# Инновационные транспортно-инфраструктурные технологии SkyWay

**Разработкой ТРАНСПОРТНО-ИНФРАСТРУКТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ SkyWay занимается коллектив инженеров и дизайнеров ЗАО «Струнные технологии» (г. Минск, Беларусь)**

SkyWay

## СТРУКТУРА предприятия

**Генеральный директор**

**Генеральный конструктор**

- Управление инженерных расчётов
- Управление подвижного состава
- Управление проектных работ
- Управление систем безопасности и управления движением
- Служба проектов генерального конструктора
- Управление линейных и инфраструктурных сооружений
- Управление инфраструктуры, оснастки и испытательного оборудования
- Служба главного инженера
- Хозяйственный отдел
- Отдел бухгалтерского учёта и планирования
- Отдел управления персоналом
- Управление развития
- Юридическое управление
- 15 конструкторских бюро (более 100 конструкторов)

# Принцип технологии SkyWay

**Инновационные навесные и подвесные колёсные транспортные средства перемещаются над землёй по инновационной рельсо-струнной эстакаде**

# 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.)

SkyWay

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

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., Купцов Е.К., Марьянов Ю.Г., Наговицын В.С., Носов В.П., Орлов О.П., Персианов В.А., Сёмин 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., Захураев А.Ф., Бирюков И.В., Сторчевус В.К., Челуркин 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.

проведения всесторонних испытаний подвижного состава (в различных предлагаемых исполнениях) и элементов путевой структуры СТС, оценки их номинальных и предельных технико-эксплуатационных параметров, определения

заместитель Министра транспорта Российской Федерации — А.П.Насонов

председателя президиума НТС, заместитель Министра путей сообщения Российской Федерации — А.С.Мишарин

«Рекомендовать:

- определить область функционального использования струнного транспорта;
- произвести расчёты и экспериментальные исследования напряжённо-деформированного состояния элементов конструкции;
- осуществить расчёты и экспериментальные исследования надёжности (ресурса) элементов конструкции;
- провести дополнительные исследования по вопросам, касающимся:
  - выбора типов привода транспортных систем;
  - управления движением транспортных средств;
  - обеспечения жёсткости и надёжности путевой структуры;
  - обеспечения поперечной устойчивости подвижного состава;
  - обеспечения безопасности персонала, пассажиров, грузов и окружающей среды».

**«Рекомендовать проработать вопрос о развитии испытательной базы»**

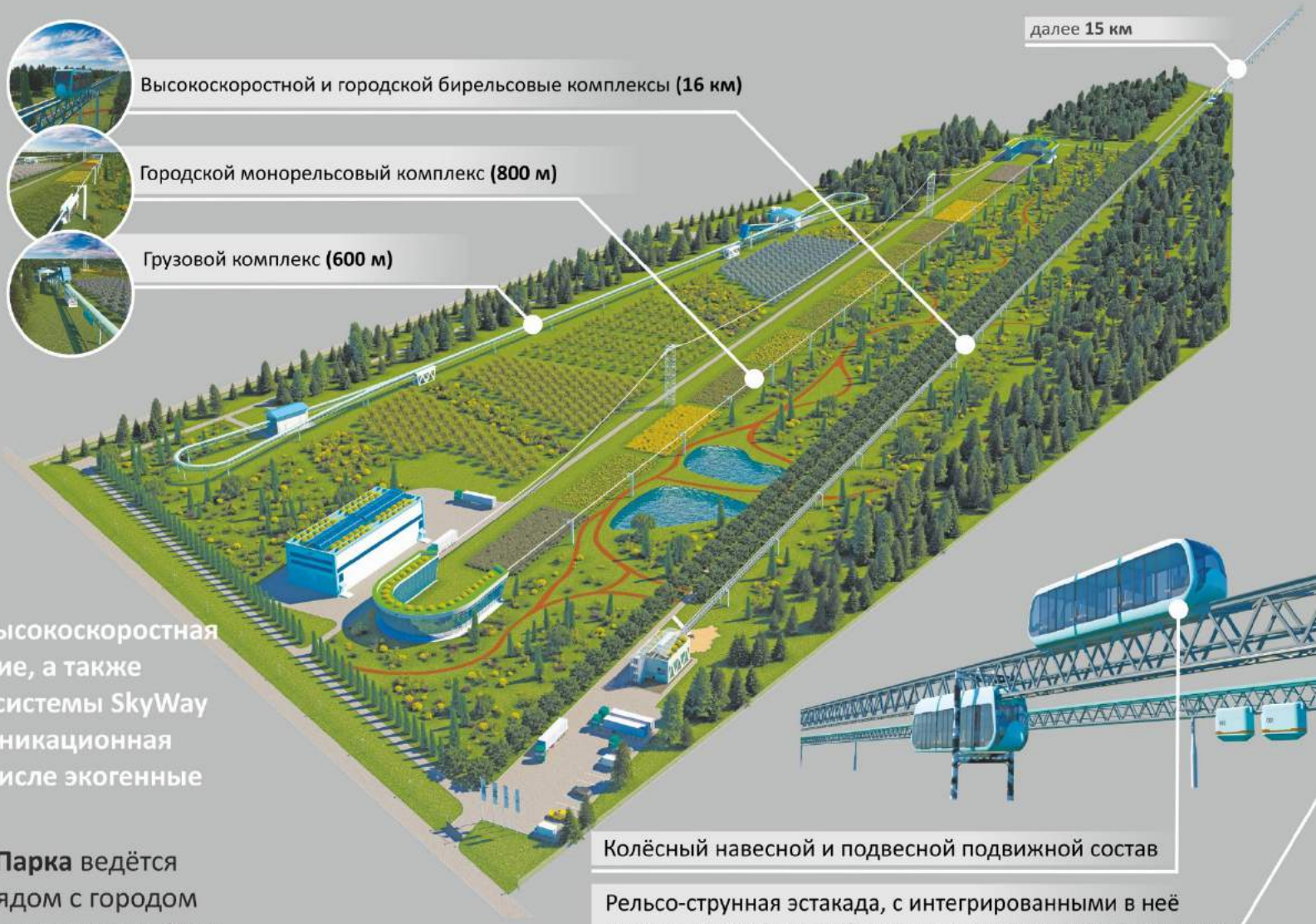
**«Рекомендовать провести паралелльную проработку вопроса поддержки и финансирования проекта»**

ЭКО техно ПАРК

# ОСНОВНОЙ ПРОЕКТ
## ЗАО «Струнные технологии»:
# ЭкоТехноПарк

SW SkyWay

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




**В ЭкоТехноПарке будут продемонстрированы высокоскоростная и городская пассажирские, а также грузовая транспортные системы SkyWay и сопутствующая коммуникационная инфраструктура, в том числе экогенные био- и агротехнологии.**

Строительство **ЭкоТехноПарка** ведётся в Республике Беларусь рядом с городом Марьина Горка на участке площадью 35 га.

ЭКО
техно
ПАРК

# Основной проект ЗАО «Струнные технологии»: ЭкоТехноПарк — демонстрация и опытно-промышленная отработка инновационных технологий SkyWay (более 100 ноу-хау)

SkyWay

## Текущий этап строительства ЭкоТехноПарка (январь 2016 г.; начало строительства — сентябрь 2015 г.):

- Выполнен строительный проект

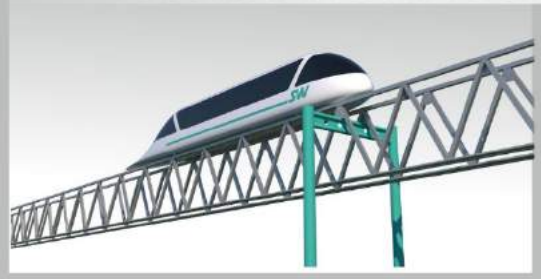
- Получено право на использование земельного участка и все необходимые разрешения на проведение строительных работ, прокладку магистрального кабеля электроснабжения и линии водопровода

- Выполнены инженерно-геодезические изыскания для транспортных эстакад и магистральных сетей водоснабжения и энергоснабжения

- Закончен процесс возведения стен первого этажа и междуэтажного перекрытия транспортного узла, совмещённого с концевой анкерной опорой. Установлено 16 из 18 промежуточных опор эстакады городской пассажирской транспортной системы (разгонного участка высокоскоростного SkyWay)

# Основные транспортные решения инновационной технологии SkyWay

## ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ SkyWay (навесной и подвесной)



Предназначен для междугородных перевозок пассажиров на большие расстояния **(до 10 тысяч км).**

**Энергетически высокоэффективный, малошумный, безопасный, экологичный.**

*Скорость: до 500 км/ч*

*Производительность — 500 тысяч пассажиров/сутки и более.*

*Максимальный уклон — 20%*

## ГОРОДСКОЙ SkyWay (навесной и подвесной)

Предназначен для перевозок пассажиров на небольшие расстояния **(до 200 км).** Гармонично вписывается в городскую застройку.

**Энергетически высокоэффективный, малошумный, безопасный, экологичный.**

*Скорость: до 150 км/ч*

*Производительность — 25 тысяч пассажиров/час и более.*

*Максимальный уклон — 45%*

## ГРУЗОВОЙ SkyWay (навесной и подвесной)

Предназначен для перевозок грузов (включая труднодоступные и малоосвоенные территории)

**Энергетически высокоэффективный, малошумный, безопасный, экологичный.**

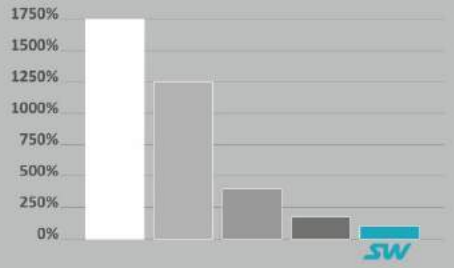
*Скорость: до 150 км/ч (подвесной) и до 500 км/ч (навесной).*

*Производительность – 200 млн тонн/год и более.*

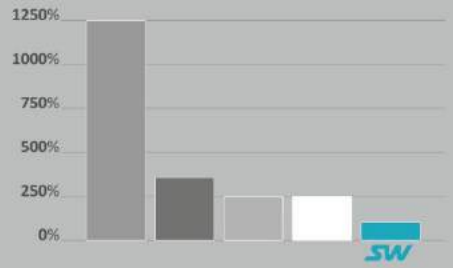
*Максимальный уклон — 60%*

## Сравнение SkyWay с другими видами транспорта

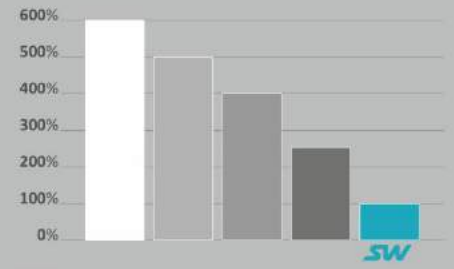
### Капитальные затраты



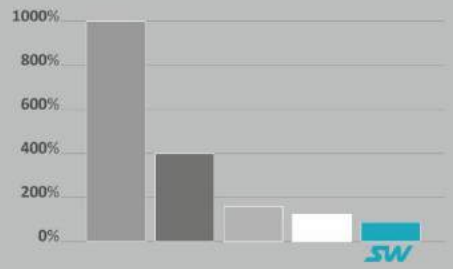

### Загрязнение окружающей среды




### Эксплуатационные затраты




### Транспортная аварийность




Поезд на магнитном подвесе

Монорельсовая дорога

Автомобильный транспорт

Железнодорожный транспорт

Струнный транспорт SkyWay

**Согласно оценке Российской Академии Наук, инновационная транспортная технология SkyWay является наиболее экономичной, экологичной и безопасной из всех известных и перспективных транспортных систем**

# Экологичность SkyWay

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

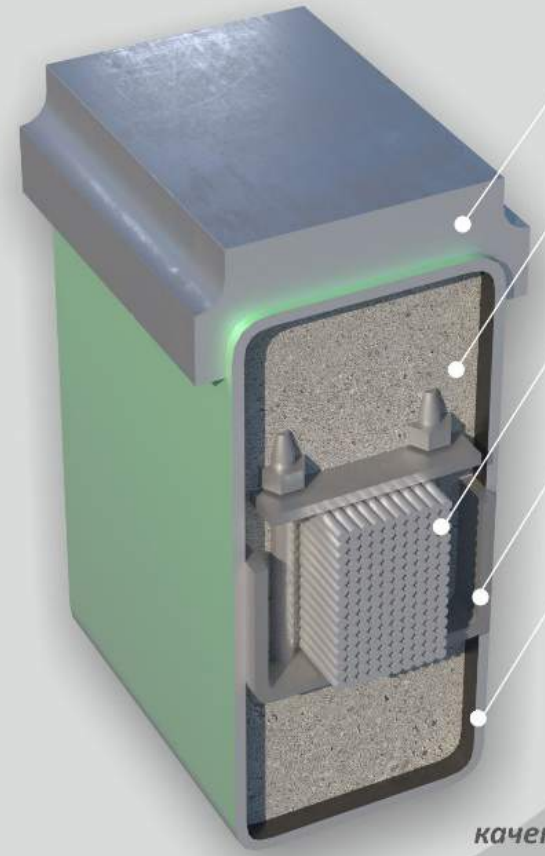
повышение шумо-, вибро- и электробезопасности (на порядок)

# Основа технологии SkyWay – инновационный струнный рельс

## Типы СТРУННЫХ РЕЛЬСОВ и соответствующие им КОНСТРУКЦИИ ПУТЕВОЙ СТРУКТУРЫ

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

Вариант конструкции полужёсткого струнного рельса

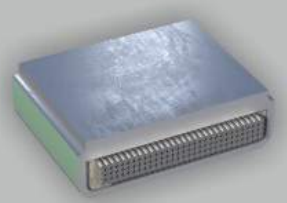



*Мощность сопротивления качению колёс юнибуса массой 5000 кг при скорости 450 км/ч:*

$$W_{к.к.} = M \cdot g \cdot k_{к.к.} \cdot V = 5000 \text{ кг} \cdot 9{,}81 \text{ м/с}^2 \cdot 0{,}0015 \cdot 125 \text{м/с} \approx 9{,}2 \text{ кВт}$$

*Для сравнения:*
*при использовании пневмошин с* $k_{к.к.} = 0{,}18$ *(для V = 450 км/ч),*
$W_{к.к.} \approx 1100$ кВт

Вариант конструкции:

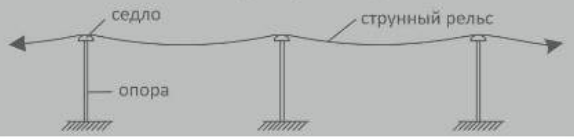


### ГИБКИЙ РЕЛЬС

**ГИБКАЯ НЕРАЗРЕЗНАЯ ПУТЕВАЯ СТРУКТУРА**

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)...2000 м**

*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).*




Вариант конструкции:

### ПОЛУЖЁСТКИЙ РЕЛЬС

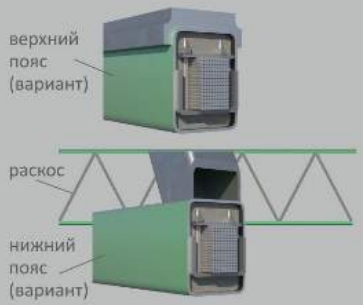
**ПОЛУЖЁСТКАЯ НЕРАЗРЕЗНАЯ ПУТЕВАЯ СТРУКТУРА**

Скорость движения: **от 50 до 150 км/ч**
Относительная жёсткость конструкции: **1/500–1/2000**
Радиус кривизны путевой структуры: **R=500...5000 м**

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

**Висячий мост:**

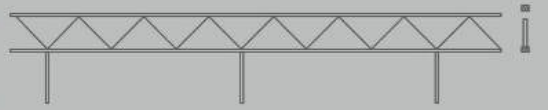
Вариант конструкции:




### ЖЁСТКИЙ РЕЛЬС (ФЕРМА)

**ЖЁСТКАЯ НЕРАЗРЕЗНАЯ ПУТЕВАЯ СТРУКТУРА**

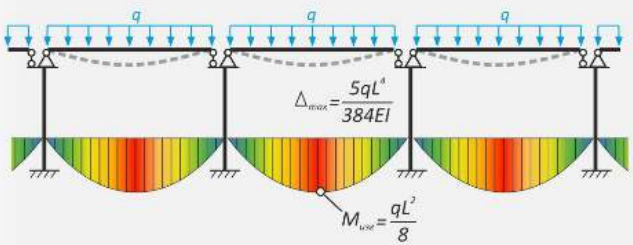
Скорость движения: **от 100 до 500 км/ч**
Относительная жёсткость конструкции: **1/1000–1/10000**
Радиус кривизны путевой структуры: **R=5000...50000 м**



# Технология SkyWay и традиционная балочная эстакада

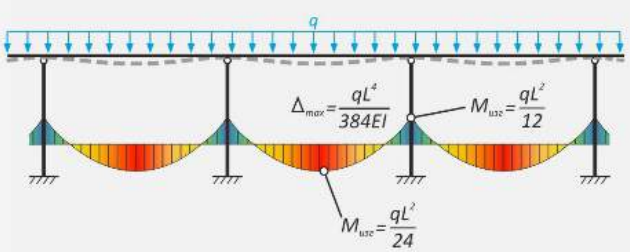
**Разрезная эстакада (традиционный мост)**

Эпюра изгибающего момента от распределённой нагрузки



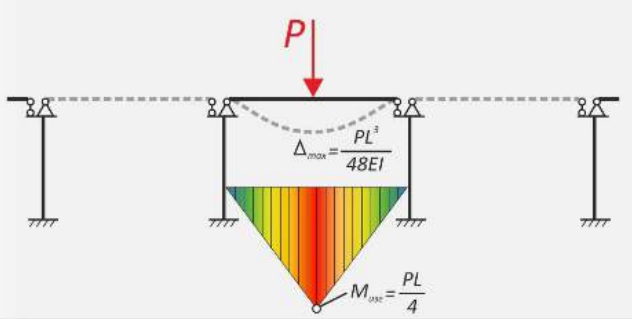

**Инновационная неразрезная предварительно напряжённая эстакада (технология SkyWay)**

Эпюра изгибающего момента от распределённой нагрузки

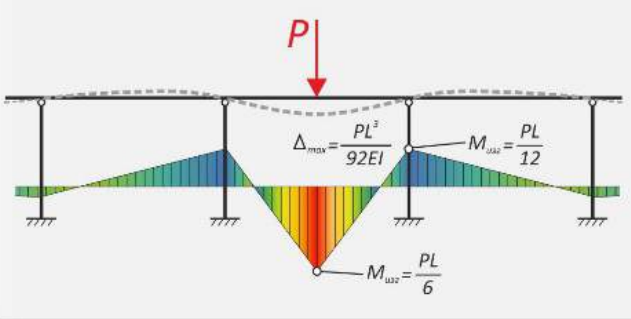



**При одинаковой распределённой нагрузке эстакада SkyWay в 5 раз жёстче (ровнее) и в 3 раза прочнее традиционного моста**

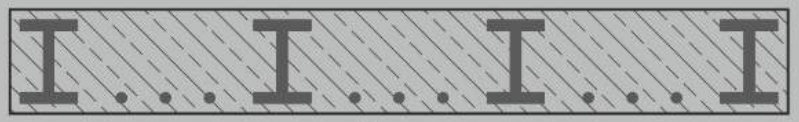
Эпюра изгибающего момента от сосредоточенной силы




Эпюра изгибающего момента от сосредоточенной силы




**При одинаковой сосредоточенной силе эстакада SkyWay в 2 раз жёстче (ровнее) и в 1,5 раза прочнее традиционного моста**



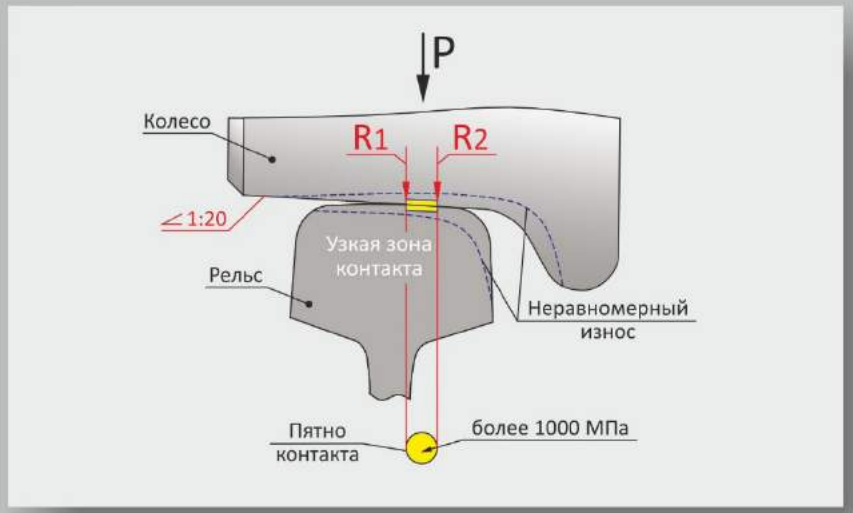
Сплошное дорожное полотно даёт дополнительную нагрузку на опоры.
**90 %** нагрузки в традиционной эстакаде – **собственный вес**.

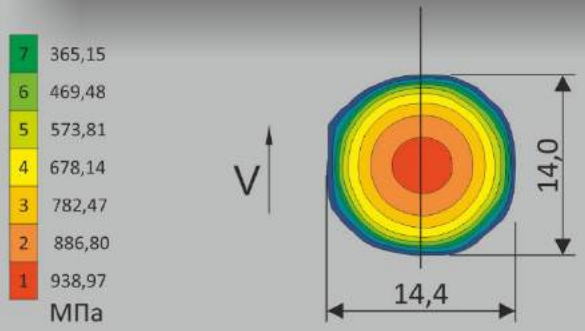
Только **10 %** нагрузки в эстакаде **SkyWay** – **собственный вес**.

**Эстакада SkyWay сокращает количество строительных материалов и, соответственно, снижает стоимость в 15 раз по сравнению с традиционной эстакадой**

# Преимущества стальных колёс SkyWay

## Традиционное железнодорожное колесо

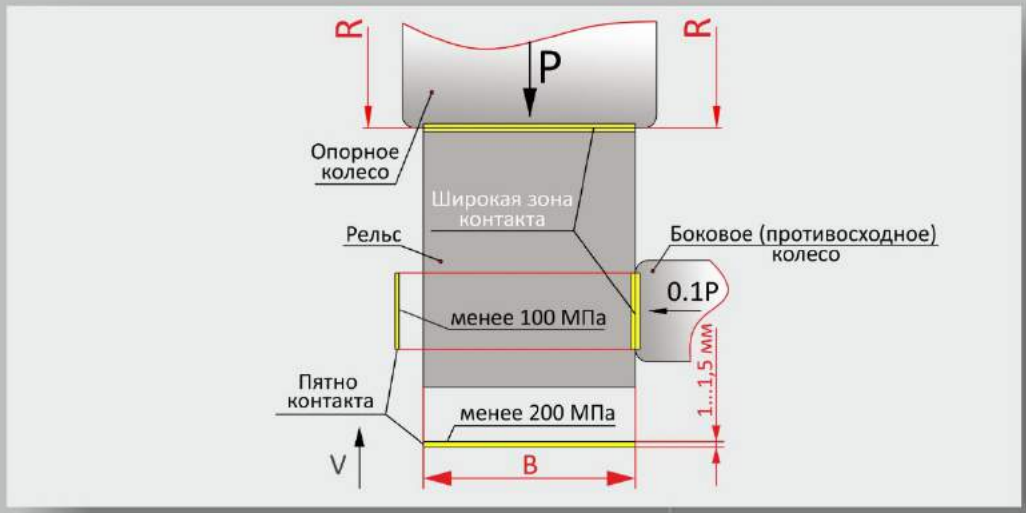



## Повышенный износ и шум колёс вследствие:

- 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

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

P – нагрузка на колесо;
E – приведенный модуль упругости;
B – ширина опорной части колеса;
R – радиус колеса;
q – коэффициент неравномерности контакта по длине

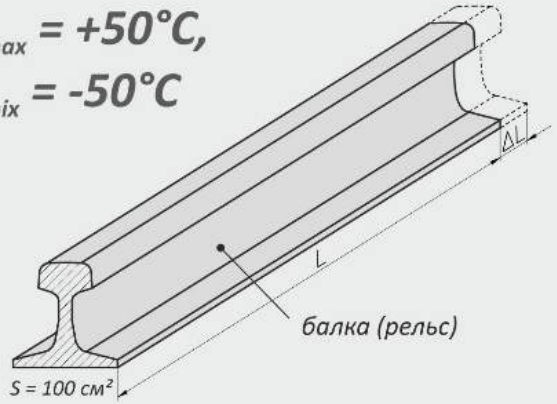
## Преимущества колёс транспорта SkyWay:

- **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 колес;**
- **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**

# ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ НАТЯЖЕНИЕ струнного пути SkyWay – оптимальное решение компенсации температурных деформаций

SkyWay

$t_{max} = +50°C$,
$t_{mix} = -50°C$




**При температурном воздействии:**

- абсолютная деформация

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

- относительная деформация

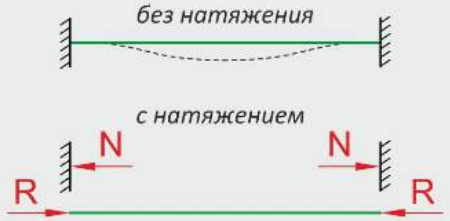
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \alpha \cdot \Delta t$$

**Для стали температурный коэффициент линейного расширения (на 1°С)**

$$\alpha = 0{,}000012$$

**при** $\Delta t = 100°C$, $\varepsilon = 0{,}0012 = 1/833$
**(на 1 км удлинение составит 1,2 м)**

**Проверка на прочность и устойчивость жёстко защемлённой балки при температурном воздействии (Δt = 100°С)**




**Проверка на прочность:**

- напряжения сжатия продольных волокон:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \alpha \cdot \Delta t \le \sigma_{02}$$

**Для стали при** $E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см² **и** $\Delta t = 100°C$:

$$\sigma = 2 \cdot 10^6 \cdot 0{,}0012 = 2400 \text{ кгс/см}^2$$

**Проверка на устойчивость:**

- продольное усилие сжатия, возникающее в защемлённой балке при перепаде температур:

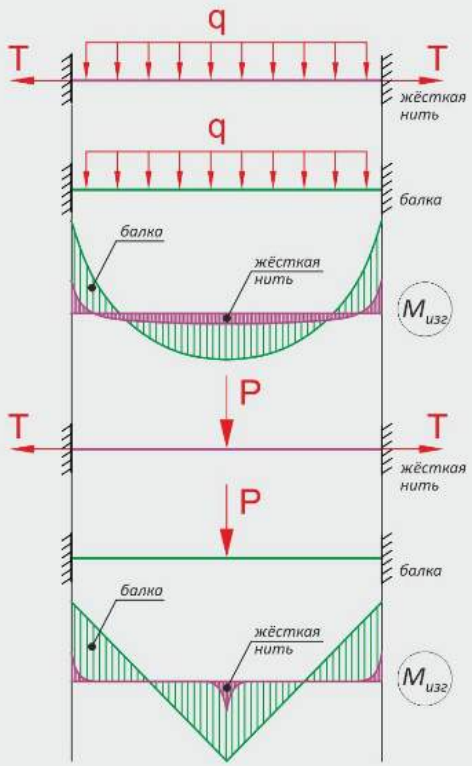
$$N = \sigma \cdot S = E \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot S \le N_{кр} = \frac{4\pi^2 EI}{L^2}$$

**Для стали при** $S = 100\,см^2$ **и** $\Delta t = 100°C$:

$$N = 2400 \cdot 100 = 240 \text{ тс}$$

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

**Эпюры изгибающего момента в предварительно натянутой «жёсткой нити» и защемлённой балке от распределённой нагрузки и сосредоточенной силы**



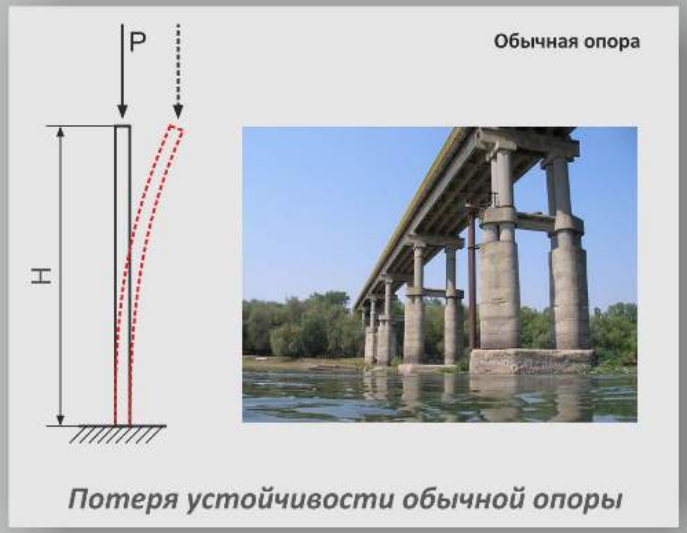

*ВЫВОД: изгибающие напряжения в жёсткой нити на порядок ниже, чем в балке*

*ВЫВОД: При нагревании жёстко защемлённой балки наиболее опасным явлением считается потеря её устойчивости*

**РЕШЕНИЕ:**

**Предварительное натяжение балки с расчётным усилием $T \ge N_{100°C}$ гарантирует то, что даже при перепаде Δ t = 100°С в продольных волокнах балки не возникнут сжимающие усилия**

# ВЫСОКАЯ РОВНОСТЬ пути достигается за счёт неразрезной структуры СТРУННОГО РЕЛЬСА между анкерными опорами

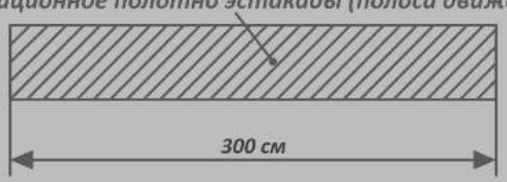



*Потеря устойчивости обычной опоры*

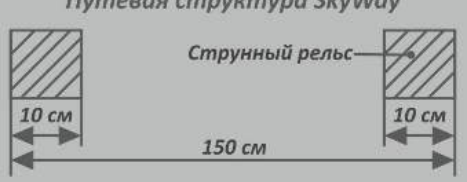
*Потеря устойчивости опоры SkyWay*

- **Промежуточные опоры, устанавливаемые с шагом от 25 до 100 метров (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.**

*Традиционное полотно эстакады (полоса движения)*




*Путевая структура SkyWay*



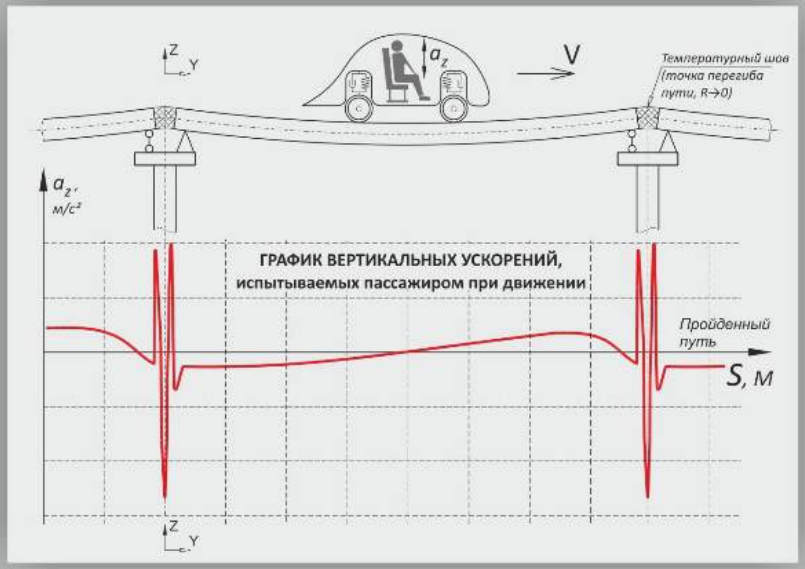

**Неразрезная структура струнного рельса в эстакадном исполнении, по сравнению с обычной балочной эстакадой, СОКРАЩАЕТ КОЛИЧЕСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В 15 РАЗ И БОЛЕЕ**

**Стоимость строительства традиционной эстакады с обычными опорами — от 100 млн USD/км**

**Стоимость строительства эстакады SkyWay — от 3 млн USD/км**

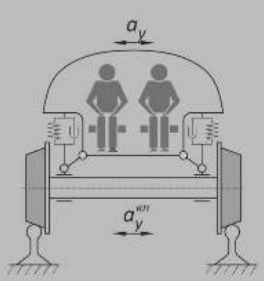
# Плавность хода

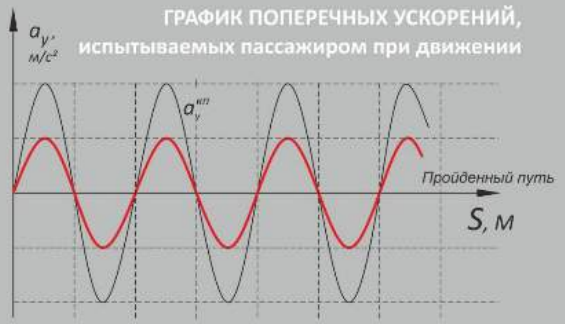
## РАЗРЕЗНАЯ ЭСТАКАДА (ТРАДИЦИОННЫЙ МОСТ)



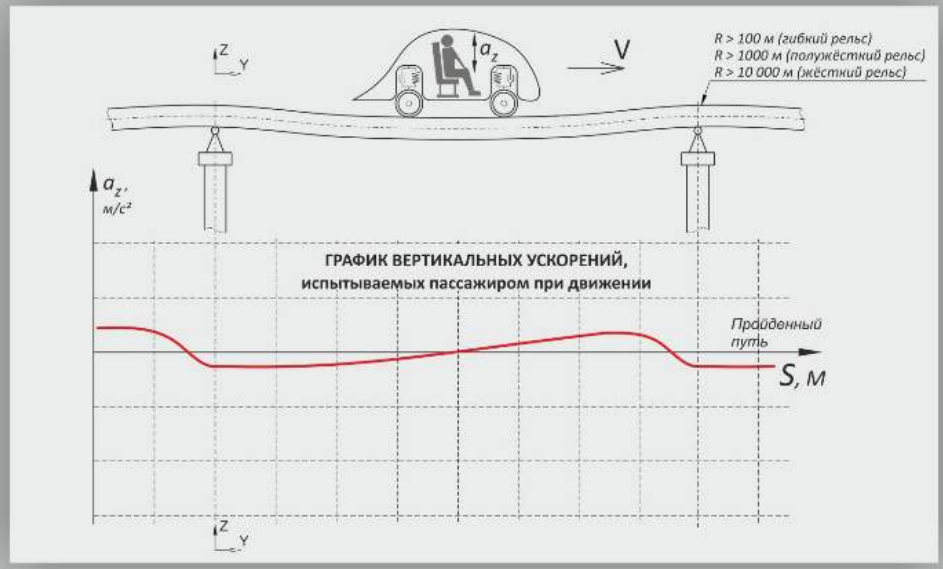

**НЕДОСТАТКИ:**

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



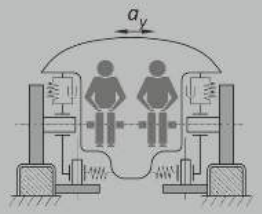



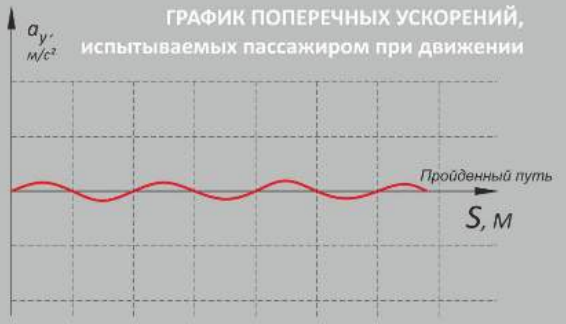

## НЕРАЗРЕЗНАЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЁННАЯ ЭСТАКАДА (ТЕХНОЛОГИЯ SkyWay)




**ПРЕИМУЩЕСТВА:**

- плавное изменение ускорений при переезде через опоры,
- более простая конструция опорного узла.




## КОМФОРТАБЕЛЬНОСТЬ ПАССАЖИРОВ ОЦЕНИВАЕТСЯ ПЛАВНОСТЬЮ ХОДА W (по методу Э.Шперлинга)

$$W = 2{,}7k\sqrt[10]{T \cdot E}$$

где: ***k*** – коэффициент, зависящий от направления и частоты колебаний,

***T*** – интенсивность нарастания ускорений, т.е. производная по времени от амплитуды ускорений,

***E*** – наибольшая кинетическая энергия, которую приобретает при колебаниях единичная масса пассажира, численно равна произведению амплитуды перемещения на амплитуду ускорения.

| Оценка хода вагона | Показатель плавности хода W |
|---|---|
| Отличный | менее 1 |
| Хороший | 1–2 |
| Удовлетворительный (допустим для пассажиров) | 2–3,25 |
| Допустимый для грузов | 3,25–4 |
| Непригодный | 4–5 |
| Небезопасный | более 5 |

# Аэродинамика колёсного транспортного средства

## Продувки модели инновационного подвижного состава SkyWay (юнибуса) в аэродинамической трубе 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, имеющих $C_x = 0{,}2$ (например, у спортивного автомобиля $C_x = 0{,}3...0{,}4$)

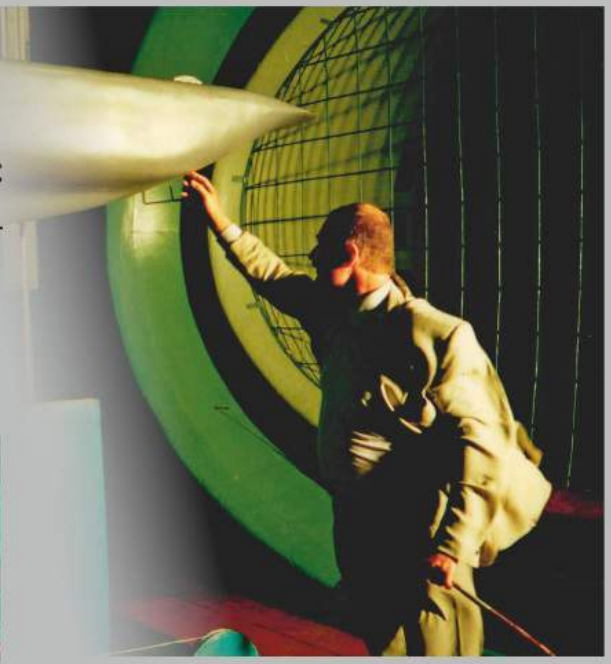
**В настоящее время $C_x$ подвижного состава SkyWay улучшен до 0,05**

$$\Delta C_x^{min} = 0{,}2 - 0{,}05 = 0{,}15$$

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

$$\Delta W_{a.c.} = \frac{1}{2} \rho_в \cdot V^3 \cdot \Delta C_x \cdot f_м \cdot k = \frac{1}{2} \cdot 1{,}25 кг/м^3 \cdot (125 м/с)^3 \cdot 0{,}15 \cdot 3 м^2 \cdot 1{,}1 \approx 600000 Вт = 600 кВт$$

Экономия энергии (топлива) одним юнибусом (в переводе на дизельное топливо из расчёта 0,25 л/кВт x ч) составит:
**600кВт x 0,25 л/кВт x ч = 150 л/ч x 20 ч = 3000 л/сутки x 365 ≈ 1,1 млн л/год x 25 лет (срок службы юнибуса) = 27,5 млн л ≈ 22 000 т/25 лет, стоимостью около 20 млн USD**

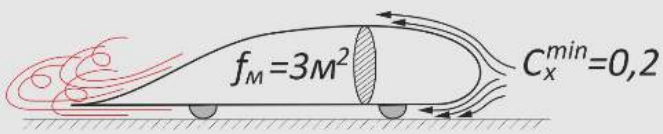


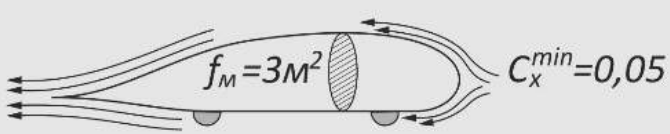
Поднятие путевой структуры над землёй и исключение сплошного полотна устраняет главную проблему высокоскоростного транспорта – **эффект экрана**

**Только это позволяет улучшить аэродинамику транспортного средства вдвое**

***(Для сравнения: при $C_x = 0{,}3$, как, например, у спортивного Bygatti Veyron, $W_{a.c.}^{450} \approx 1200$ кВт)***

**За 25 лет (средний срок эксплуатации одного транспортного средства) это даст экономию на 1 млн юнибусов (например, сегодня в мире эксплуатируется около 1 млрд автомобилей): 22 млрд тонн топлива стоимостью около 20 трлн USD**

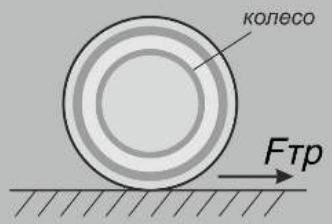


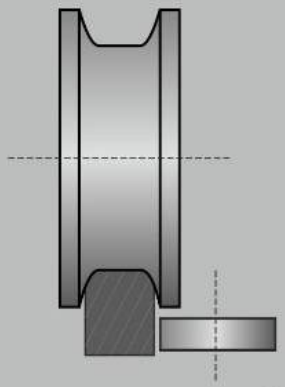


# ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫСОКОСКОРОСТНОГО SkyWay перед поездом на магнитной подушке

## Высокоскоростной SkyWay

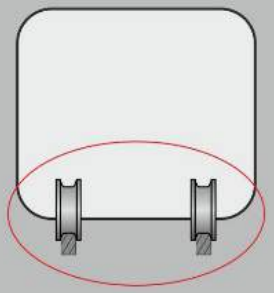
Использование стального колеса даёт **КПД более 99,8%**



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

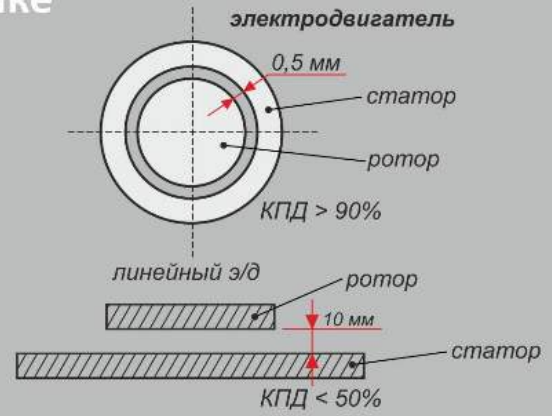
**Стоимость эстакады — от 3 млн $/км**



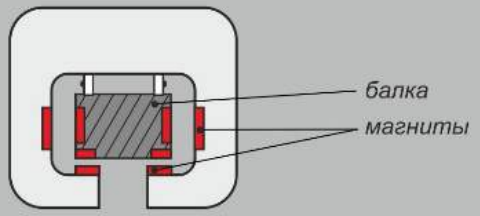
Эксплуатация путевой структуры не требует дополнительной техники, т.к. она самоочищается (например, от снега и наледи) и не имеет сложных технических элементов (электрических катушек и др.).

## Поезд на магнитной подушке

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 электродвигателя этот зазор не должен превышать 0,5 мм.

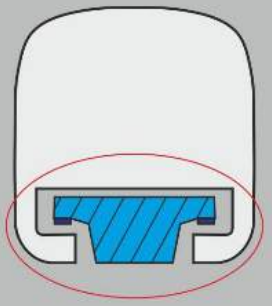



Путевая структура дорогостоящая, т.к. имеет массивное дорожное полотно, требует установки электрических катушек и сложной противосходной системы.



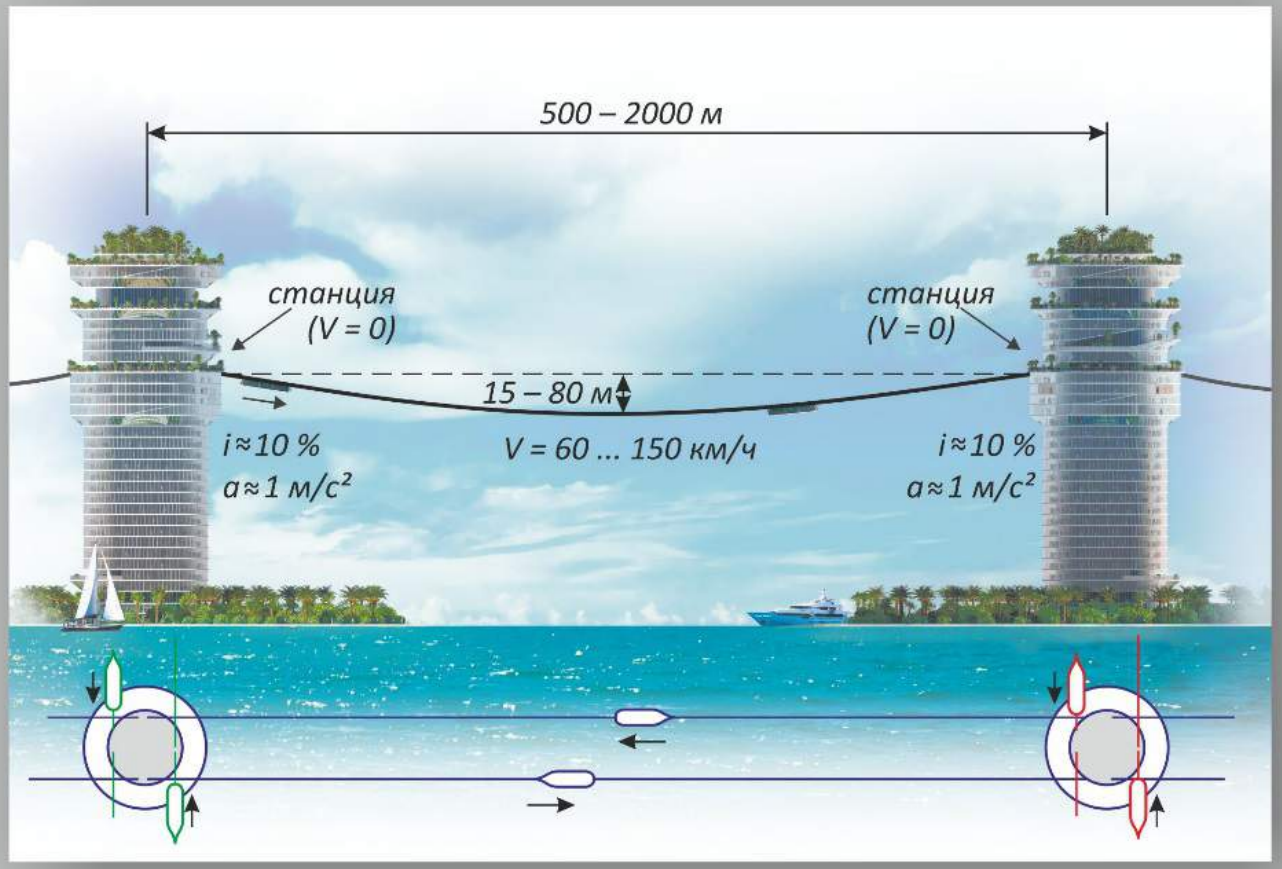

**Стоимость эстакады — от 50 млн $/км**

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. Требует очистки от снега и наледи.



# Использование закона сохранения энергии в инновационном транспорте SkyWay

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




Это обусловлено тем, что на участке спуска двигатель юнибусу не нужен — его разгоняет гравитация («гравитационный» двигатель).

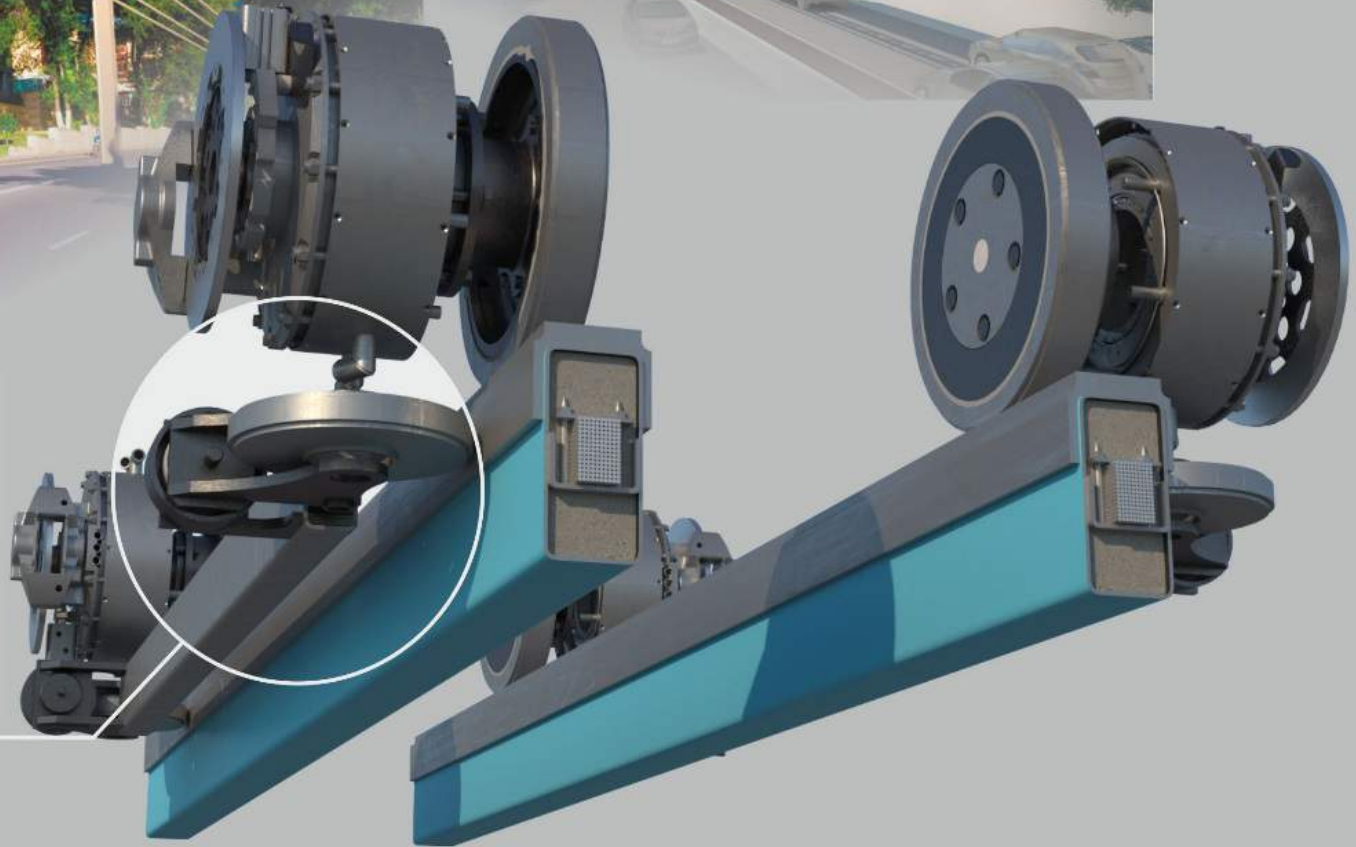
На участке подъёма ему не нужны тормоза — тормозит гравитация («гравитационный» тормоз).

Происходит рекуперация энергии без использования рекуператора, так как здесь работают законы физики, а не какие-либо механизмы.

**КПД такой рекуперации равен 100%.**

**Привод в такой транспортной системе необходим только для компенсации потерь — аэродинамических и на преодоление сопротивления качению стальных колёс по стальному рельсу (суммарно порядка 10 кВт для 50-местного транспортного средства).**

# Безопасность транспортных систем SkyWay



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

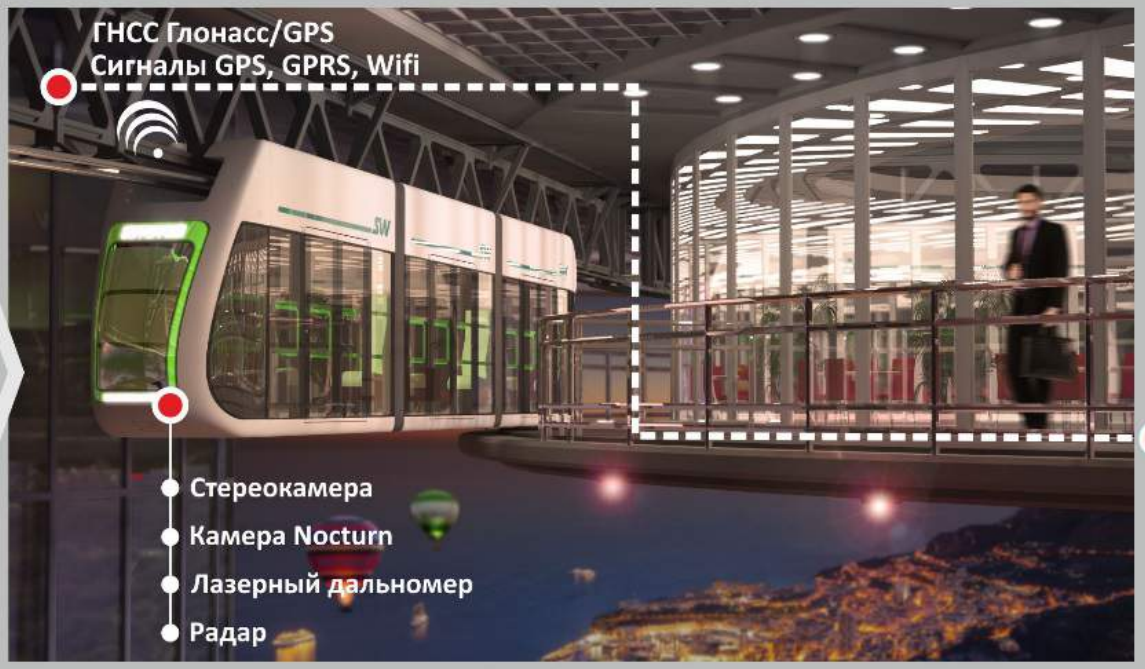
**Противосходная система повышает безопасность движения ещё в 10 раз**

# Пассажирский юнибус SkyWay.
# Устройство ходовой части

# Системы управления транспортным комплексом SkyWay

**Автоматические системы управления транспортным комплексом SkyWay**

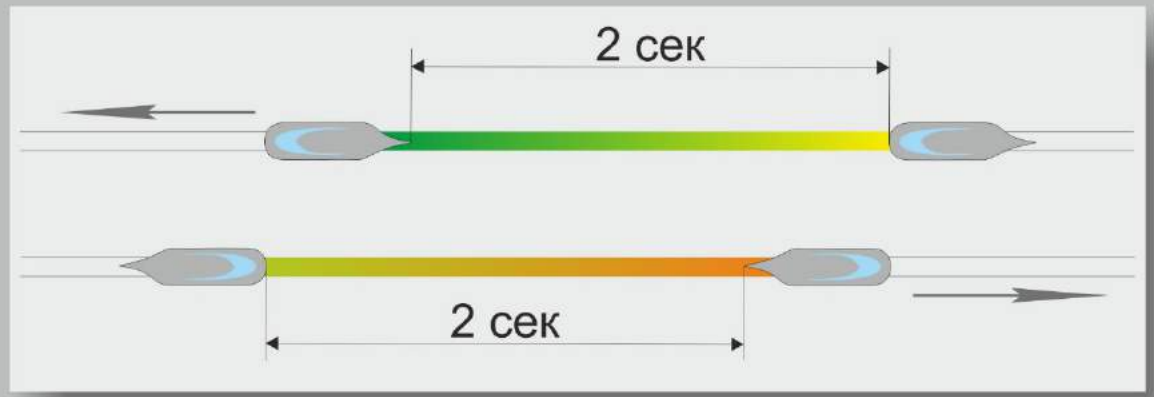
**Система управления транспортным комплексом SkyWay охватывает широкий спектр беспроводных и проводных коммуникаций, созданных на основе традиционных информационных и электронных технологий**




- Система оптико-электронного и радиоэлектронного обзора
- Система энергообеспечения
- Система управления функциональным оборудованием
- Система обеспечения безопасности
- Система позиционирования
- Система передачи данных
- БИУС
- Интерфейс взаимодействия с пользователями
- Система обеспечения движения

**Внедрение данной системы повысит эффективность управления перевозками, сократит непроизводительные затраты на транспортировку грузов и пассажиров, ускорит развитие информационной структуры**

# Провозная способность инновационной транспортной системы SkyWay




**Для систем управления реального времени безопасный временной интервал между Юнибусами равен 2 сек.**

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

**APM standard part 1 ASCE 21-05** – Operating environment, safety requirements, system dependability, automatic train control, audio and visual communications.
***(Условия эксплуатации, требования безопасности, надежность системы, автоматическая система управления поездом, звуковые и визуальные средства связи)***

**APM standard part 2 ASCE 21-98** – Vehicles, propulsion and braking.
***(Транспортные средства, тяга и торможение)***

**APM standard part 3 ASCE 21-00** – Electrical equipment, stations, guideways.
***(Электрооборудование, станции, направляющие пути)***

**С разрешённым интервалом в 2 сек и с учётом базовой вместимости одиночного модуля — 10 человек — возможно обеспечить пиковую пропускную способность транспортной системы Sky Way в 360 000 человек в сутки в одну сторону (при 20-часовой работе).**

**Для двунаправленной системы пиковая пропускная способность составляет 720 000 человек в сутки. Производительность SkyWay может быть ещё повышена путём увеличения вместимости модулей и объединения их в поезда.**

# Модельный ряд лёгких инновационных пассажирских транспортных средств SkyWay. Юнибайки

## Юнибайк UniBike U4-610

Одноместный Юнибайк
Количество пассажиров – 1
Полная масса – 300 кг.

## Юнибайк UniBike U-61B

Одноместный Юнибайк
с велогенератором
Количество пассажиров – 1
Полная масса – 325 кг.

## Юнибайк UniBike U4-620

Двухместный Юнибайк
Количество пассажиров – 2
Полная масса – 480 кг.

## Юнибайк UniBike U-62B

Двухместный Юнибайк
с велогенератором
Количество пассажиров – 2
Полная масса – 500 кг.

## Юнибайк UniBike U4-630

Трёхместный Юнибайк
Количество пассажиров – 3
Полная масса – 580 кг.

**Юнибайк – минимизированное подвесное колёсное транспортное средство на стальных колёсах с возможностью движения от мускульной силы пассажиров, в дополнение к бортовым (и внешним) источникам энергии.**

**Совмещает признаки транспортной системы и спортивно-развлекательного объекта. Максимальная скорость передвижения составит 120 км/ч, вследствие чего на юнибайке можно быстро передвигаться по городу.**

# Модельный ряд инновационных городских пассажирских транспортных средств SkyWay

SkyWay

## Бирельсовый большого класса

### Юнибус сочленённый UniBus Tandem U4-22T3

Количество пассажиров – 168
Полная масса – 28000 кг.
Снаряженная масса – 15400 кг.

*Полная масса пассажиров – 12600 кг.*
*Максимальная скорость – 150 км/ч.*
*Габаритная длина L – 20930 мм.*
*Расстояние между осями модулей B – 3085 мм.*

### Юнибус UniBus U4-220

Количество пассажиров – 28
Размещение пассажиров – сидя и стоя, 8 сидящих, 20 стоящих

*Полная масса – 5000 кг.*
*Снаряженная масса – 2900 кг.*
*Полная масса пассажиров – 2100 кг.*
*Максимальная скорость – 150 км/ч.*

### Юнибус UniBus U4-221

Количество пассажиров – 7
Размещение пассажиров – сидя и в инвалидной коляске

*Полная масса – 3440 кг.*
*Снаряженная масса – 2900 кг.*
*Полная масса пассажиров – 540 кг.*
*Максимальная скорость – 150 км/ч.*

### Юнибус сочленённый UniBus Tandem U4-26T3

Количество пассажиров – 84
Полная масса – 19750 кг.
Снаряженная масса – 13450 кг.
*Полная масса пассажиров – 6300 кг.*
*Максимальная скорость – 150 км/ч.*
*Габаритная длина L – 18380 мм.*
*Расстояние между осями модулей B – 2830 мм.*

### Юнибус UniBus U4-260

Количество пассажиров – 14
Размещение пассажиров – сидя и стоя, 4 сидящих, 10 стоящих

*Полная масса – 3500 кг.*
*Снаряженная масса – 2450 кг.*
*Полная масса пассажиров – 1050 кг.*
*Максимальная скорость – 150 км/ч.*

## Монорельсовый среднего класса

### Юнибус UniBus U4-210

Количество пассажиров – 14
Размещение пассажиров – сидя и стоя, 4 сидящих, 10 стоящих

*Полная масса – 3500 кг.*
*Снаряженная масса – 2450 кг.*
*Полная масса пассажиров – 1050 кг.*
*Максимальная скорость – 150 км/ч.*

### Юнибус UniBus U4-211

Количество пассажиров – 3
Размещение пассажиров – сидя и в инвалидной коляске

*Полная масса – 2690 кг.*
*Снаряженная масса – 2450 кг.*
*Полная масса пассажиров – 240 кг.*
*Максимальная скорость – 150 км/ч.*

### Юнибус сочленённый UniBus Tandem U4-21T6

Количество пассажиров – 84
Полная масса – 19750 кг.
Снаряженная масса – 13450 кг.

*Полная масса пассажиров – 6300 кг.*
*Максимальная скорость – 150 км/ч.*
*Габаритная длина L – 18380 мм.*
*Расстояние между осями модулей B – 2830 мм.*

## Монорельсовый малого класса

### Юникар UniCar U4-410

Количество пассажиров – 3
Размещение пассажиров – сидя, ряд одноместный

*Полная масса – 500 кг.*
*Снаряженная масса – 275 кг.*
*Полная масса пассажиров – 225 кг.*
*Максимальная скорость – 120 км/ч.*

### Юникар UniCar U4-411

Количество пассажиров – 2
Размещение пассажиров – сидя, ряд напротив одноместный

*Полная масса – 425 кг.*
*Снаряженная масса – 275 кг.*
*Полная масса пассажиров – 150 кг.*
*Максимальная скорость – 120 км/ч.*

### Юникар UniCar U4-420

Количество пассажиров – 6
Размещение пассажиров – сидя, ряд двухместный

*Полная масса – 950 кг.*
*Снаряженная масса – 500 кг.*
*Полная масса пассажиров – 450 кг.*
*Максимальная скорость – 120 км/ч.*

### Юникар UniCar U4-421

Количество пассажиров – 4
Размещение пассажиров – сидя, ряд двухместный

*Полная масса – 800 кг.*
*Снаряженная масса – 500 кг.*
*Полная масса пассажиров – 300 кг.*
*Максимальная скорость – 120 км/ч.*

**Для городского инновационного транспортного средства по технологии SkyWay заложен принцип модульного построения как узловых решений, так и структуры самого рельсового юнибуса, а также безоператорное управление на маршруте на базе программного управления на принципах "автопилота".**

**Принцип модульности юнибуса обеспечивает для заказчика возможность оптимального подбора подвижного состава при минимальных затратах.**

# Модельный ряд инновационных высокоскоростных пассажирских междугородных транспортных средств SkyWay

## Юнибус U4-361

Высокоскоростной
Бирельсовый
Навесной
Однорядный

Количество пассажиров – 4чел.
Грузоподъемность – 400кг.
Полная масса – 2000кг.
Снаряжённая масса – 1600кг.
Максимальная скорость – 450км/ч.

## Юнибус U4-362

Высокоскоростной
Бирельсовый
Навесной
Двухрядный

Количество пассажиров – 8чел.
Грузоподъемность – 800кг.
Полная масса – 3500кг.
Снаряжённая масса – 2700кг.
Максимальная скорость – 450км/ч.

## Юнибус U4-363

Высокоскоростной
Бирельсовый
Навесной
Трёхрядный

Количество пассажиров – 12чел.
Грузоподъемность – 1200кг.
Полная масса – 5000кг.
Снаряжённая масса – 3800кг.
Максимальная скорость – 450км/ч.

## Юнибус U4-365

Высокоскоростной
Бирельсовый
Навесной
Двухрядный с проходом
и санузлом
Количество пассажиров – 8чел.

Грузоподъемность – 800кг.
Полная масса – 5000кг.
Снаряжённая масса – 4200кг.
Максимальная скорость – 450км/ч.

## Юнибус U4-365Т

Высокоскоростной состав
Бирельсовый
Навесной
Двухрядный с проходом
и санузлом

Количество пассажиров – 24чел.
Грузоподъемность – 2400кг.
Полная масса – 15000кг.
Снаряжённая масса – 12600кг.
Максимальная скорость – 450км/ч.

**Высокоскоростной юнибус – навесное транспортное средство на стальных колёсах, позволяющее быстро перемещаться на расстояние до 10 000 км. Движение на высокой скорости обеспечивается благодаря специальной конструкции путевой структуры и низкому аэродинамическому сопротивлению транспортного средства.**

**Максимальная скорость передвижения составит до 500 км/ч, вследствие чего высокоскоростной юнибус идеально подходит для междугороднего сообщения.**

# Модельный ряд инновационных грузовых транспортных средств SkyWay

## Юнитрак UniTruck U4-131

**Одиночный грузовой ГрТС**
*(монорельсовый, подвесной)*

Грузовой Юнитрак для перевозки сыпучих грузов.
*Полная масса – 2500 кг.*
*Вместимость секции – 0,75 м³.*
*Производительность – до 200 млн т / год.*

## Юнитрак UniTruck U4-133

**Одиночный грузовой ГрТС**
*(монорельсовый, подвесной)*

Грузовой Юнитрак для перевозки жидких грузов.
*Полная масса – 2500 кг.*
*Вместимость секции – 1 м³.*
*Производительность – до 200 млн т / год.*

## Юнитрак UniTruck U4-137

**Одиночный грузовой ГрТС**
*(монорельсовый, подвесной)*

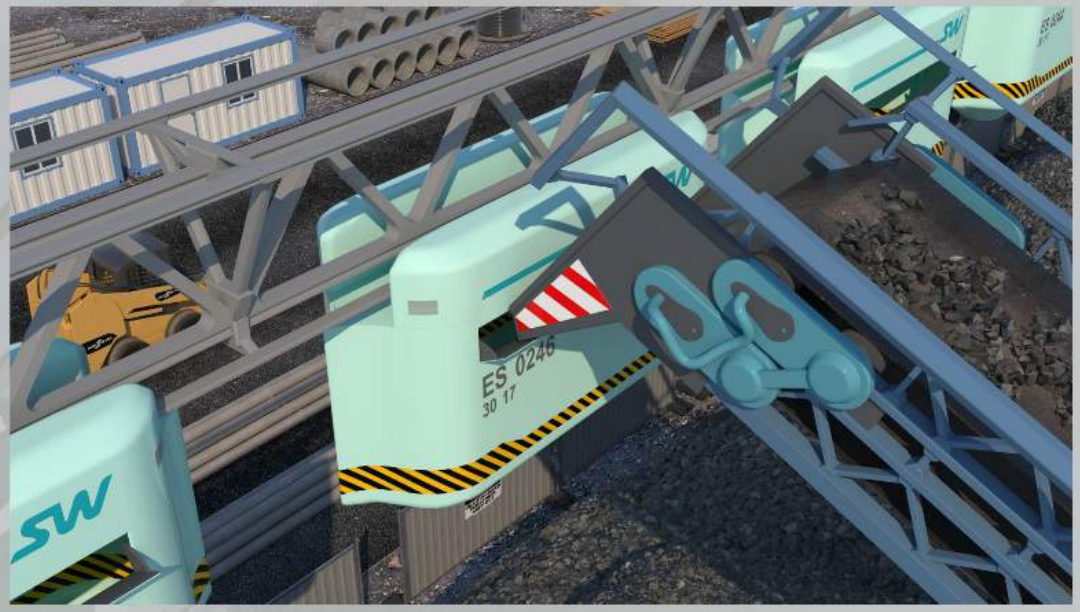
Грузовой Юнитрак для перевозки штучных грузов (европоддонов, паллет).
*Полная масса - 2500 кг.*
*Вместимость секций – 2 м³.*
*Производительность – до 200 млн т / год.*

## Юнитранс UniTrans U4-100

**Замкнутый конвейер (транспортёр) на колёсных парах с разворотом в горизонтальной плоскости.**

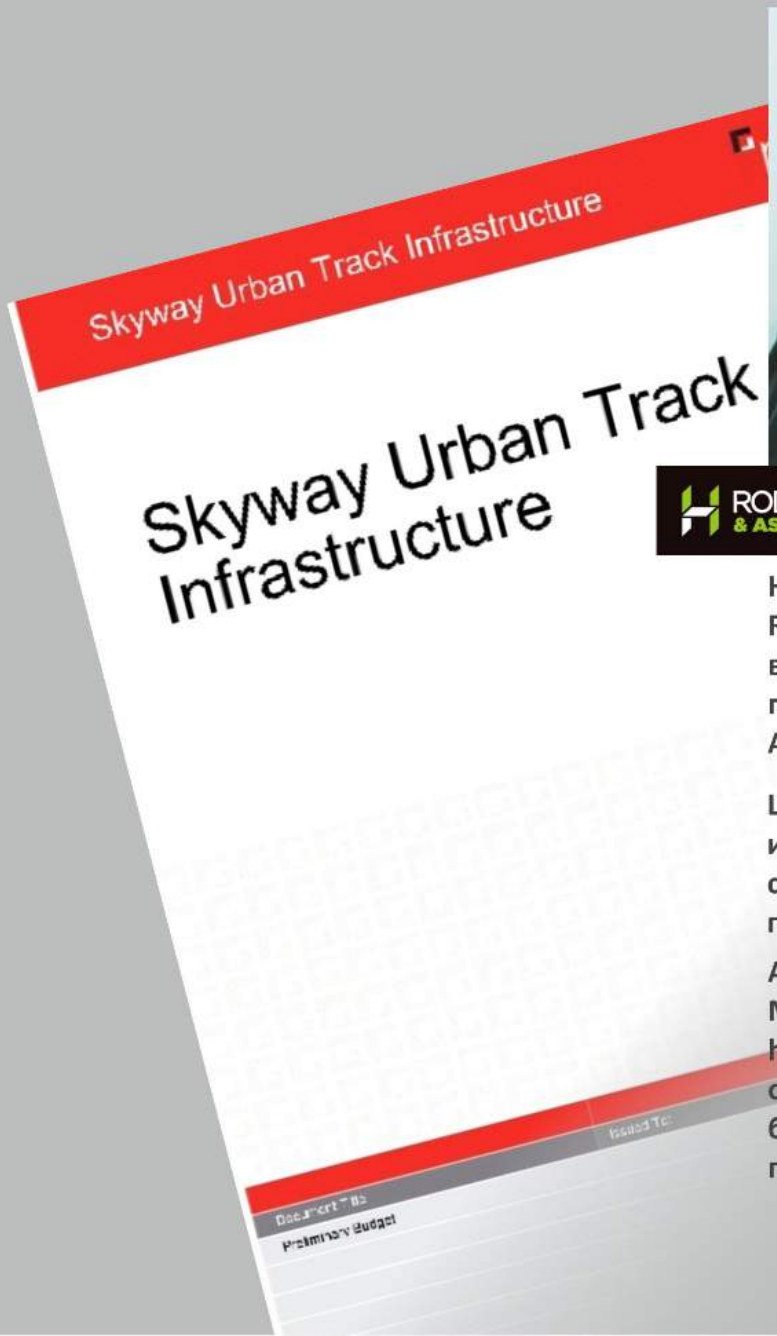
*Производительность – до 200 млн т / год.*

## Грузовой SkyWay и грузовое транспортное средство – юникар



**Грузовой подвижной состав будет выполнен на базе подвесных городских пассажирских юнибусов, соответственно максимальная масса, скорость и тележка шасси полностью унифицированы с пассажирским транспортом. Кузова грузового юникара могут быть в следующих исполнениях: для штучных грузов (европоддоны), для сыпучих грузов и для жидких грузов.**

# Международное ПРИЗНАНИЕ SkyWay

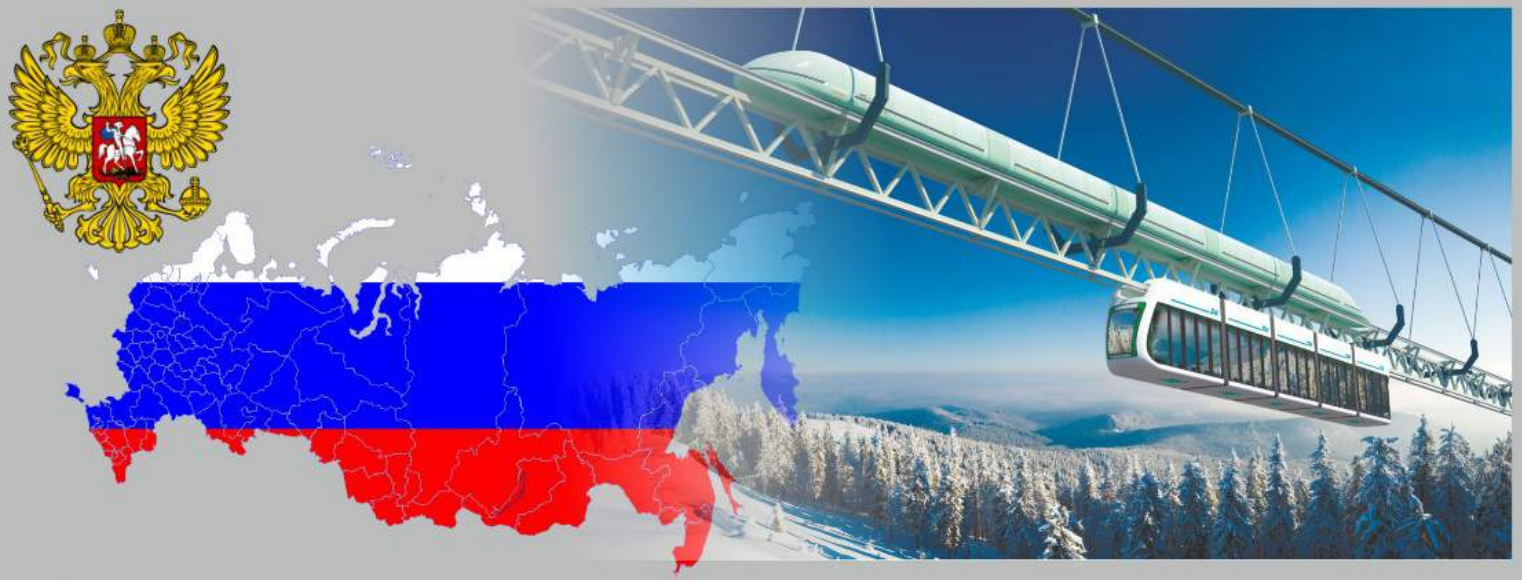


**Наша компания сотрудничает с австралийской компанией Rod Hook and Associates (http://www.rodhook.com.au), возглавляемой бывшим директором Департамента планирования, транспорта и инфраструктуры Южной Австралии Родом Хуком.**

**Целью сотрудничества является продвижение технологии и получение коммерческих заказов на построение струнных путей на территории Австралии (грузовые, портовые и пассажирские перевозки)**

**Австралийская консалтинговая компания MBMpl PTY Ltd (строительство инфраструктуры, http://www.mbmpl.com.au/about-us) произвела оценку технологии SkyWay и подтвердила в разы более низкую стоимость предлагаемой технологии, по сравнению с её традиционными аналогами**

# Перспективы применения технологии SkyWay в Российской Федерации



- 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 страны
- Интеграция России в международные транспортные коридоры между Европой и Азией и создание принципиально новой логистики 21-го века
- Развитие смежных отраслей для производства путевой структуры и подвижного состава (металлургия, химическая, нефтехимическая и радиоэлектронная промышленность, машиностроение, строительство и пр.)

## Импортозамещение

Путевая структура

Подвижной состав

АСУ

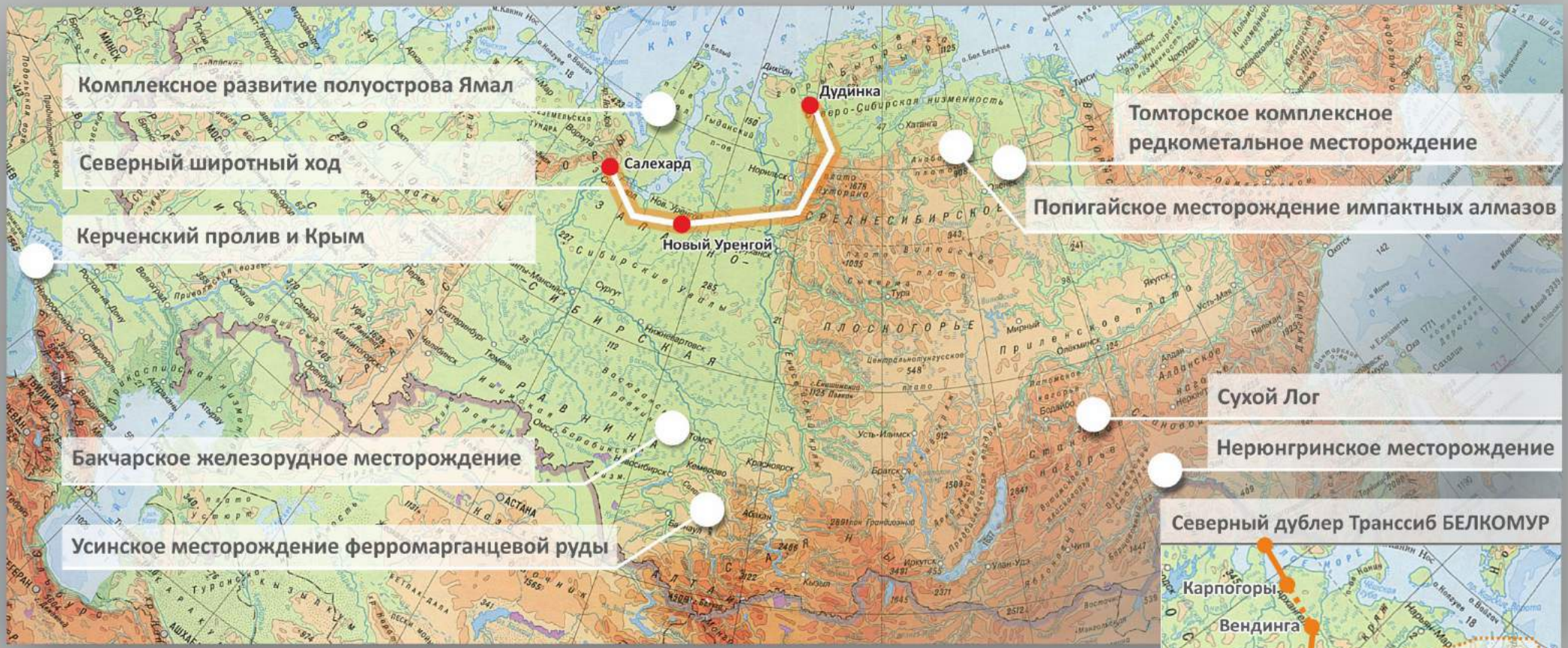
Инфраструктура

**Все инновационные составляющие SkyWay могут быть произведены с использованием российской технологической базы**

# Решение Sky Way для регионов России

**Струнный транспорт (SkyWay) – проект перспективной инфраструктурной технологии. Предоставляет инновационные транспортно-логистические решения для регионов со сложной природно-климатической и инфраструктурной ситуацией. В том числе — обеспечивает круглогодичную транспортную связь крупных транспортных магистралей с северными побережьями страны**

**Варианты локальных транспортно-инфраструктурных решений:**




**Технология SkyWay значительно снижает капитальные и операционные затраты при полномасштабном освоении ранее недоступных или труднодоступных месторождений полезных ископаемых Сибири и Дальнего Востока, а также обеспечивает транспортную доступность для стратегически важных территорий страны**

# Наши конкуренты

HYPERLOOP

**Hyperloop**

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

**SkyWay дешевле и эффективнее в 10-15 раз**

skyTran™

**SkyTran**

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**

# Контактные данные

220116, Республика Беларусь, г. Минск,
пр. Дзержинского, 104, блок Б
тел./факс: +375 17 388-20-20
http://sw-tech.by
info@sw-tech.by