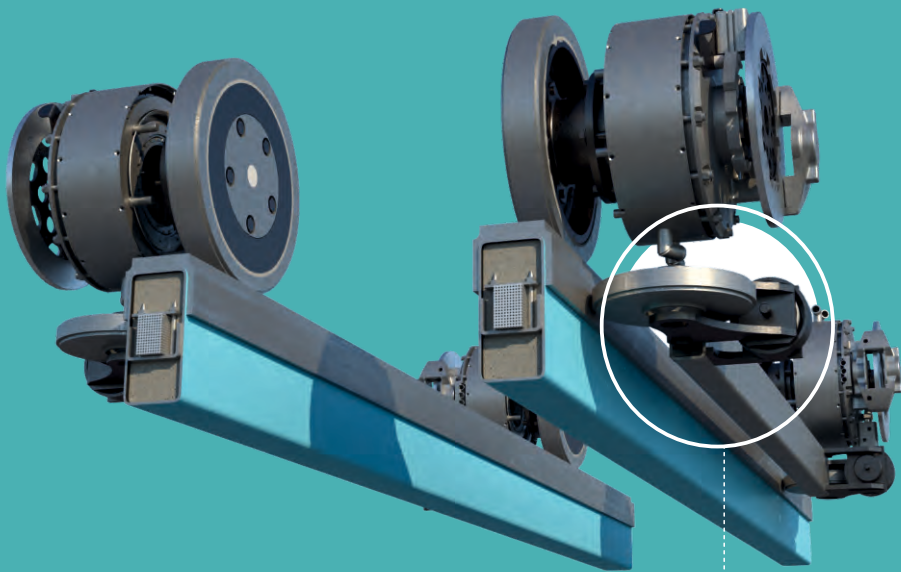
Аккумуляторная батарея

Преобразователь напряжения

Противосходная система

Пружины подвески

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ



Высокая устойчивость к терроризму и вандализму

Поднятие путевой структуры над землёй повышает безопасность движения примерно в 100 раз

Противосходная система повышает безопасность движения ещё в 10 раз



АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ КОМПЛЕКСОМ SKYWAY

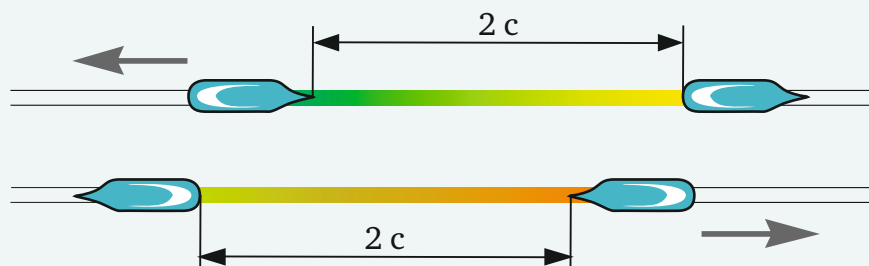
Система управления транспортным комплексом SkyWay охватывает широкий спектр беспроводных и проводных коммуникаций, созданных на основе традиционных информационных и электронных технологий.





Внедрение комплексов SkyWay повысит эффективность управления перевозками, сократит непроизводительные затраты на транспортировку грузов и пассажиров, ускорит развитие информационного пространства на планете.

ПРОВОЗНАЯ СПОСОБНОСТЬ ИННОВАЦИОННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ SKYWAY



Для систем управления реального времени безопасный временной интервал между юнибусами равен 2 с.

Приведённые требования рекомендованы стандартами американской организации Automated People Mover (APM) Standards Committee.

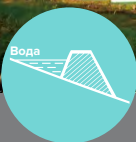
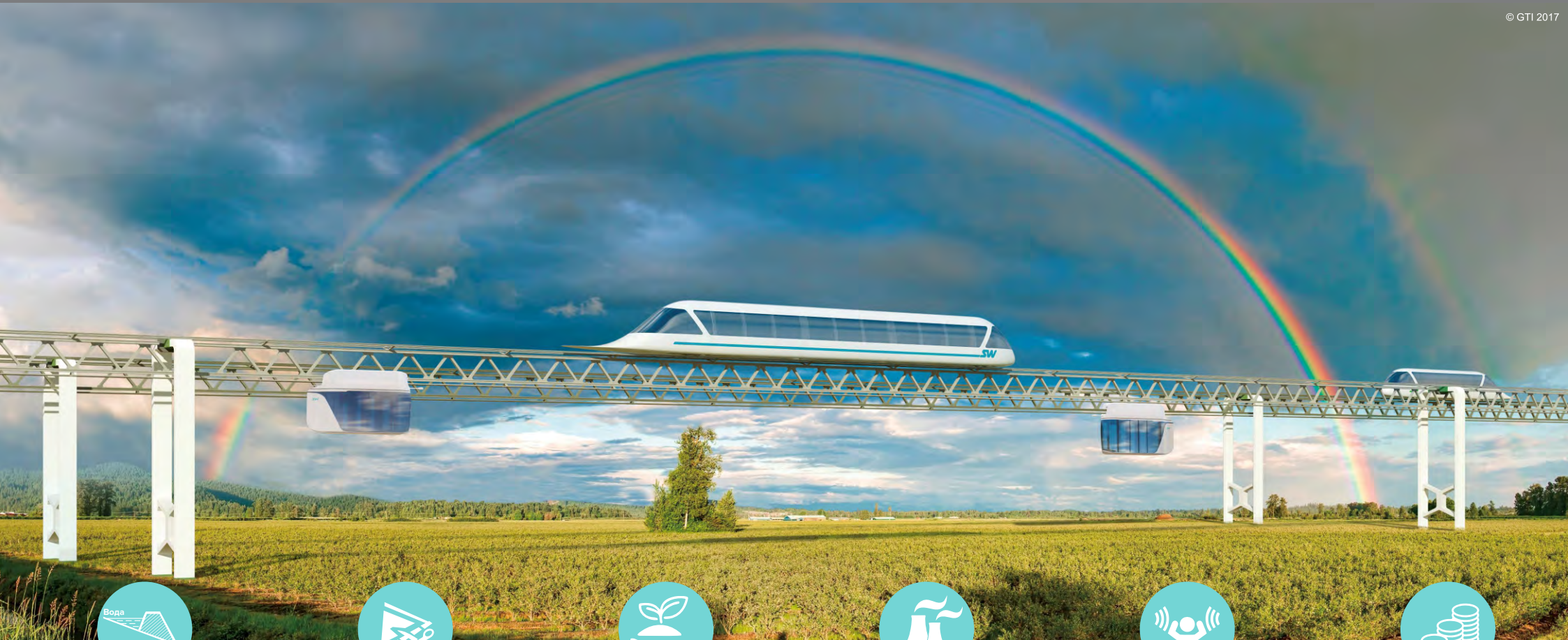
Пиковая пропускная способность транспортной системы SkyWay при 20-часовой работе составляет 360 тыс. человек в сутки в одну сторону (с учётом двухсекундного разрешённого интервала, а также 10-местной базовой вместимости одиночного модуля).

Для двунаправленной системы пиковая пропускная способность составляет 720 тыс. человек в сутки.

Производительность SkyWay может быть дополнительно повышена путём увеличения вместимости модулей и объединения их в поезда.

SKYWAY И ЭКОЛОГИЯ

© GTI 2017



Отсутствие
земляной насыпи
(низконапорной
плотины)



Локальный
минимальный землеотвод
(уменьшение землеотвода
на два порядка)



Сохранение
природных
экосистем
и геобиоценоза



Сокращение объёма
вредных выбросов
в атмосферу (на порядок)
за счёт снижения энергоёмкости



Повышение
электро-, вибро-
и шумобезопасности
(на порядок)



Ресурсность –
экономия сырья,
земли, энергии,
труда и финансов

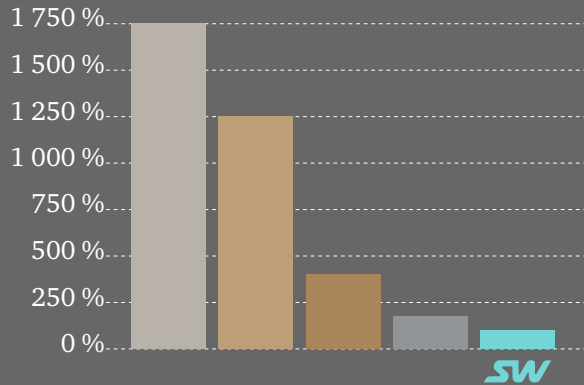
СРАВНЕНИЕ SKYWAY

С СУЩЕСТВУЮЩИМИ
И ПЕРСПЕКТИВНЫМИ
АНАЛОГАМИ

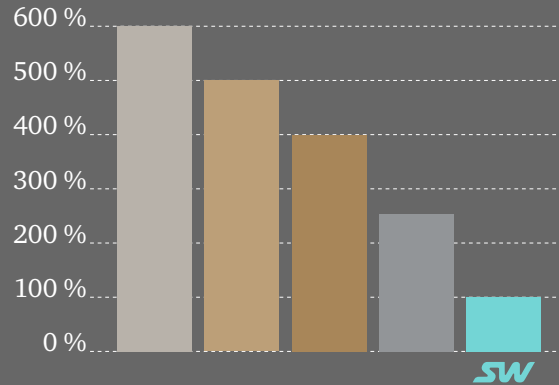
Согласно оценке Российской академии наук инновационная транспортная технология SkyWay является наиболее экономичной, экологичной и безопасной из всех известных и перспективных транспортных систем.



Капитальные затраты



Эксплуатационные затраты



Поезд на магнитном подвесе

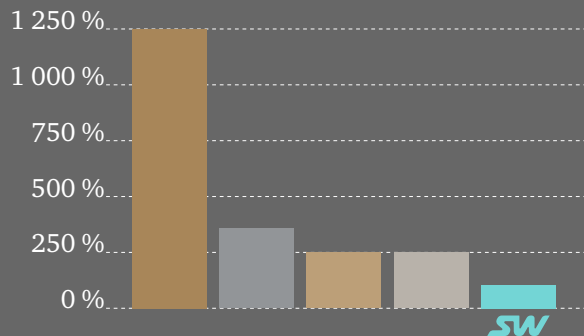


Монорельсовая дорога

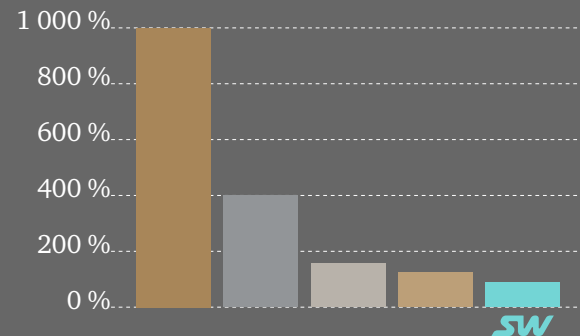


Автомобильный транспорт

Загрязнение окружающей среды



Транспортная аварийность



Железнодорожный транспорт



Струнный транспорт SkyWay

ПРЕИМУЩЕСТВА SKYWAY ВЫСОКОСКОРОСТНОГО



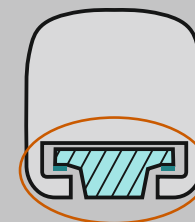
Поезд на магнитной подушке

Эксплуатация путевой структуры более трудоёмкая, т. к. она имеет сложную форму и включает сложные технические элементы (электрические катушки, коммутаторы и др.), требующие постоянного обслуживания и техники. Требуется очистка от снега и наледи.

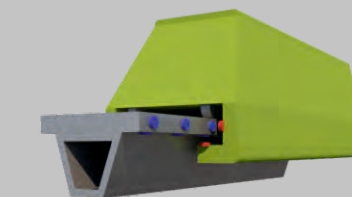
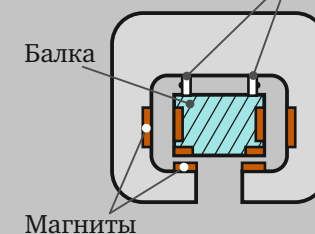
Путевая структура дорогостоящая, т. к. имеет массивное дорожное полотно, требует установки электрических катушек и сложной противосходной системы.

Стоимость эстакады – от 50 млн USD/км.

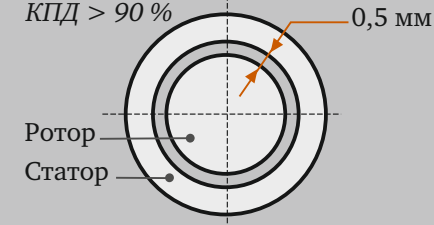
Использование линейного электродвигателя даёт КПД не более 50 %, т. к. зазор между ротором и статором (например, в Transrapid) не может быть менее 10 мм, а для эффективного электродвигателя этот зазор не должен превышать 0,5 мм.



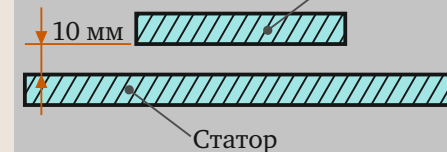
Колёса

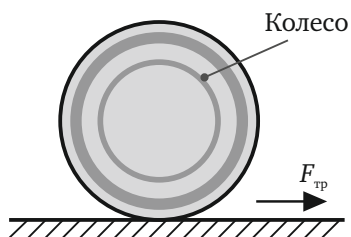
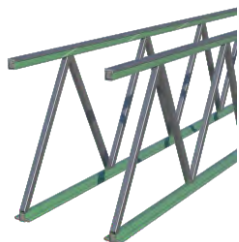
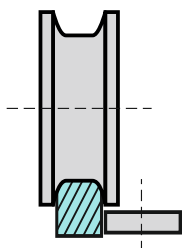
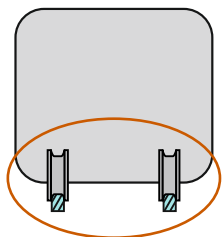


Электродвигатель
КПД > 90 %



Линейный электродвигатель
КПД < 50 %





Высокоскоростной SkyWay

Эксплуатация путевой структуры не требует дополнительной техники, т. к. она самоочищается (например, от снега и наледи) и не имеет сложных технических элементов (электрических катушек и др.).

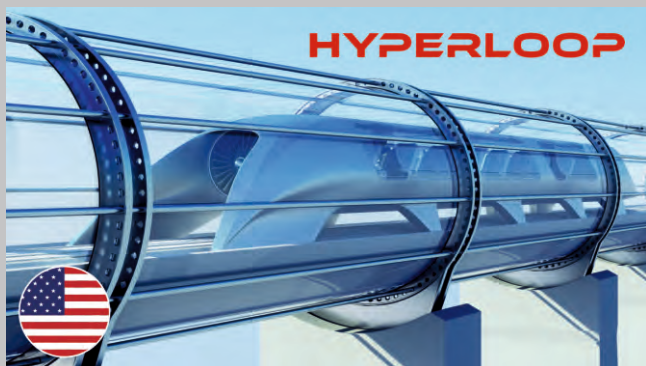
Путевая структура SkyWay – более лёгкая и дешёвая, т. к. имеет ажурное пролётное строение, не требует установки электрических катушек и предусматривает наличие простой противосходной системы.

Стоимость эстакады – от 2 млн USD/км.

Использование стального колеса даёт КПД более 99,8 %.



НАШИ КОНКУРЕНТЫ



Развиваемая американским миллиардером, основателем компаний Space X и Tesla Motors Илоном Маском технология высокоскоростной транспортной системы, в которой передвижение осуществляется на воздушной или магнитной подушке в вакуумной трубе.

SkyWay дешевле и эффективнее в 10–15 раз.



Технология перевозки пассажиров с использованием персональных транспортных средств на магнитной подушке, разрабатываемая израильской компанией SkyTran при поддержке космического агентства NASA (США).

SkyWay дешевле и эффективнее в 3–5 раз.



РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРАКТИКЕ

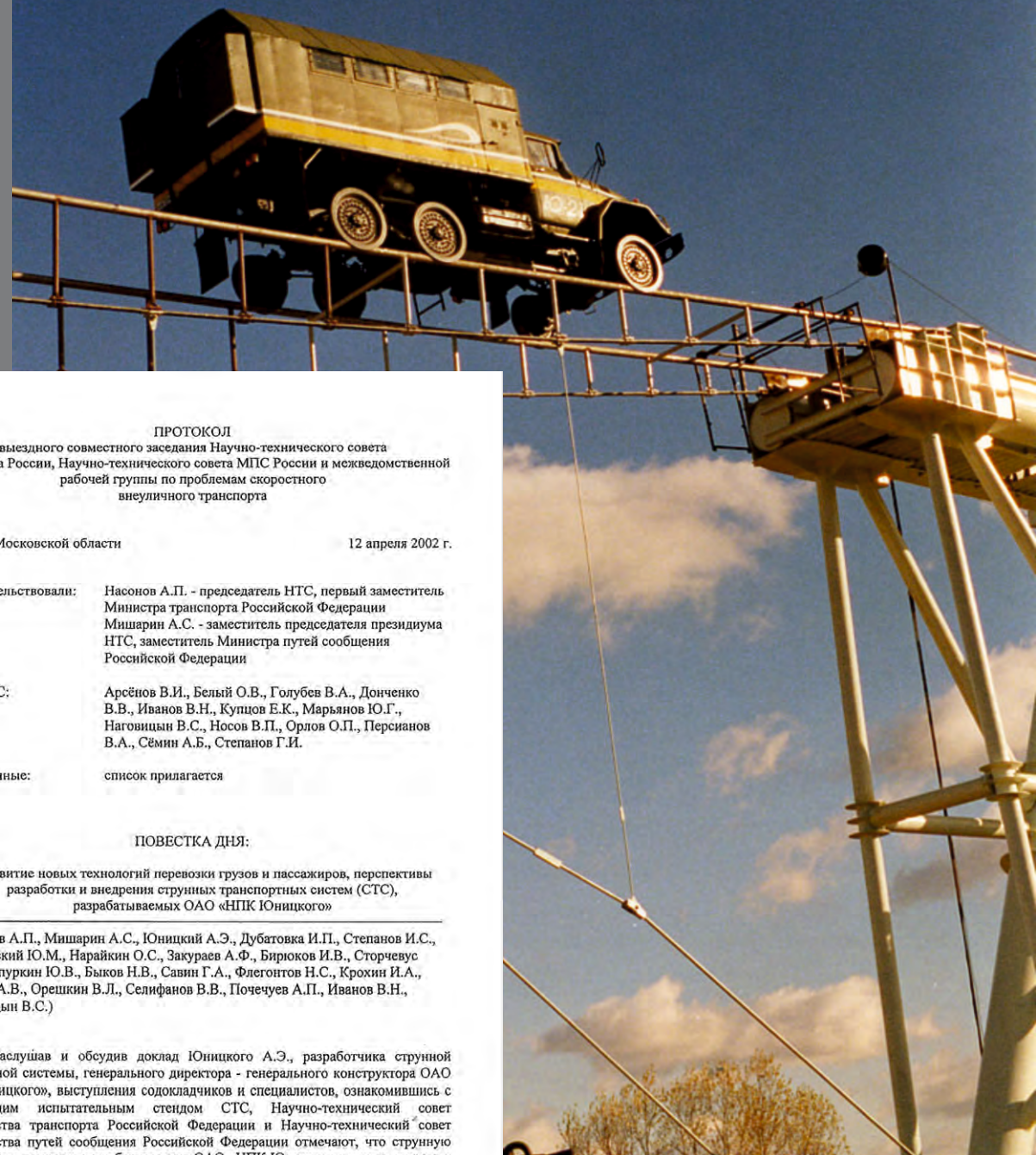
СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПУТЕВОЙ СТРУКТУРЫ SKYWAY

Протокол выездного совместного заседания Научно-технического совета Минтранса России, Научно-технического совета МПС России и межведомственной рабочей группы по проблемам скоростного внеуличного транспорта (г. Озёры Московской области, 12 апреля 2002 г.):

«...Струнную транспортную систему можно отнести к одному из новых перспективных нетрадиционных видов надземного транспорта, предварительно показавшего свою жизнеспособность...»

«Рекомендовать проработать вопрос о развитии испытательной базы».

«Рекомендовать провести параллельную проработку вопроса поддержки и финансирования проекта».



ПРОТОКОЛ
выездного совместного заседания Научно-технического совета
Минтранса России, Научно-технического совета МПС России и межведомственной
рабочей группы по проблемам скоростного
внеуличного транспорта

г. Озёры, Московской области 12 апреля 2002 г.

Председательствовали: Насонов А.П. - председатель НТС, первый заместитель
Министра транспорта Российской Федерации
Мишарин А.С. - заместитель председателя президиума
НТС, заместитель Министра путей сообщения
Российской Федерации

Члены НТС: Арсёнов В.И., Белый О.В., Голубев В.А., Донченко
В.В., Иванов В.Н., Кушцов Е.К., Марьянов Ю.Г.,
Наговицын В.С., Носов В.П., Орлов О.П., Персианов
В.А., Семин А.Б., Степанов Г.И.

Приглашенные: список прилагается

ПОВЕСТКА ДНЯ:

«Развитие новых технологий перевозки грузов и пассажиров, перспективы
разработки и внедрения струнных транспортных систем (СТС),
разрабатываемых ОАО «НПК Юницкого»

(Насонов А.П., Мишарин А.С., Юницкий А.Э., Дубатовка И.П., Степанов И.С.,
Ободовский Ю.М., Нарайкин О.С., Закураев А.Ф., Бирюков И.В., Сторчевус
В.К., Чепуркин Ю.В., Быков Н.В., Савин Г.А., Флегонтов Н.С., Крохин И.А.,
Петров А.В., Орешкин В.Л., Селифанов В.В., Почечуев А.П., Иванов В.Н.,
Наговицын В.С.)

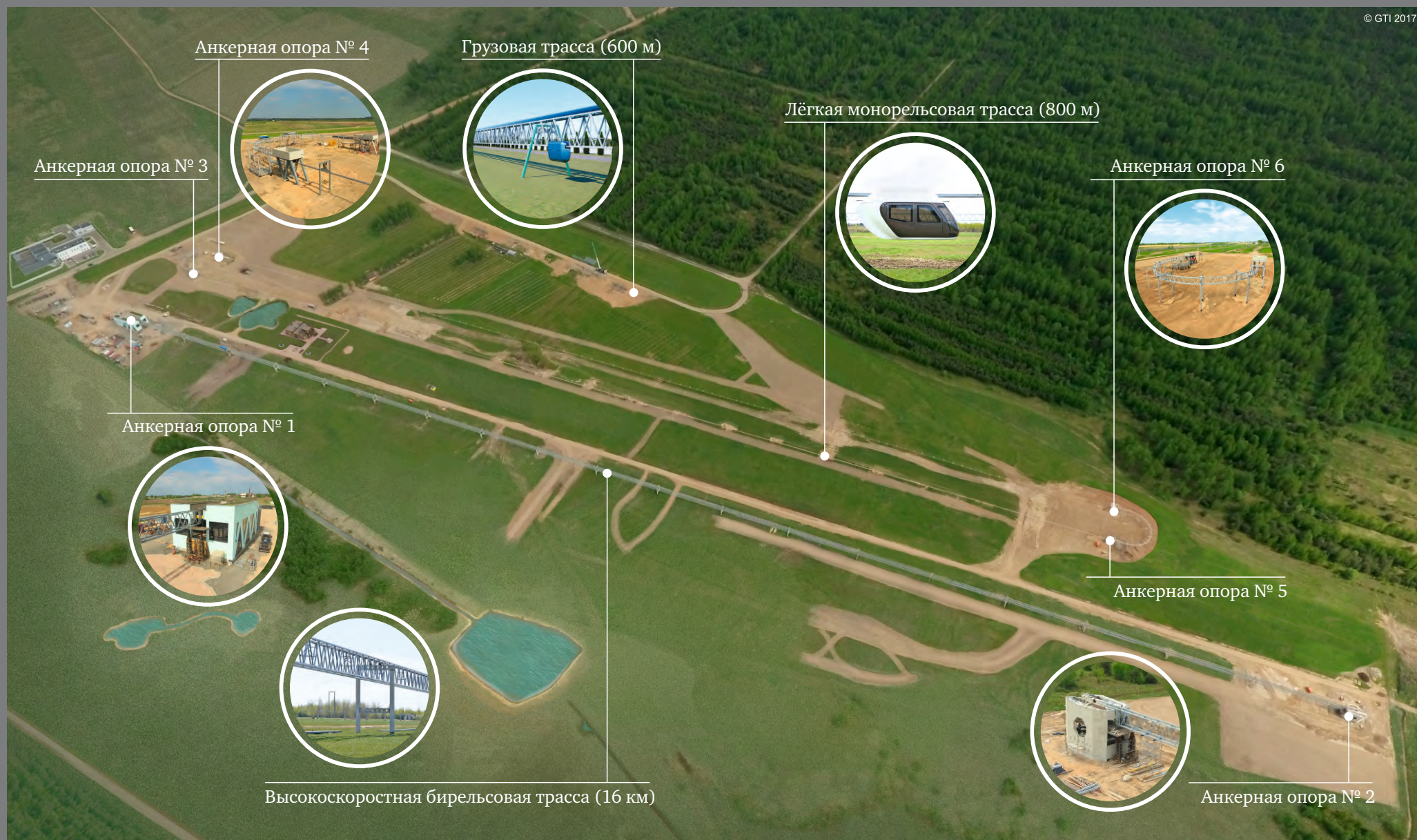
1. Заслушав и обсудив доклад Юницкого А.Э., разработчика струнной
транспортной системы, генерального директора - генерального конструктора ОАО
«НПК Юницкого», выступления содокладчиков и специалистов, ознакомившись с
действующим испытательным стендом СТС, Научно-технический совет
Министерства транспорта Российской Федерации и Научно-технический совет
Министерства путей сообщения Российской Федерации отмечают, что струнную
транспортную систему, разрабатываемую ОАО «НПК Юницкого» можно отнести к
одному из новых перспективных нетрадиционных видов надземного транспорта,
предварительно показавшего свою жизнеспособность.

ПРОЕКТ ЗАО «СТРУННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» – ЭКОТЕХНОПАРК

ЭкоТехноПарк – центр практической реализации инновационных технологий SkyWay, их международной экспертизы и сертификации.

Строительство ЭкоТехноПарка площадью 35,9 га ведётся рядом с г. Марьина Горка (Беларусь).

© GTI 2017





ЭкоТехноПарк:

- представит действующие промышленные модели транспортно-инфраструктурных комплексов SkyWay: грузовой, городской и междугородный высокоскоростной;
- окажет содействие в осуществлении сертификации каждого комплекса и их составляющих – транспортной эстакады, подвижного состава, инфраструктуры и др.;
- будет способствовать постоянному развитию и модернизации технологии SkyWay;
- продемонстрирует экологический потенциал технологии SkyWay – уменьшение землеотвода под трассу, снижение расхода материальных ресурсов при строительстве и эксплуатации, а также расхода энергии (топлива) при функционировании и др.;
- представит сопутствующую коммуникационную инфраструктуру, в том числе экогенные био- и агротехнологии.

МЕЖДУНАРОДНОЕ ПРИЗНАНИЕ SKYWAY

SKYWAY НА INNOTRANS'2016

В сентябре 2016 г. SkyWay представлен на крупнейшей международной выставке в сфере транспорта – InnoTrans'2016. Это одно из самых значимых событий в мире транспортных технологий, которое на десятилетия вперед определяет основные тренды развития в данной области. Более 2 900 экспонентов из 58 стран участвовали в InnoTrans'2016 с намерением показать свои инновации и изобретения.

Стенд SkyWay включал в себя промышленные образцы юнибайка и юнибуса, действующую модель путевой структуры и охранный модуль интеллектуального струнного ограждения SkyWay. Каждый день инновационная экспозиция SkyWay собирала тысячи посетителей.

ПЕРВЫЕ КОММЕРЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

МЕЖДУНАРОДНОЕ ПРИЗНАНИЕ SKYWAY



Городская трасса Ранчи (Индия) (1-й этап, более 12 км)



Междугородная трасса Ранчи – Джамшедпур (Индия) (129 км)



Комплексное решение транспортных проблем штата Джаркханд оценено в сумму 926 млн USD, при этом планируется создание около 1 000 рабочих мест.

Потенциальный рынок сбыта транспортных систем SkyWay – весь мир. Однако на начальном этапе ориентир сделан на страны и рынки:

- демонстрирующие существенный экономический рост;
- транспортная инфраструктура которых не удовлетворяет актуальным потребностям роста;
- не обладающие собственной технологической базой для комплексного решения транспортных проблем.



RELATIVITY

ОАЭ

- В Дубае население растёт примерно на 6 % в год, в то время как число зарегистрированных автомобилей – на 17 % в год.
- Только 7 % поездок осуществляется общественным транспортом.



TENDICI Engineering Strategy Consulting

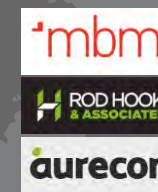
ИНДИЯ

- За последние 50 лет трафик вырос в 150 раз, а дорожная сеть – только в 9 раз (с 1951 г.).
- Качество дорог довольно низкое, что приводит к ежегодным экономическим потерям в размере 40–70 млрд USD.



ИНДОНЕЗИЯ

- В г. Джакарте стоимость простоя в пробках в 2009–2010 гг. увеличилась с 4 млрд USD до 5,2 млрд USD.
- 70 % общей дорожной сети плохо обслуживается, 35 % сильно повреждено.



АВСТРАЛИЯ

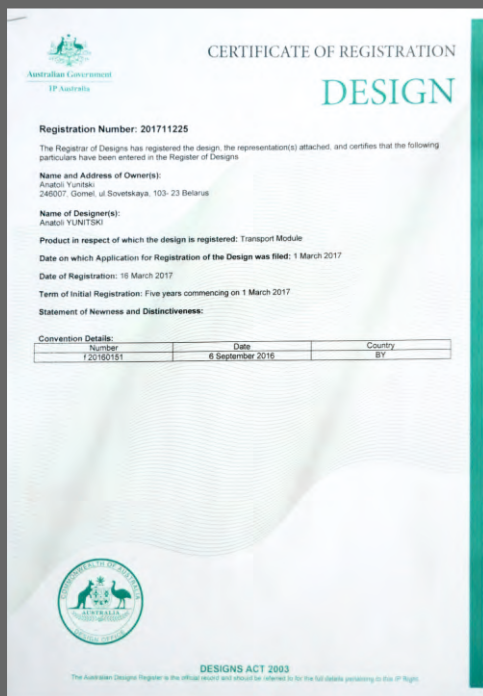
- 76 % населения проживает на менее чем 10 % территории.
- Без капиталовложений в дополнительную инфраструктуру стоимость городских заторов возрастёт в 4 раза через двадцать лет.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ SKYWAY

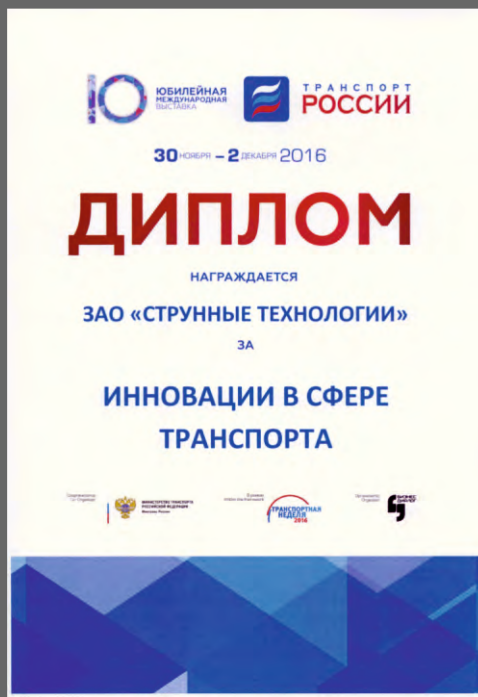
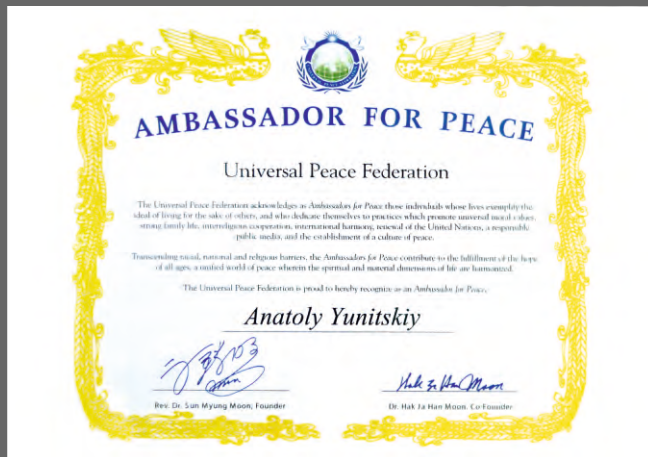
Все инновационные составляющие SkyWay могут быть произведены в местах реализации проектов с использованием уже существующей технологической базы

- Освоение и развитие малоосвоенных и труднодоступных территорий, создание единой сети грузовых, городских и высокоскоростных междугородных дорог.
- Максимальное снижение капитальных и эксплуатационных затрат в транспортно-инфраструктурном строительстве.
- Качественное изменение экономического уклада и увеличение ВВП стран.
- Интеграция стран в международные транспортные коридоры, создание принципиально новой логистики XXI в.
- Развитие смежных отраслей для производства путевой структуры и подвижного состава (металлургия, химическая, нефтехимическая и радиоэлектронная промышленность, машиностроение, строительство и др.)





НАГРАДЫ



КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

Республика Беларусь,
220116, г. Минск,
просп. Дзержинского, 104, блок Б

Тел.: +375 17 388-20-20
Факс: +375 17 388-06-06

www.sw-tech.by
info@sw-tech.by

