

# МММ

машины и механизмы научно-популярный журнал

все гениальное просто

№ 4 (151) АПРЕЛЬ 2018

# ТРАНСПОРТ БУДУЩЕГО

16+

ВОЗРАСТ  
ГЕНИАЛЬНОСТИ

ВЗРЫВНАЯ  
ЗАКУСКА

ISSN 1999-2920



4 607122 120010 04018





▲ [www.rsw-systems.com](http://www.rsw-systems.com)

◀ Вид на струнную трассу  
[www.skyway-belarus.com](http://www.skyway-belarus.com)

# СТРУННЫЕ инструменты

Прислушайтесь... Античные звуки арфы и душевность русской балалайки сплелись воедино. Струны. Музыка движения. Музыка будущего! Пока пресса со всех сторон разглядывает вакуумные поезда на стадии раннего тестирования, струнные технологии Юницкого, представленные брендом SkyWay, уже проводят испытания подвижного состава.



**ПОЧЕМУ** этим системам пророчат большое звучное будущее? Для ответа на вопрос давайте разберемся в принципе работы струнных технологий.

**ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС SKYWAY** – это автомобиль на стальных колесах, который ездит по рельсам, установленным на опорах. Представьте себе канатную дорогу: по тросам движутся кабины с людьми, перемещая их на нужные «остановки». Системы SkyWay отчасти используют этот принцип. Но есть несколько отличий, главное из которых – инновационный струнный рельс. Он имеет 12-кратный запас прочности и, несмотря на свою жесткость, может прогибаться.

Рельс-струна – это балка или ферма из стали или железобетона, на которой сверху или снизу располагается плоская головка рельса.

*Автомобиль  
на стальных колесах,  
который ездит  
по рельсам*

### ГИБКИЙ РЕЛЬС

#### ГИБКАЯ НЕРАЗРЕЗНАЯ ПУТЕВАЯ СТРУКТУРА

Скорость движения: от 30 (на опоре) до 150 км/ч  
Относительная жесткость конструкции: 1/100–1/500  
Радиус кривизны путевой структуры: R = 100 (на опоре)...2000 м



### ПОЛУЖЕСТКИЙ РЕЛЬС

#### СТАЛЬНАЯ ГОЛОВКА РЕЛЬСА

#### НАПОЛНИТЕЛЬ (специальный бетон)

#### СТРУНА (пучок предварительно напряженных натяжением стальных проволок)

#### ЭЛЕМЕНТ КРЕПЛЕНИЯ струны к корпусу рельса

#### КОРПУС РЕЛЬСА

#### ПОЛУЖЕСТКАЯ НЕРАЗРЕЗНАЯ ПУТЕВАЯ СТРУКТУРА

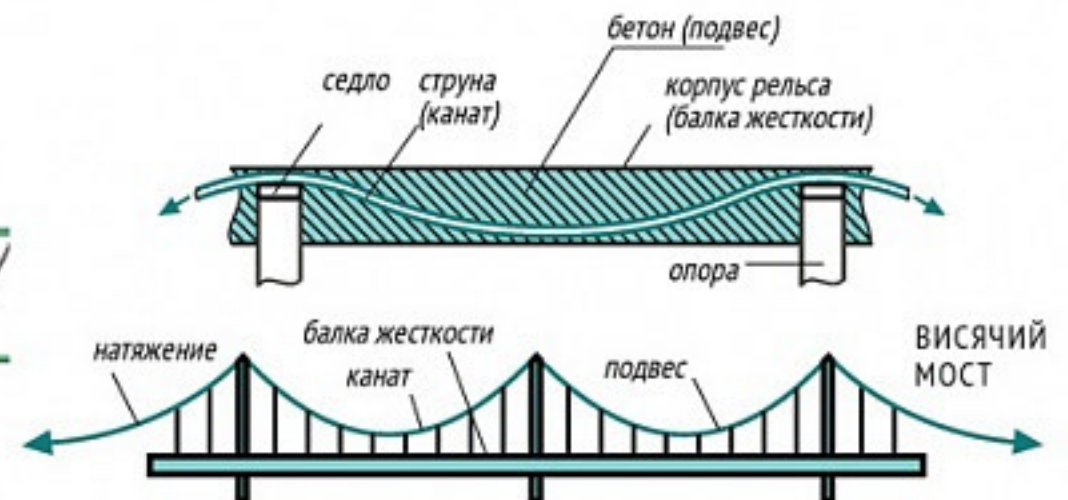
Скорость движения: от 50 до 150 км/ч  
Относительная жесткость конструкции: 1/500–1/2000  
Радиус кривизны путевой структуры: R = 500...5000 м



### ЖЕСТКИЙ РЕЛЬС (ФЕРМА)

#### ЖЕСТКАЯ НЕРАЗРЕЗНАЯ ПУТЕВАЯ СТРУКТУРА

Скорость движения: от 100 до 500 км/ч  
Относительная жесткость конструкции: 1/1000–1/10 000  
Радиус кривизны путевой структуры: R = 5000...50 000 м



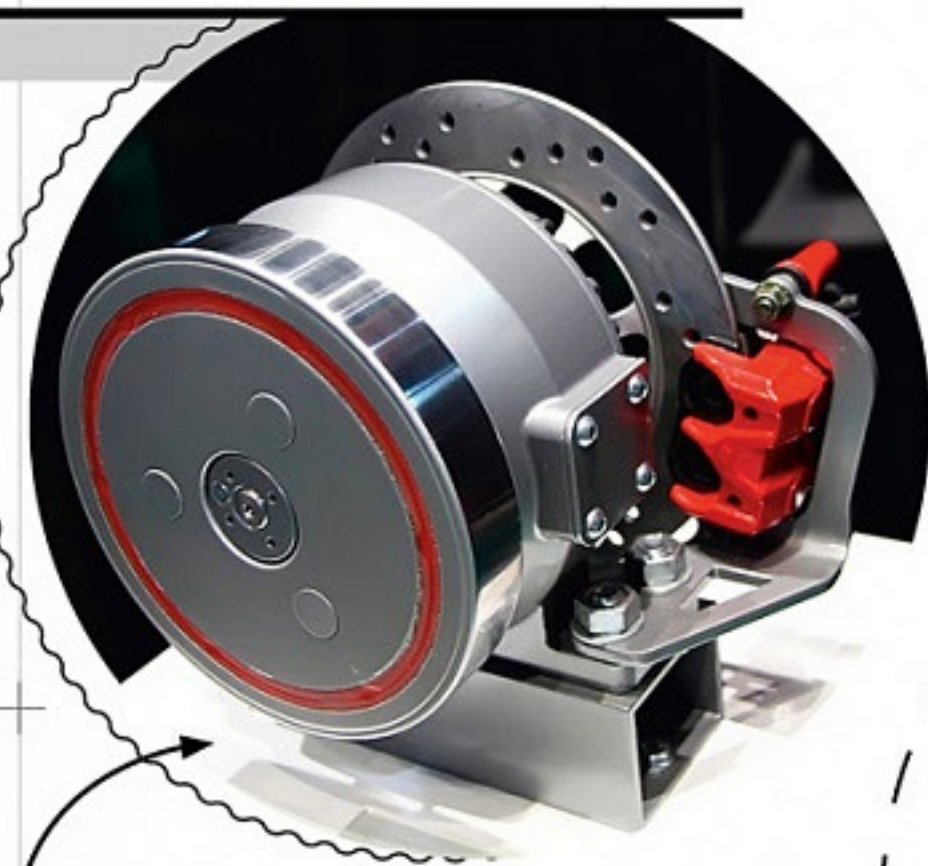


В сочетании с колесом-мотором они обеспечивают минимальные затраты энергии на движение. Внутри рельса находится струна: пучок стальных проволок, уложенных параллельно, – они предварительно напряжены натяжением.

Разработаны три типа струнных рельсов – гибкий, полужесткий и жесткий. Для каждого из них путевые структуры различаются.

**СВЕРХРОВНОЕ И ЖЕСТКОЕ** путевое полотно позволяет машине разогнаться до 500 км/ч. Особенности структуры исключают деформацию, связанную с перепадами температур от +70 до -70 °С, в струне, рельсе, корпусе и головке. При экстремально высоких температурах полотно искривится до 2 мм вниз, а при низких – до 2 мм вверх. Но компьютер скорректирует профиль пути, «докрутив» подвеску колеса под нужные параметры.

Все типы струнных рельсов устанавливаются на анкерные опоры (расстояние между ними – 2–10 км), в которых выполняется анкеровка (или закрепление) струны, и промежуточные опоры через каждые 25–1000 м. Над землей струнную дорогу можно поднять на 4–100 м, оставляя далеко внизу загруженные трассы. Материалоемкость таких путей будет в десять раз ниже по сравне-

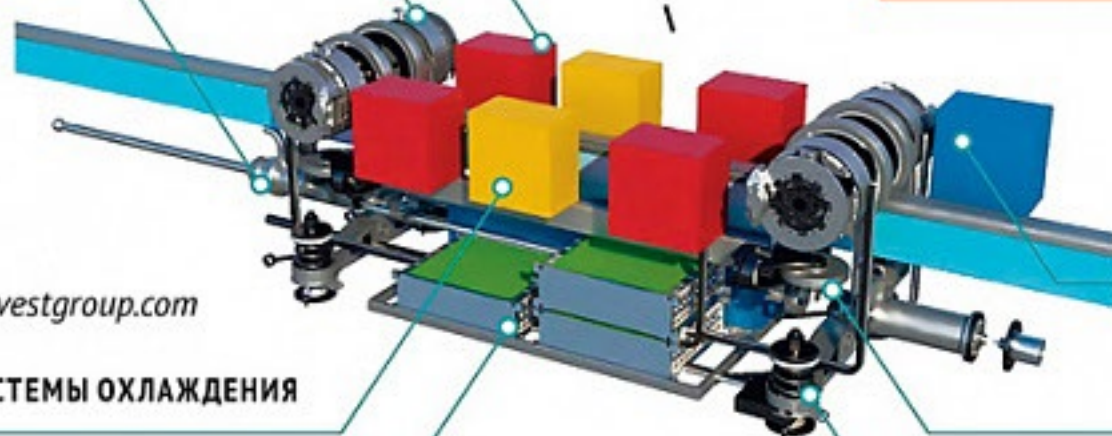


ИНВЕРТОР ДВИГАТЕЛЯ

МОТОР-КОЛЕСО

СЦЕПНОЕ АВАРИЙНОЕ  
УСТРОЙСТВО

### УСТРОЙСТВО ХОДОВОЙ ЧАСТИ



ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ

ПРОТИВОСХОДНАЯ СИСТЕМА

ПРУЖИНЫ ПОДВЕСКИ

▲ [www.skywayinvestgroup.com](http://www.skywayinvestgroup.com)

РАДИАТОР СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ



нию с традиционными эстакадами и потребует в 100 раз меньше изъятия земли, чем нужно при строительстве традиционных дорог.

**ПОКА «НЕБЕСНЫЕ КОЛЕСНИЦЫ»** готовятся к новым тестовым заездам, а прагматики вкладывают свои кровные в новый вид транспорта, мы заглянем «под капот». Разработчики рельсовых автомобилей спроектировали транспорт с разными типами привода:

- мотор-колесо;
- линейный электродвигатель;
- двигатель вращения с приводом на колесо или воздушный винт;
- газовая турбина;
- внешний источник электрической энергии (как у троллейбусов или трамваев);
- внешний привод (например, тяговый канат на критических участках пути, для преодоления уклона до 45–60 градусов);
- автономные источники энергии (аккумуляторы, топливные батареи и т. д.).

**ИСХОДЯ ИЗ ПОСТАВЛЕННОЙ** задачи и типа струнных путей – монорельсового, бирельсового и подвесного – используется оптимальный тип привода.

Во многих моделях планируются спаренные приводы, чтобы транспорт мог продолжать движение в случае проблем с одним из источников энергии.

**КАК БУДЕТ ВЫГЛЯДЕТЬ** такой транспорт в городе? Наиболее оптимальный вариант по энергозатратам – станции юнибусов, выполняющие роль анкерных опор. Если между ними отсутствуют промежуточные опоры, рельсовая струна провисает. Выезжая со станции, юнибус разгоняется до плановой скорости не двигателем, а только за счет гравитации. И благодаря ей же при подъезде к следующей станции скорость снижается. Транспорт передвигается между терминалами на «чистой физике», с постоянным переходом из кинетической энергии движения в потенциальную. Максимальная скорость регулируется высотой станции-терминала и середины пролета. Чтобы юнибус разогнался до 100 км/ч на пролете 1000 м, нужен двигатель мощностью 5 кВт – для преодоления аэродинамических потерь и сопротивления качению.

*Юнибус разгоняется до плановой скорости не двигателем, а только за счет гравитации*

▲ Строительство тестовых трасс в ЭкоТехноПарке  
www.rsw-systems.com



Станция отправления в этом случае должна «гнездиться» на высоте 35 м и более. (С развитием новых технологий в строительстве высотную планку терминала планируют поднять к отметке 100–150 м.) Низкое аэродинамическое сопротивление и двигатель мощностью 80 кВт разгонит юнибус до 200–250 км/ч, 400 кВт – уже до 450–500 км/ч.

Для юнибусов не критично, насколько широка колея. Подвеска колеса проектируется с учетом того, что ширина будет меняться. Чтобы колеса не выскакивали из колеи, на весь струнный транспорт установлена противосходная система – боковые ролики, которые упираются в боковые поверхности качения рельса. Поэтому юнибусы выдерживают сильный боковой ветер и остаются на рельсах даже при очень высоких скоростях.

**ВСЬ ТРАНСПОРТ** SkyWay делится на три типа: городской, высокоскоростной и грузовой (*подробнее об этих типах читайте на с. 16. – Ред.*). Городской парк SkyWay создается по принципу модульности: в зависимости от величины населенного пункта и плотности пассажиропотока подбираются оптимальные варианты составов. Существуют даже прогулочные кабины, которые можно использовать для построения экскурсионных маршрутов. Весь транспорт работает на автопилоте, без участия человека.

Высокоскоростной юнибус на стальных колесах задуман для дальних путешествий – на расстояния до 10 000 км. Так, например, вы сможете добраться из Москвы в Петропавловск-Камчатский за 13,5 ч, проехав 6773 км.

Грузовой транспорт – юнитрак – может перевозить сыпучие промышленные, жидкие, штучные, специальные грузы весом до 20 000 т на большие расстояния. Предполагается, что такие перевозки будут экономичнее железнодорожных в два-три раза. А в случае с пассажирским транспортом SkyWay себестоимость перевозок в два-пять раз ниже по сравнению с общественным транспортом, поездами и самолетами.

**ДЕШЕВИЗНА, УДОБСТВО, СКОРОСТЬ** – конечно, здорово, но насколько это безопасно – мчаться по тонким струнам между небом и землей? В системе SkyWay есть серьезная ошибка – это то, что

## СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ КОМПЛЕКСОМ SKYWAY

СИСТЕМА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО  
И РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБЗОРА

СИСТЕМА ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ  
ОБОРУДОВАНИЕМ

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

БИУС (БОРТОВАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ  
УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА)

ИНТЕРФЕЙС ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
С ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ

ее не придумали намного раньше. Кроме упомянутой защиты против схода с рельсов, разработчики учли многие нюансы.

Каждая проволока струны укладывается независимо от других. При обрыве 50% проволок конструкция не обрушится, а лишь немного провиснет. В транспортной эстакаде берется десятикратный запас прочности струнных элементов. Учитывая, что струны не подвергаются изгибам, скручиванию, изломам, защищены от коррозии, «забетонированы» внутри рельсов, вероятность обрушения путей минимальна. Система антисхода удерживает юнибус на линии даже при перевороте струны на 180°. Так что транспортные системы весьма устойчивы к природным катаклизмам – землетрясениям магнитудой до 10 баллов по шкале Рихтера, наводнениям, ураганам, цунами, критическим температурам, песчаным бурям, снежным заносам и оледенению.





ГЛОНАСС/GPS  
СИГНАЛЫ GPS, GPRS, WI-FI

СТЕРЕОКАМЕРА  
КАМЕРА НОСТУРН  
ЛАЗЕРНЫЙ ДАЛЬНОМЕР  
РАДАР

▲ [www.rsw-systems.com](http://www.rsw-systems.com)

## *Даже разрушение нескольких опор не порвет струны*

А что если теракт – допустим, подрыв анкерной опоры? Для него понадобится как минимум 100 кг тротила, и даже в этом случае падение опоры не уничтожит линию, а лишь вдвое увеличит пролет, слегка деформируя пути. Все дело в специальном отстегивающемся механизме, который «отрывается», как хвост у ящерицы. На деформацию среагирует только подвеска колеса, люди изменений не заметят. И даже разрушение нескольких опор не порвет струны, а лишь опустит их на землю – по такой растянутой конструкции можно продолжать движение на пониженных скоростях.

Если вы страдаете неофобией (боязнь всего нового) или не доверяете «беспилотному» юнибусу, задумайтесь: за 30 лет работы японских высокоскоростных железных дорог было перевезено 5 млрд человек. За три десятилетия уровень смертности – 0%. Вероятность столкновения юни-

бусов также стремится к нулю. Минимальное расстояние между транспортом на линии – не менее 3000 м. Состояние и местонахождение юни-транспорта будут отслеживать несколько систем.

**НА ДОРОГЕ SKYWAY** предусмотрено два вида торможения: служебное (ускорение до  $1 \text{ м/с}^2$ , при скорости 300 км/ч тормозной путь – более 3500 м) и экстренное (ускорение  $2,5 \text{ м/с}^2$ , при скорости 300 км/ч тормозной путь – 1400 м).

Если же юнибус сломался, идущий сзади «товарищ» может подхватить его и еще четверых друзей на буксир, соединившись с ними автоматическим стыковочным узлом. В случае чрезвычайной ситуации из транспорта можно эвакуироваться по спасательному рукаву или складной лестнице.

**НА НАШИХ ГЛАЗАХ** формируется облик дальнего будущего, который зависит от нашего способа передвижения. Пока нам не на что пересечь, однако SkyWay медленно, но уверенно движется к запуску струнных систем во всем мире. Экологичный, экономный, безопасный вид транспорта как бы намекает – внедри меня! Как будет на практике – увидим.