



ООО «Струнный транспорт Юницкого»

тел./факс: (095) 116-15-48
e-mail: info@unitsky.ru
<http://www.unitsky.ru>

Предпроектное предложение

**Высокоскоростная струнная магистраль
«Москва — Санкт-Петербург»**



Москва 2005

Содержание

1.	Введение	3
2.	Схема прохождения трассы СТЮ «Москва – С.-Петербург»	15
3.	Технико-экономические характеристики двухпутной высокоскоростной трассы СТЮ «Москва – С.-Петербург»	17
3.1.	Расход материалов и стоимость одного километра трассы СТЮ	17
3.2.	Стоимость высокоскоростной трассы СТЮ «Москва – С.-Петербург»	19
3.3.	Ожидаемый пассажиропоток	19
3.4.	Ожидаемый грузопоток	20
3.5.	Организация движения	20
3.6.	Потребность в высокоскоростных транспортных модулях	21
3.7.	Время в пути и движение по трассе	21
3.8.	Эксплуатационные издержки	22
3.9.	Годовой доход, срок окупаемости и рентабельность эксплуатации трассы	23
3.10.	Сравнительные технико-экономические показатели трассы в зависимости от величины грузо - и пассажиропотоков	25
4.	Реализация проекта	25
5.	Список справочных материалов о струнном транспорте Юницкого	27
6.	Приложение	28

1. Введение

В настоящее время наибольший объем перевозок во всем мире осуществляют железные дороги, автомобильный транспорт и авиация. Сравнительный анализ этих транспортных систем показывает как наличие их существенных преимуществ друг перед другом, так и серьезных недостатков.

К преимуществам авиационного транспорта относится высокая скорость движения. Однако на средних расстояниях (до 1000...1500 км) скорость перемещения пассажира "от двери до двери" остается невысокой (150...200 км/час) из-за потерь времени на проезд в аэропорт и из аэропорта, посадку в самолет и высадку из него и др. К недостаткам авиационных перевозок относится высокий расход топлива (у лучших самолетов – 6...8 литров на 100 пассажиро-километров), высокая стоимость самолетов (до 100 млн. USD и более) и инфраструктуры (современный аэропорт стоит 10 млрд. USD и более). Соответственно, экологическая опасность и себестоимость авиаперевозок – самая высокая из всех существующих видов транспорта.

К преимуществам железнодорожного транспорта следует отнести низкие эксплуатационные издержки. Во-первых, сопротивление качению стального колеса по стальному же рельсу в 20...50 раз ниже сопротивления качению резинового колеса по дорожному полотну. Поэтому мощность привода подвижного состава на железной дороге составляет 1...2 кВт на тонну перевозимого груза, на автомобильном транспорте – 10...20 кВт/т. Соответственно различается и расход топлива на одну и ту же транспортную работу, а ведь стоимость энергии (топлива или электрической энергии для электрифицированных дорог) является основной эксплуатационной издержкой, влияющей на себестоимость перевозок. Данное преимущество легко реализуется на железной дороге только благодаря наличию колеи, так как железнодорожный состав может иметь сколь угодно большую длину, автопоезд же не может иметь больше одного прицепа из-за неустойчивого движения по дороге, особенно в период торможения. Во-вторых, срок службы рельсов – 20...40 лет, асфальтобетонного покрытия – 5...10 лет. В-третьих, железнодорожные пути практически нет необходимости чистить ото льда и снега, содержание же автомобильных дорог зимой обходится достаточно дорого, а ведь на большей части России зимний период времени превышает летний. Кроме этого, железнодорожный транспорт отличает высокая безопасность движения, которую обеспечивает имеющийся на каждом колесе гребень (реборда), препятствующий сходу колеса с рельса.

К преимуществам автомобильных перевозок относится невысокая стоимость подвижного состава и самих дорог, а также высокая мобильность и компактность автомобилей, что упрощает и удешевляет инфраструктуру: подъездные пути, погрузочные и разгрузочные терминалы, ремонтные мастерские и др. К существенным недостаткам автомобильного транспорта относится высокая аварийность и экологическая опасность, обусловленные тем, что колесо удерживается на дорожном полотне только за счет сил трения, а также тем, что дорога расположена непосредственно на поверхности земли, то есть там, где и находится 90% живых организмов, в том числе и человек, и сосредоточена основная биомасса биосферы планеты.

К общим недостаткам двух последних видов транспорта следует отнести высокую материалоемкость путевой структуры, требующей для своего сооружения большого количества ресурсов, как материальных (грунт, песок, щебень, бетон, асфальтобетон, сталь и др.), так и финансовых. Очень материалоемкой и, соответственно, дорогостоящей является и насыпь дорог: расход грунта может достигать 100 тыс. кубических метров на километр трассы, а в ряде мест она вообще не может быть устроена – при прохождении через болота и вечную мерзлоту. При устройстве насыпей и выемок наносится серьезный ущерб Природе, как изъятием и перемещением большого количества грунта, так и уничтожением значительного количества плодородного слоя, гумус в котором создавался живыми организмами в течение миллионов лет. Насыпь перекрывает миграцию животных, перемещение грунтовых и поверхностных вод, поэтому ущерб от ее сооружения зачастую превышает ее стоимость. Дороги также требуют большого количества дорогостоящих искусственных сооружений: мостов, путепроводов, водопропускных труб и др. В отдельных случаях стоимость земли, отнимаемой у землепользователя под дорогу, превышает стоимость самой дороги (в 21-ом веке стоимость земли, как весьма ограниченного ресурса на нашей планете, будет существенно расти, поэтому она может составить основную часть стоимости вновь возводимых дорог).

Таким образом, в настоящее время возникает острая необходимость в появлении новой транспортной системы, основанной на новых технологиях и новых стандартах, способных привести к радикальным изменениям в способах транспортировки.

Будущая транспортная система для перевозки пассажиров, мало- и крупнотоннажных грузов должна удовлетворять многим противоречивым требованиям: высокая пропускная способность при малой площади занимаемой земли и низких затратах на содержание и ремонт путей сообщения; негативное минимальное воздействие на окружающую среду при сохранении большого суточного пробега транспортного средства; высокая средняя скорость движения при снижении расхода топлива и числа дорожно-транспортных происшествий; путь движения должен быть пригоден для движения и маневрирования общественного и индивидуального транспорта.

Транспортной системой, удовлетворяющей требованиям XXI века, станет "Струнный транспорт Юницкого" (СТЮ). СТЮ лишен недостатков железнодорожного и автомобильного транспорта. В то же время, он имеет преимущества авиации и надземных дорог: канатных, конвейерных, монорельсовых и систем с магнитным подвешиванием подвижного состава, так как транспортный модуль движется над землей по ажурной путевой структуре.

СТЮ представляет собой специальный автомобиль на стальных колесах, размещенный на двух рельсах-струнах, установленных на опорах. Струнная транспортная система станет самой дешевой, долговечной, экономичной и безопасной системой для перевозок пассажиров и грузов в городе (рис. 1 и 2), между городами (рис. 3), странами и континентами (рис. 4), а также для специализированной перевозки сыпучих (рис. 5), жидких (рис. 6), штучных (рис. 7) и контейнерных грузов. Преимущества СТЮ перед другими видами транспорта обусловлены комплексом его конструктивных особенностей:



Рис. 1. Двухпутная трасса СТЮ на общих опорах
скорость до 100 км/час



Рис. 2. Двухпутная трасса СТЮ на раздельных опорах
скорость до 150 км/час



Рис. 3. Высокоскоростная трасса СТЮ,
скорость до 350 км/час



Рис. 4. Сверхскоростная трасса СТЮ,
скорость до 500 км/час



Рис. 5. Специализированная трасса СТЮ для перевозки сыпучих грузов, скорость до 120 км/час



Рис. 6. Специализированная трасса СТЮ для перевозки нефти и нефтепродуктов, скорость до 120 км/час



Рис. 7. Специализированная трасса СТЮ для перевозки леса, скорость до 120 км/час

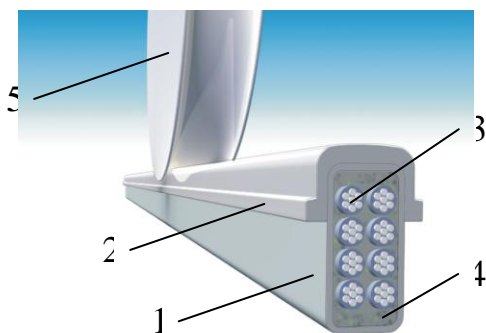


Рис. 8. Вариант конструкции рельса-струны:

1 — корпус рельса; 2 — головка рельса;
3 — стальной канат в защитной оболочке;
4 — затвердевший наполнитель;
5 — стальное двухребордное колесо транспортного модуля.

Рельс-струна – это обычная неразрезная (по длине) стальная, железобетонная или сталежелезобетонная балка, оснащенная головкой рельса и дополнительно усиленно армированная предварительно напряженными (растянутыми) струнами (рис. 8). Максимальное натяжение струн на один рельс (в зависимости от длины пролета и массы подвижного состава) – 200...500 тонн (при температуре +20 °С). Сочетает в себе свойства гибкой нити (на большом пролете между опорами) и жесткой балки (на малом пролете – под колесом транспортного модуля и над опорой), поэтому при воздействии сосредоточенной нагрузки от колеса радиус кривизны (изгиба) рельса-струны составляет 400...600 м и более. Благодаря этому качение колеса модуля будет плавным, безударным, как в середине пролета, так и над опорой.

Рельс-струна характеризуется высокой прочностью, жесткостью, ровностью, технологичностью изготовления и монтажа, низкой материалоемкостью (сталь: 25...50 кг/м, бетон: 0,005...0,015 куб. м/м), широким диапазоном рабочих температур (+70... -70 °С). Представляет собой идеально ровный путь для движения колеса, так как по всей своей длине не имеет технологических и температурных швов (головка рельса сварена в одну плеть). Несущая часть рельса-струны спроектирована как балка моста или путепровода (по тем же нормативам) и имеет относительную жесткость 1/600...1/2000 под воздействием расчетной подвижной нагрузки (автодорожные и железнодорожные мосты и путепроводы, в том числе для высокоскоростных дорог, проектируют с относительной жесткостью 1/400...1/800). Стоимость смонтированного рельса-струны – от 50 тыс. USD/км, что, например, ниже стоимости смонтированного тяжелого железнодорожного рельса.

Струна – пучок стальных высокопрочных проволок диаметром 3...6 мм каждая (невитой канат) или несколько арматурных семипроволочных витых канатов К-7 диаметром 9...16 мм отечественного или зарубежного производства. В зависимости от условий монтажа и эксплуатации могут использоваться обычные канаты (например, для каната диаметром 15,2 мм разрывное усилие – 24...26 тонн, допустимое нормативное усилие в путевой структуре – 14 тонн), канаты с защитным покрытием или в полиэтиленовой оболочке, в том числе в защитной смазке (например, для каната диаметром 15,2 мм в полиэтиленовой оболочке разрывное усилие – 26...28 тонн, допустимое усилие – 20 тонн). Стоимость каната 600...1500 USD/т.

Путевая структура представляет собой два рельса-струны, образующие колею шириной 2000 мм. Имеет стрелочные переводы, подобные железнодорожным. Может быть установлена на опорах, на грунте (на специальной шпальной решетке с шагом шпал 5...10 м), или в грунте на песчаной, щебеночной или бетонной продольной (шириной 0,2...0,5 м) подушке. Конструкция может быть выполнена сборно-разборной. Колея в СТЮ шире железнодорожной почти в 1,4 раза, а центр масс подвижного состава расположен ниже в 1,5...2 раза, поэтому движение по такой путевой структуре будет в 2...3 раза более устойчиво.

Опоры – подразделяются на анкерные, воспринимающие горизонтальную нагрузку от струн (устанавливаются через 1...5 км) и поддерживающие, воспринимающие вертикальную нагрузку (устанавливаются через 20...50 м и более). Для трасс СТЮ могут быть использованы либо типовые опоры высотой от 0,5 до 20 м и более, выполненные из железобетона (сборного или монолитного), или из стальных сварных конструкций, либо – дополнительно спроектированные опоры по специальным требованиям заказчика. Фундаменты опор, в зависимости от грунтов на трассе, могут быть свайными (забивные, винтовые, буронабивные или буроналивные сваи), либо плитными – монолитными или сборными. Опоры могут быть установлены на любых грунтах, имеющихся в России – от болот до вечной мерзлоты. Опоры и неразрезной рельс-струна образуют жесткую рамную конструкцию, поэтому несущая способность опор увеличена, например, в сравнении с монорельсовой дорогой в 8 раз (стоимость опор, соответственно, снижена). Стоимость промежуточной опоры – от 200 USD, анкерной – от 10 тыс. USD. Если опоры СТЮ заменить насыпью такой же высоты, то насыпь будет дороже опор.

Колесо – выполнено из высокопрочной стали (рис. 8). Имеет независимую "автомобильную" подвеску и две реборды высотой 40 мм каждая (против колесной пары и одной реборды высотой 30 мм на каждом колесе в железнодорожном транспорте). Между ободом и ступицей имеет демпфирующую и звукопоглощающую резиновую прокладку. Коэффициент сопротивления качению – 0,0005 (ниже, чем у железнодорожного колеса, имеющего коническую поверхность опирания, в 1,5...2 раза). Пробег – до 1 млн. км. Стальное колесо для СТЮ дешевле резинового и в 5...10 раз долговечнее.

Транспортный модуль (юнибус) представляет собой разновидность автомобиля, установленного на стальных двухребордных колесах. Как и автомобиль, может иметь привод от дизельного, бензинового двигателя, турбины, либо может иметь комбинированный привод (например, "дизель – генератор – накопитель энергии – электродвигатель"). При необходимости двигатель может работать на экологически чистом источнике энергии: природном газе, метане, водороде, спирте, сжатом воздухе, маховичном накопителе энергии, солнечной, ветровой и др. энергии. Кроме того, СТЮ может быть электрифицирован с использованием внешнего источника электрической энергии (по типу троллейбуса, трамвая или метро), либо может быть использован автономный источник энергии – установленные на борту юнибуса аккумуляторы, накопители энергии конденсаторного типа, топливные батареи и др.

Высокоскоростной юнибус (рис. 9) имеет уникальную форму, обладающую самым низким коэффициентом аэродинамического сопротивления среди всех известных транспортных средств ($C_x=0,07...0,1$, что лучше, чем у современного спортивного автомобиля в 3...4 раза; эти результаты получены путем многократных продувок в аэродинамической трубе института им. академика А.Н. Крылова в С. – Петербурге). Юнибус – самое экономичное транспортное средство из всех известных. Сверхэкономичность особенно проявляется при невысоких, например, традиционных для автомобильного транспорта скоростях движения – 100 км/час. Например, при установленном движении на горизонтальном участке пути 50-местному юнибусу весом 10 тонн необходима мощность двигателя в 9 кВт (из них – 6,6 кВт на аэродинамическое сопротивление, 1,5 кВт – на сопротивление качению стального двухребордного колеса по стальному рельсу, 0,9 кВт – потери в трансмиссии).

а)



б)

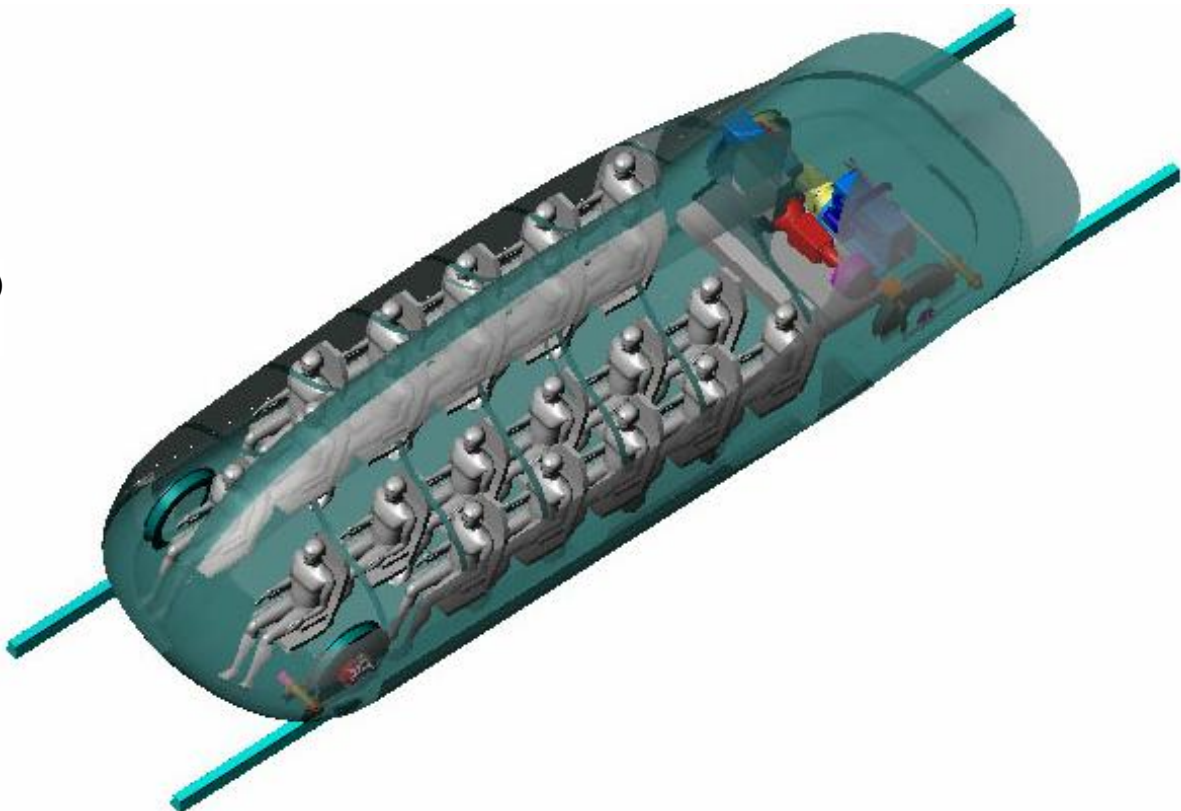


Рис. 9. Высокоскоростной юнибус Ю-373: а) внешний вид; б) салон.

- вместимость – 22 человека;
- расчётная скорость движения – 300 км/час;
- конструкционная (предельная) скорость – 400 км/час;
- привод – двигатель внутреннего сгорания (дизель) мощностью 160 кВт;
- расход топлива (дизельное топливо) при крейсерской скорости (300 км/час) – 11 л/100 км.

При этом расход топлива на 100 км пути составит 2 литра (или 0,04 л/100 пасс.·км, или 0,4 л/1000 пасс.·км (лучшие легковые автомобили расходуют в 20...30 раз больше горючего – 1...1,5 л /100 пасс.·км)). Стоимость юнибуса при серийном производстве – от 20 тыс. USD (для маломестного модуля, на 5...7 пассажиров, и скорости движения до 200 км/час).

Пассажирские рельсовые автомобили могут быть индивидуальными (в частном пользовании), многоместными на 10...60 пассажиров, а также специальными, несколько мест, разного уровня комфортности: от уровня общественного городского транспорта до уровня спального вагона железной дороги или каюты яхты.

При необходимости на путевую структуру СТЮ по требованию заказчика может быть установлен практически любой известный легковой или грузовой автомобиль, микроавтобус или автобус, в конструкцию которых внесены необходимые изменения.

В 2004 г. завершены работы по проектированию высокоскоростного юнибуса Ю-373 (рис. 9), который является базовым для создания серии пассажирских (емкостью от 5 до 50 пассажиров и расчетной скоростью движения до 400 км/час), грузопассажирских и грузовых (грузоподъемностью от 1 до 10 тонн) модулей, а также локомотивов (для перемещения грузовых составов массой от 50 до 500 тонн со скоростью до 120 км/час).

Инфраструктура. Включает вокзалы (рис. 10), станции (рис. 11), погрузочные и разгрузочные терминалы, депо, гаражи, заправочные станции, стрелочные переводы. Благодаря подъему путевой структуры на второй уровень расширяются возможности по устройству станций и терминалов. Благодаря более благоприятным режимам эксплуатации рельсового автомобиля, уменьшается потребность в гаражах и заправочных станциях в сравнении с традиционным автотранспортом. Компактность юнибуса позволяет уменьшить размер и, соответственно, стоимость вокзалов, станций и длину перрона в 5...10 раз в сравнении с железнодорожными.

Проектные решения. Путевая структура и опоры СТЮ спроектированы как транспортная эстакада в соответствии с требованиями СНиП 2.05.03-84* "Мосты и трубы", поэтому не требуют сертификации. Для каждой спроектированной трассы СТЮ, как и для любого транспортного сооружения, необходима лишь экспертиза в соответствующих государственных структурах и испытания при вводе в эксплуатацию.

Основные характеристики СТЮ

Таблица 1

Характеристика	Ед. изм.	Количество
1. Пропускная способность:		
- однопутная трасса:		
• пассажирская	млн. пасс./год	до 5
• грузовая	млн. т/год	до 5
- двухпутная трасса:		
• пассажирская	млн. пасс./год	до 100

• грузовая	млн. т/год	до 50
2. Скорость движения:		
- низкоскоростные трассы	км/час	до 100
- среднескоростные трассы	км/час	до 180
- высокоскоростные трассы	км/час	до 350
- сверхскоростные трассы	км/час	до 500
3. Минимальный радиус кривых	м	20
4. Расход топлива (при уклоне затяжных подъемов до 20 ‰ и скорости 100 км/час):		
- пассажирские перевозки	л/100 пасс.·км	0,1...0,2
- грузовые перевозки	л/100 т·км	0,2...0,3
5. Себестоимость перевозок:		
- пассажирские перевозки	USD/100 пасс.·км	0,6...0,9
- грузовые перевозки	USD/100 т·км	0,6...1,0
6. Стоимость строительства двухпутной высокоскоростной трассы (без инфраструктуры)*:		
- на равнине	млн. USD/км	0,8...1,1
- на слабопересеченной местности	млн. USD/км	1,0...1,3
- на сильнопересеченной местности	млн. USD/км	1,3...1,6
- в горах	млн. USD/км	1,5...2,0

- Для сравнения: стоимость высокоскоростной железной дороги – 10...20 млн. USD/км, моно-рельсовой дороги – 5...15 млн. USD/км, поезда на магнитном подвесе – 20...50 млн. USD/км, метро – 50...100 млн. USD/км, обычной железной дороги – 1...2 млн. USD/км, современной многополосной автомагистрали (автобана) – 5...10 млн. USD/км, канатной дороги – 0,5...1,5 млн. USD/км.

При малых объемах перевозок (до 200 тыс. пасс./год и 200 тыс. т/год) могут быть использованы облегченный подвижной состав (с нагрузкой на колесо до 1 т) и облегченная путевая структура, что снизит стоимость СТЮ в 1,5...2,5 раза.

Эксплуатация СТЮ. Благодаря более низким контактным напряжениям в паре "колесо – рельс" (50...60 кгс/мм² против 100...120 кгс/мм² на железной дороге), износ головки рельса будет менее интенсивным, чем на железнодорожном транспорте (износ 1 мм по высоте рельса после пропуски 100 млн. т поездной нагрузки). Толщину головки рельса закладывают на весь срок службы СТЮ (50...100 лет) – например, для обеспечения объема перевозок 1 млрд. пассажиров достаточно толщины головки в 20...25 мм.

Трассы являются всепогодными. Не требуют в зимнее время очистки от снега и льда, если высота опор превышает высоту снежного покрова.

Расход топлива в сравнении с автомобильными перевозками снижен в 5...10 раз, себестоимость перевозок – в 3...5 раз.

Эксплуатационные издержки по трассе сводятся лишь к периодической защите металлоконструкций от коррозии (раз в 10...20 лет). При изготовлении корпуса рельса-струны из нержавеющей стали, а опор – из железобетона, эксплуатационные издержки по дороге будут заключаться в сезонном осмотре конструкции (для выявления строительных дефектов).



Рис. 10. Двухуровневый вокзал на пересечении двухпутных трасс СТЮ



Рис. 11. Станция, совмещенная с поворотом трассы и анкерной опорой СТЮ



Рис. 12. Испытательный полигон СТЮ в г. Озеры
Московской области

Апробация. Технология строительства путевой структуры и опор, а также основные узлы и элементы СТЮ в 2001...2004 г.г. прошли успешную апробацию на испытательном полигоне в г. Озеры Московской области (рис. 12). Основные характеристики полигона: натяжение струн – 450 тс (при +20 °С), высота опор – до 15 м, максимальный пролет – 48 м, масса подвижной нагрузки – до 12 т, относительная жесткость максимального пролета под нагрузкой – 1/1500, материалоемкость путевой структуры – 120 кг/м, уклон трассы – 100 ‰. В зимнее время модифицированный автомобиль ЗИЛ-131, установленный на стальные колеса диаметром 700 мм, отвечающие стандартам СТЮ, уверенно идет на подъем при толщине льда 50 мм (лед намораживали специально, т.к. он не удерживается на рельсе и после первого же прохода колеса разрушается и сбрасывается им с рельса). На полигоне испытывались:

- различные струны (витые канаты диаметром 27 мм из проволоки диаметром 3 мм и диаметром 15,2 мм из проволоки диаметром 5 мм);
- анкеровка струн (клиновые зажимы, которые обеспечили надежное крепление канатов – при лабораторных испытаниях канаты обрывались при усилии 24...28 тонн в произвольном месте, а не в зажиме);
- релаксация предварительно напряженных струн (релаксация каната К-7 диаметром 15,2 мм, расчетные напряжения в котором составляют 10400 кгс/см², в течение 3-х лет не зафиксирована);
- промежуточные опоры (высотой 2 м, 5 м и 8 м), анкерные опоры (высотой 1 м и 15 м), а также свайные, буро-инъекционные и плитные фундаменты этих опор;
- специальный высокопрочный бетон для рельса-струны (модифицированный пластификатором и ингибитором коррозии);
- двухребордное стальное колесо, задемпфированное резиновой прослойкой между ободом и ступицей (показало надежность и устойчивость движения – за 3 года эксплуатации не произошло ни одного касания ребордой головки рельса, так как штатный режим движения обеспечивает тороидальная опорная поверхность колеса);
- сцепление колеса с рельсом (минимальный коэффициент трения в паре "колесо – рельс" во время дождя и оледенения – 0,15...0,2, что позволяет проектировать высокоскоростные трассы СТЮ с затяжными уклонами до 150...200‰);
- система блокировки передних колес и рулевых тяг автомобиля от поворота;
- правильность расчетов прочности и жесткости опор, путевой структуры и струн под воздействием динамических нагрузок от подвижного состава, сезонного изменения температур, ветра, оледенения и др.

Основные конструктивные и технологические решения в СТЮ защищены 36-ю патентами на изобретения, полученными в России и за рубежом.

2. Схема прохождения трассы СТЮ «Москва – С.-Петербург»

Схема прохождения трассы СТЮ «Москва – С.-Петербург» показана на рис. 13.

Путевые структуры двухпутной трассы предлагается разместить на отдельных опорах высотой 5...6 м и более, что позволяет трассировать каждый путь независимо и на расстоянии друг от друга 5...10 м и более.

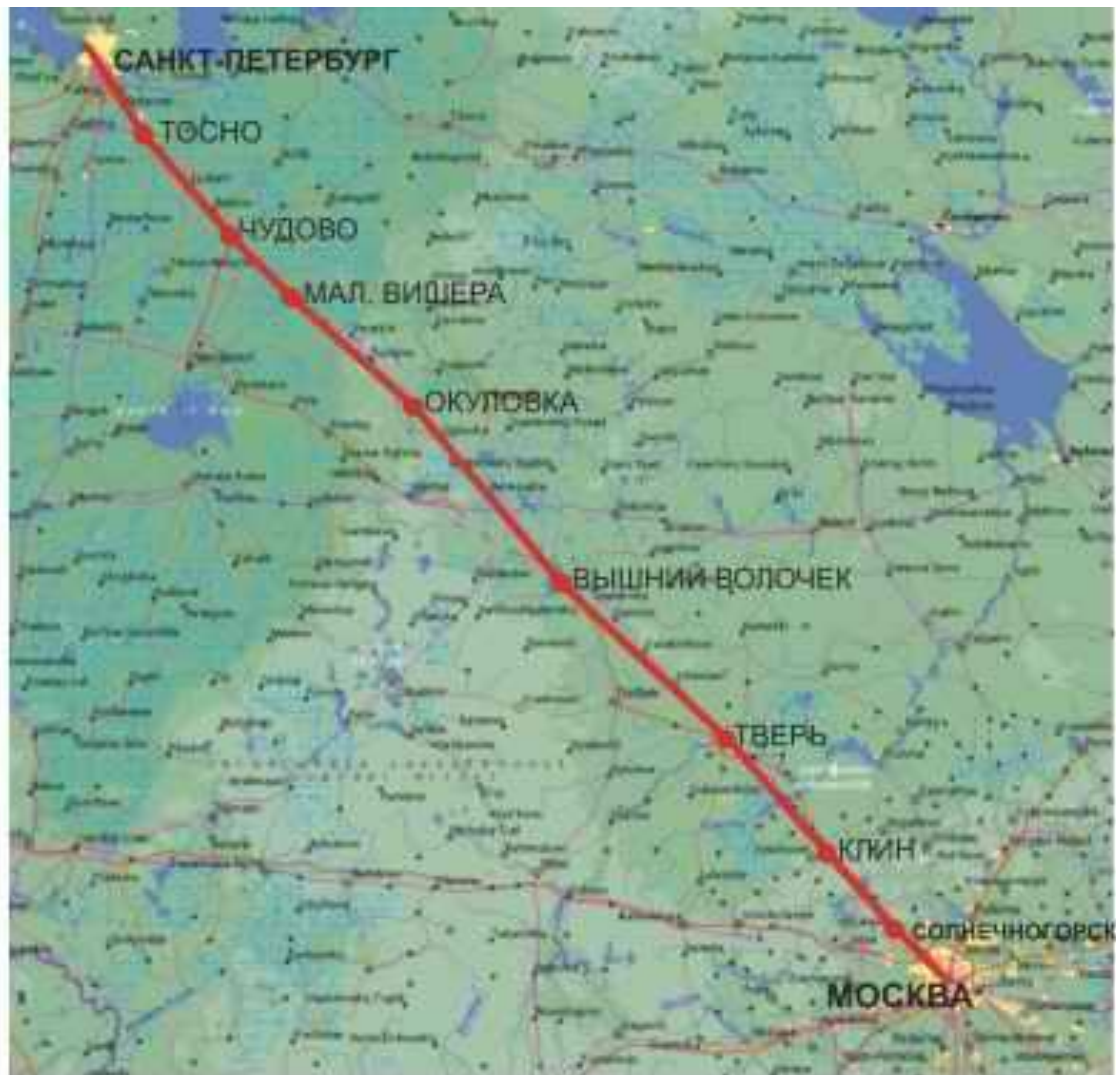


Рис. 13. Вариант прохождения высокоскоростной трассы СТЮ
“Москва - С.-Петербург”

Это повысит комфортность движения (за окном юнибуса не будут мелькать встречные модули), а также безопасность транспортной системы (например, повышается устойчивость к террористическим актам, т.к. стоящие на расстоянии друг от друга и на раздельных опорах транспортные линии сложнее вывести из строя одновременно).

Оптимальная длина пролётов – 20...40 м, на сложных участках – пересечение рек, железных и автомобильных дорог, прохождение по застроенной территории и др. – длина пролета может быть увеличена до 100...500 м.

3. Технико-экономические характеристики двухпутной высокоскоростной трассы СТЮ "Москва – С.-Петербург"

Назначение – грузопассажирская трасса.

Протяжённость трассы – 665 км.

Стоимость с инфраструктурой и подвижным составом – 875 млн. USD (см. табл. 3).

Расчётная скорость движения транспортных модулей – 300 км/час.

Время в пути из Москвы в С. - Петербург – 2 часа 20 минут. (см. табл. 4).

Средняя высота опор – 6 м.

Средняя длина пролёта – 30 м (на сложных участках – до 100...500 м)

Предельная (перспективная) пропускная способность двухпутной трассы:

- пассажиров – 100 млн. пасс./год;
- грузов – 10 млн. тонн/год.

Ожидаемый пассажирооборот (плечо 665 км) – 15 млн. пасс./год.

Ожидаемый грузооборот (плечо 665 км) – 1,5 млн. т/год.

3.1. Расход материалов и стоимость одного километра трассы СТЮ

Расход материалов и ориентировочная стоимость 1 км усредненной серийной двухпутной высокоскоростной трассы СТЮ, проложенной по трассе «Москва – С. – Петербург», представлены в таблице 2. Параметры трассы: средняя высота опор 6 м; среднее расстояние между промежуточными опорами 30 м, анкерными — 2 км; ширина колеи 2 м; натяжение одной колеи 600 тс (одного рельса-струны — 300 тс); расчётная скорость движения — 300 км/час.

Расход материалов и ориентировочная стоимость строительства усредненной серийной двухпутной высокоскоростной трассы СТЮ протяженностью 1 км (без инфраструктуры, в ценах по состоянию на 01.01.2004 г.)

Таблица 2

Конструктивный элемент	Материал	Расход на 1 км трассы		Стоимость, с учётом строительно-монтажных работ, тыс. USD
		масса, т	объём, м ³	
1. Путевая структура, всего				630
в том числе:				
1.1. Головка рельса	Сталь	52	—	130
1.2. Корпус рельса	Сталь	71	—	180
1.3. Струна	Стальная проволока	87	—	260
1.4. Заполнитель	Композит	—	64	35
1.5. Прочее		—	—	25
2. Промежуточные опоры, всего		—	—	120
в том числе:				
2.1. Столбы	Железобетон	—	95	40
2.2. Перемычки, раскосы	Железобетон	—	30	15
2.3. Верхнее строение опор	Сталь	8	—	25
2.4. Фундамент	Железобетон	—	58	30
2.5. Прочее		—	—	10
3. Анкерные опоры, всего		—	—	110
в том числе:				
3.1. Тело опоры	Железобетон	—	60	25
3.2. Фундамент	Железобетон	—	120	50
3.3. Металлоконструкции	Сталь	3	—	10
3.4. Анкерное крепление	Сталь	2	—	10
3.5. Прочее		—	—	15
4. Земляные работы		—	—	20
5. Проектно – изыскательские работы		—	—	60
6. Системы контроля, управления, прочие расходы		—	—	50
Всего				990

3.2. Стоимость высокоскоростной трассы СТЮ "Москва – С.-Петербург"

Таблица 3

Наименование элементов трассы	Кол-во (объём работ)	Стоимость ед. работ, тыс. USD	Общая стоимость, млн. USD
1. Транспортная линия, всего, в том числе:	665 км	-	619
1.1. Путевая структура	665 км	630	419
1.2. Фундаменты и опоры	665 км	230	153
1.3. Системы контроля, управления, прочие расходы	665 км	70	47
2. Стоимость инфраструктуры, всего, в том числе:	-	-	48
2.1. Вокзалы	3 шт.	5.000	15
2.2. Станции	20 шт.	500	10
2.3. Грузовые терминалы	3 шт.	3.000	9
2.4. Депо и ремонтные мастерские	3 шт.	3.000	9
2.5. Прочее	-	-	5
3. Подвижной состав, всего, в том числе:	-	-	39
3.1. Пассажирские модули	230 шт.	90	21
3.2. Грузовые модули	205 шт.	60	12
3.3. Модули аварийного резерва	20 шт.	90	2
3.4. Модули технического контроля за состоянием трассы и для её аварийного обслуживания	10 шт.	100	1
3.5. Прочее	-	-	3
4. Удорожание трассы на сложных участках (прохождение по городу, пересечение рек, дорог и др.)	50 км	600	30
5. Инженерно-изыскательские и проектные работы по трассе	665 км	60	40
6. Проектно-конструкторские работы по путевой структуре, опорам, подвижному составу, инфраструктуре и системам управления	-	-	20
7. Прочие и непредвиденные расходы	-	-	79
Итого:	-	-	875

3.3. Ожидаемый пассажиропоток

Ожидается в среднем 1 поездка в два года (туда и обратно) для каждого жителя Москвы и С.-Петербурга, а также – жителей, проживающих в настоящее время по трассе в городах, поселках, деревнях, дачных поселках, итого 15 млн. пассажиров в год (2 поездки/2 года × 15 млн. чел.). С течением времени пассажиропоток будет возрастать, так как станут популярными краткосрочные поездки: по туристическим местам, в театры, на ярмарки, выставки, в гости к друзьям, знакомым, родственникам, командировки, деловые поездки и т.п., которые сегодня просто невозможны.

Например, по высокоскоростной трассе СТЮ станет возможным отправиться в путь из Москвы в С. – Петербург рано утром и вернуться обратно к обеду.

3.4. Ожидаемый грузопоток

Примерно 0,1 тонны грузов в год на каждого жителя, тяготеющего к трассе, итого 1,5 млн. тонн грузов в год.

3.5. Организация движения

При относительно небольшом объёме перевозок, как на трассе «Москва– С. Петербург» (15 млн. пасс./год, или 41,1 тыс. пасс./сутки, или в среднем 1710 пасс./час), экономически целесообразно использовать пассажирские и грузовые модули средней вместимости и средней массы, около 6 тонн в гружёном состоянии. Это позволит снизить нормативное натяжение струн в путевой структуре и, соответственно, уменьшить стоимость трассы СТЮ. При этом пропускная способность транспортной магистрали не будет снижена, более того, она имеет возможность роста, до 100 млн. пасс./год, путем увеличения частоты следования юнибусов.

Транспортный модуль (пассажирский и грузовой) в качестве привода имеет дизель (малозумный, экономичный, по чистоте выхлопа отвечает требованиям норм Евро-4) и автоматическую коробку передач. Модуль управляется водителем. Введение полностью автоматической системы управления каждым модулем в отдельности и транспортным потоком в целом на данном этапе нецелесообразно. Автоматизация управления приведёт к резкому удорожанию подвижного состава и транспортной линии, но не приведёт к уменьшению количества обслуживающего персонала и, соответственно, экономии заработной платы. Это обусловлено тем, что, как и на борту авиалайнера, в юнибусе должен присутствовать хотя бы один профессионально подготовленный сотрудник эксплуатирующей подвижной состав компании (в первом случае – водитель, дополнительно выполняющий функции стюарда, гида и т.д., во втором – стюард, при необходимости выполняющий функции водителя, например, при выходе автоматической системы управления из строя).

СТЮ даст человечеству возможность наряду с комфортным решением основной функциональной задачи – быстрой доставкой пассажира в пункт назначения – решать эстетические функции. Большая площадь остекления, комфортные сидения, мягкий бархатный путь превратят обычную дорогу в наслаждение окружающей природой с высоты птичьего полета. Каждый юнибус будет снабжен системой климата – контроля, причем исходный воздух будет чист, т.к. будет забираться на высоте около 10 м; в нем будут отсутствовать, в отличие от автомобильных дорог, запах горюче – смазочных материалов и нагретого на солнце асфальта, выхлоп продуктов горения потока автомобилей и т.п.

Пассажиру будет предоставлен широкий набор дополнительных услуг: многоканальное музыкальное и телевизионное вещание, междугородная телефонная связь, специальные услуги для бизнесменов, пассажиров с детьми и инвалидов. Экипажи СТЮ, по габаритам близкие к микроавтобусу, герметичны, будут оснащены системой вакуумных или химических туалетов, исключаящих сброс на пути отходов.

По желанию пассажиров, экипаж может остановиться на любой из промежуточных станций, т.е. через каждые 5...10 мин., или, при крайней необходимости, на любой из анкерных опор, т.е. через каждые 2...3 км (через каждые 25...35 сек).

3.6. Потребность в высокоскоростных транспортных модулях

1. Высокоскоростные пассажирские Ю – 373П (вместимость 22 пассажира).
При трехменной работе один модуль сделает 10 рейсов в сутки на плече 665 км. При коэффициенте загрузки, равном 0,9, и коэффициенте использования, равном 0,9, один модуль перевезёт в сутки 178 пассажиров, а в год – 65.000 пассажиров. Для перевозки 15 млн. пассажиров в год необходимо 230 модулей.
2. Высокоскоростные грузовые Ю – 373Г (грузоподъёмность 3 тонны).
Один модуль может сделать 8 рейсов в сутки. При коэффициенте загрузки 0,9, коэффициенте использования 0,9, один модуль перевезёт в сутки около 20 тонн грузов, а в год – 7.300 тонн. Для перевозки 1,5 млн. тонн грузов в год необходимо 205 грузовых модулей.

3.7. Время в пути и движение по трассе

Время, затрачиваемое пассажиром на дорогу, из центра Москвы в центр С.-Петербурга составит, 2 часа 20 минут (см. табл. 4).

Таблица 4

№ п/п	Наименование транспортного процесса	Время, мин.
1	Ожидание посадки	1
2	Посадка пассажиров	1,5
3	Ожидание поездки	0,5
4	Разгон до скорости 300 км/час	2,0
5	Движение по трассе	2 час. 10 мин.
6	Торможение транспортного модуля	1,5
7	Въезд в вокзал	0,5
8	Высадка пассажиров	1,5
9	Непредвиденные затраты времени	1,5
	Всего:	2 час. 20 мин.

При указанных выше коэффициентах использования и загрузки подвижного состава, на трассе одновременно будет находиться 230 пассажирских модулей. При длине путевой структуры, равной $2 \times 665 \text{ км} = 1330 \text{ км}$, среднее расстояние между соседними пассажирскими модулями на трассе при расчётной скорости движения 300 км/час составит 5,8 км. Временной интервал движения этих модулей – 64 с.

Движение юнилётов может быть как одиночным, так и в группе, например из 5 модулей, с интервалом движения 6 с (или на расстоянии 500 м друг от друга на трассе). В последнем случае въезжать в станцию и выезжать из неё они будут с интервалом 6 с, а перрон должен иметь длину около 60 м, обеспечивающую одновременное нахождение на станции 6 модулей. Интервал движения таких струнных по-

ездов, в которых отдельные модули связаны друг с другом не механически, а с помощью «электронной сцепки», составит 6,4 мин.

Исходя из оптимальных условий динамического нагружения путевой структуры, движущиеся с высокой скоростью юнилёты должны находиться друг относительно друга не ближе, чем через один пролёт. При длине пролёта 30 м это расстояние составит 60 м, тогда предельная (конструкционная) пропускная способность трассы «Москва – С.-Петербург» при 22-х местных юнилётах будет равна:

$$N_{\text{пред.}} = 15.000.000 \text{ пасс./год} \times (5800 \text{ м}/60 \text{ м}) = 1.450.000.000 \text{ пасс./год}$$

При совмещении пассажирских и грузовых перевозок предельная пропускная способность двухпутной трассы, обусловленная безопасностью высокоскоростного движения (оптимальное расстояние между модулями на одной линии 500 м), составит около 100 млн. пасс./год и 10 млн. тонн/год.

3.8. Эксплуатационные издержки

Высокоскоростной юнибус Ю – 373, который планируется использовать на трассе «Москва – С.-Петербург», имеет коэффициент аэродинамического сопротивления $C_x = 0,08$ и мидель (площадь поперечного сечения) $4,8 \text{ м}^2$. При скорости 300 км/час мощность аэродинамического сопротивления у него составит 139 кВт (если бы у юнибуса были не свои оригинальные обводы, а форма, например, спортивного автомобиля «Порше» с $C_x = 0,34$, то мощность аэродинамического сопротивления составила бы 591 кВт). На Ю – 373 установлен двигатель мощностью 160 кВт, поэтому при скорости 300 км/час 139 кВт уйдет на аэродинамику, 5 кВт – на сопротивление качению стального колеса, 16 кВт составят потери в трансмиссии и затраты на электрообеспечение модуля (освещение, кондиционирование и др.). Расход топлива при этом составит 11 л/100 км (или 0,5 л/100 пасс.·км). За одну поездку модуль расходует 73 л горючего, поэтому топливного бака емкостью 250 л хватит на смену работы.

Необходимо отметить, что мощность аэродинамического сопротивления растет пропорционально кубу скорости, поэтому, например, чтобы двигаться со скоростью 100 км/час Ю – 373 необходим двигатель мощностью всего 7 кВт (5 кВт – аэродинамика, 1,3 кВт – колесо, 0,7 кВт – трансмиссия). Расход топлива при этом составил бы 1,4 л/100 км (0,056 л/100 пасс.·км), а на всю поездку из Москвы в С.-Петербург модулю понадобилось бы 9,3 литра топлива. Поэтому увеличение расхода топлива с 1,4 л до 11 л на 100 км пути – плата за увеличение скорости в 3 раза (со 100 км/час до 300 км/час).

Эксплуатационные издержки у СТЮ значительно ниже, чем на автомобильных и железных дорогах. Например, нет необходимости чистить зимой дорогу от снега и льда, подбивать шпалы, устранять промоины на насыпях, заделывать трещины и выбоины в дорожном полотне и др. Эксплуатационные расходы сведутся в основном к оплате затрат на горюче – смазочные материалы и заработную плату водителей (около 1500 человек) и обслуживающего персонала (около 900 человек).

По расходу энергии на высокоскоростное движение СТЮ экономичнее высокоскоростной железной дороги примерно в 2...3 раза, т.к. мощность привода Ю – 373 при скорости 300 км/час составит 7,2 кВт на пассажира, а у высокоскоростного поезда – 15...20 кВт/пасс. (у поезда на магнитном подвесе энергетические характеристики еще хуже). По расходу первичной энергии (топлива) СТЮ экономичнее скоростной железной дороги в 4...6 раз, поезда на магнитном подвесе – в 8...10 раз, так как до двигателя электропоезда доходит только половина энергии, выработанной на электростанции (половина теряется в процессе передачи энергии), а до линейного электродвигателя и электромагнитного подвеса – только одна треть.

3.9. Годовой доход, срок окупаемости и рентабельность эксплуатации трассы

При цене пассажирского билета «Москва – С.-Петербург» 10 USD (ориентировочная себестоимость проезда составит 4,3 USD/пасс., или 0,0065 USD/пасс.·км) и тарифе на транспортировку одной тонны груза 15 USD (ориентировочная себестоимость транспортировки составит 9,3 USD/т или 0,014 USD/т·км) годовой доход от эксплуатации трассы составит:

$$D = 15.000.000 \text{ пасс.} \times (10 - 4,3) \text{ USD/пасс.} + 1.500.000 \text{ т} \times (15 - 9,3) \text{ USD/т} = 94.050.000 \text{ USD}$$

При таком годовом доходе трасса окупится в течение примерно 9 лет. При цене пассажирского билета 15 USD трасса окупится примерно за 5 лет, а при цене 20 USD – за 3,5 года.

Ориентировочная структура затрат в себестоимости пассажирских перевозок (на плече 665 км) составит: стоимость горюче – смазочных материалов – 1,5 USD/пасс., заработная плата водителей и обслуживающего персонала (при средней зарплате 6000 USD в год) – 1,0 USD/пасс., амортизационные отчисления на трассу, инфраструктуру, подвижной состав – 0,8 USD/пасс., ремонт и обслуживание – 0,5 USD/пасс., прочее – 0,5 USD/пасс., всего себестоимость перевозок – 4,3 USD/пасс.

Удельные капитальные вложения на 1 км двухпутной высокоскоростной трассы (с учётом инфраструктуры, пассажирского и грузового подвижного состава) – 1,32 млн. USD/км.

Общая рентабельность эксплуатации трассы, в зависимости от величины налогов, составит около 200%, в том числе:

- а) рентабельность грузовых перевозок – примерно 50%;
- б) рентабельность пассажирских перевозок – примерно 250%.

Зависимость себестоимости перевозок по трассе СТЮ "Москва - С.-Петербург" (665 км) от величины пассажиро- и грузопотоков



Рис. 14

Изменение рентабельности эксплуатации трассы СТЮ "Москва - С.-Петербург" (665 км) от величины пассажиро- и грузопотоков

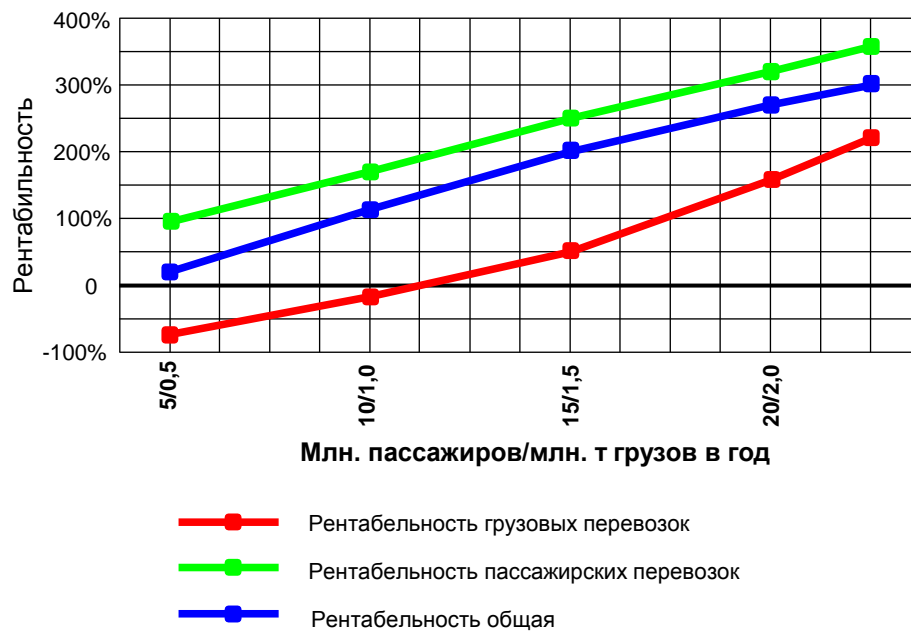


Рис. 15

Зависимость срока окупаемости капиталовложений в строительство трассы СТЮ "Москва - С.-Петербург" (665 км) от величины пассажиро- и грузопотоков

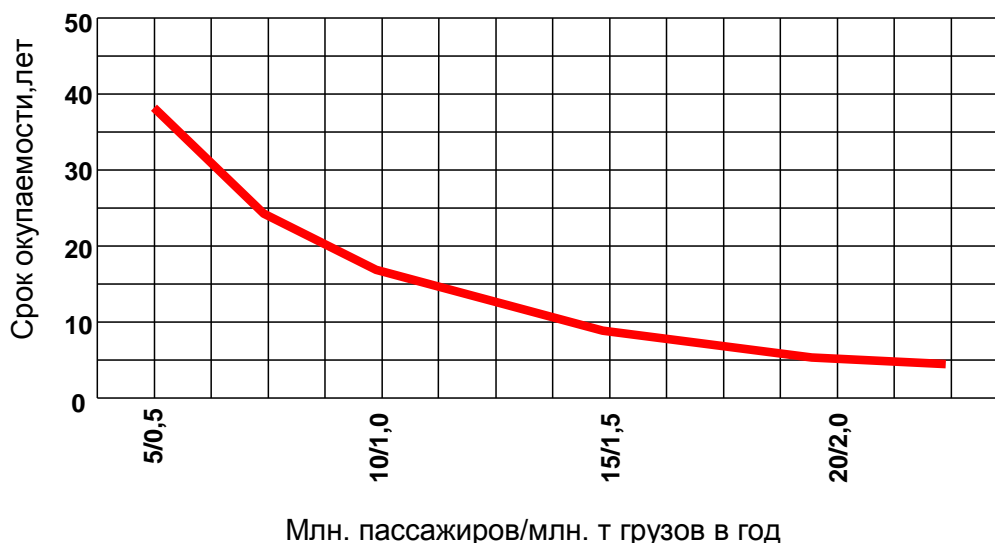


Рис. 16

3.10. Сравнительные технико-экономические показатели трассы в зависимости от величины грузо- и пассажиропотоков

На рис. 14...16 приведены зависимости различных технико-экономических показателей от величины грузо- и пассажиропотоков.

Из рис. 15 видно, что даже если пассажиропоток упадёт до 5,0 млн. пасс./год, а грузопоток – до 0,5 млн. т/год, то общая рентабельность эксплуатации трассы останется положительной за счёт высокой рентабельности пассажирских перевозок.

4. Реализация проекта

Первый типовой модульный участок трассы протяженностью 6 км (см. прилагаемый календарный план выполнения работ по созданию модульного участка трассы СТЮ) может быть построен в Московской или Ленинградской областях в течение 24—30 месяцев с начала финансирования работ при условии полной поддержки проекта Правительственными структурами Российской Федерации и области, в части решения полного объёма финансирования проекта, отвода земель и проведения необходимых согласований проекта, а также проведения сертификации СТЮ и экспертизы проекта на национальном и международном уровне. Длина участка 6 км – минимальная протяженность высокоскоростной трассы, на которой можно достичь скорости 300 км/час, с учетом разгона и торможения транспортного модуля. Этот участок может быть построен в произвольном месте будущей трассы «Москва – С.-Петербург», а после испытаний и сертификации – введен в составе трассы в эксплуатацию.

Одновременно со сдачей в эксплуатацию первого модульного участка будут представлены материалы проектирования последующих участков трассы СТЮ, составленных из таких модульных участков.

Ожидаемая скорость строительства составляет 50—80 км/год для одного строительного отряда. Строительство высокоскоростной трассы «Москва – С.-Петербург» может осуществляться несколькими отрядами одновременно.

При стабильном финансировании и своевременном отводе земельных участков сооружение всей трассы с инфраструктурой и подвижным составом может быть завершено в течение 4—5 лет с момента начала работ по созданию модульного участка СТЮ. Отдельные участки трассы (например, между отдельными населёнными пунктами) могут быть сданы в эксплуатацию уже через 3—3,5 года.

Вдоль готовой трассы СТЮ, в пределах пешеходной доступности, благодаря экологической чистоте транспортной инфраструктуры и бесшумности движения юнибусов, может быть построен линейный город протяженностью около 600 км, гармонично вписанный в окружающую природную среду. При этом не понадобится вырубать лес, строить автомобильные дороги и тому подобным образом нарушать ландшафт и биогеоценоз в зоне застройки. Здесь легко будет развивать также сельское хозяйство и экологически чистую промышленность. Это будут очаги рационально организованного общества. Создание такого линейного города потребует меньших капитальных вложений, чем при традиционной застройке. Это окажется просто выгодным, ибо жизнь в нормальных природных и социальных условиях станет для человека более важной, чем обладание той или иной вещью. Так будут заложены зародыши будущей жизни общества, жизни в единении с природой, а не в противопоставлении ей.

Высокоскоростная, экологически чистая, безопасная, комфортная и недорогая транспортная связь между Москвой и С.-Петербургом позволит реально превратить город на Неве во вторую столицу страны, т.к. туда можно будет перенести ряд государственных властных структур. При этом значительное количество служащих смогут проживать в районе «русской Швейцарии» – Валдайской возвышенности, в часе езды от Москвы и С.-Петербурга.

В настоящее время программа СТЮ разрабатывается под эгидой ООН: выполнены проекты ООН – ХАБИТАТ № FS – RUS – 98 – S01 «Устойчивое развитие населенных пунктов и улучшение их коммуникационной инфраструктуры с использованием струнной транспортной системы» и № FS – RUS – 02 – S03 «Обеспечение устойчивого развития населенных пунктов и защита городской окружающей среды с использованием струнной транспортной системы». В рамках этих проектов была проведена международная экспертиза СТЮ, которая показала положительные результаты его возможного использования в городских условиях, а также при международных перевозках.

5. Список справочных материалов о струнном транспорте Юницкого

1. Юницкий А.Э. Струнные транспортные системы на Земле и в космосе. – Гомель, «Инфо – Трибо», 1995. – 337 с.: ил.
2. Юницкий А.Э. Линейная транспортная система. Патент РФ № 2080268, 1994 г.
3. Юницкий А.Э. Струнный транспорт Юницкого (СТЮ)/Проект «Ноосферные системы Сибири и Дальнего Востока». Новосибирск: Изд-во НГАВТ, 2000 – с. 641 – 674.
4. Юницкий А.Э. Высокоскоростной транспортный модуль транспортной системы Юницкого. Патент РФ № 2203194, 2001 г.
5. Юницкий А.Э. Транспортная система Юницкого и способ построения транспортной системы. Евразийский патент № 004917, 2002 г.
6. Юницкий А.Э. Транспортная система второго уровня - струнный транспорт Юницкого. Журнал «Архитектура, строительство, дизайн», № 4 (44), 2004 г.

© А.Э. Юницкий, 2004

Приложение

**Календарный план выполнения работ по созданию
типового модульного участка СТЮ протяженностью 6 км
для трассы «Москва – С.-Петербург»**

№ п/п	Наименование работ	Стоимость работ, тыс. USD									Общая стои- мость	Форма от- четности	
		Кварталы											
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	V кв.	VI кв.	VII кв.	VIII кв.	IX кв.			
Раздел I													
1.	Получение и согласование исходных данных для создания Объекта. Разработка ТЭО (технико-экономического обоснования) на модульный участок СТЮ	90										90	Технико-экономическое обоснование
2.	Разработка ТЗ (технического задания) на рельсовый автомобиль Ю-373 (юнилёт) для природно-климатических условий строящейся трассы	40										40	Техническое задание
3.	Разработка ТУ (технических условий) на струнную путевую структуру для природно-климатических условий строящейся трассы	35	15									50	Технические условия
4.	Проектно-изыскательские работы по двухпутному участку СТЮ протяженностью 6 км (включая геодезические и геологические работы)	90	90	90	90							360	Проектно – сметная документация

№ п/п	Наименование работ	Стоимость работ, тыс. USD									Общая стоимость	Форма отчетности
		Кварталы										
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	V кв.	VI кв.	VII кв.	VIII кв.	IX кв.		
5.	Создание расчётной схемы участка СТЮ протяжённостью 6 км как единой рамной конструкции для различного сочетания внешних воздействий и нагрузок (низкие и высокие температуры, ветер, гололёд, статическое и динамическое воздействие подвижной нагрузки и др.) и выполнение расчётов на прочность, устойчивость и долговечность	30	10								40	Расчетная записка
6.	Создание альбома типовых промежуточных опор для условий строящейся трассы	20	20								40	Альбом
7.	Создание альбома типовых анкерных опор для условий строящейся трассы	40	20								60	Альбом
8.	Создание альбома типовых конструкций рельса-струны для условий строящейся трассы	25	25								50	Альбом
9.	Разработка типового анкерного узла анкерной опоры для условий строящейся трассы	25	15								40	Конструкторская документация
10.	Разработка типового опорного узла на промежуточной опоре для условий строящейся трассы	15	10								25	Конструкторская документация

№ п/п	Наименование работ	Стоимость работ, тыс. USD									Общая стоимость	Форма отчетности
		Кварталы										
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	V кв.	VI кв.	VII кв.	VIII кв.	IX кв.		
11.	Доработка, применительно к условиям строящейся трассы, ранее спроектированного ООО «СТЮ» высокоскоростного (300 км/час) пассажирского рельсового автомобиля – юнилёта (концепт-модуль)	250	200	200							650	Конструкторская документация
12.	Переработка документации по ранее спроектированному ООО «СТЮ» модульному двухпутному участку СТЮ протяжённостью 2 км на протяженность 6 км, всего:		75	75							150	Конструкторская документация
	в том числе:											
	- промежуточные опоры		10	10							20	
	- анкерные опоры		20	20							40	
	- рельс-струна		10	10							20	
	- анкерные крепления		5	5							10	
	- элементы станций		10	10							20	
	- элементы инфраструктуры		20	20							40	

№ п/п	Наименование работ	Стоимость работ, тыс. USD									Общая стоимость	Форма отчетности
		Кварталы										
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	V кв.	VI кв.	VII кв.	VIII кв.	IX кв.		
13.	Проектирование испытательного стенда «Колесо – рельс» для экспертизы и сертификации взаимодействия двухребордного колеса с путевой структурой в природно-климатических условиях строящейся трассы (для экспериментального определения износа, шума, долговечности колеса и головки рельса, необходимых для осуществления регламентных работ по эксплуатации СТЮ)	40	40								80	Конструкторская документация
14.	Проектирование испытательного стенда «Рельс – струна» для экспертизы струнной путевой структуры на долговечность в природно-климатических условиях строящейся трассы (необходимо для обеспечения планируемого срока службы 100 лет)	40	40								80	Конструкторская документация
15.	Проектирование стрелочного перевода		10	30	30						70	Конструкторская документация
16.	Проектирование поворотного (разворотного) круга (кольца)		15	25	20						60	Конструкторская документация

№ п/п	Наименование работ	Стоимость работ, тыс. USD									Общая стоимость	Форма отчетности
		Кварталы										
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	V кв.	VI кв.	VII кв.	VIII кв.	IX кв.		
17.	Проектирование оснастки для монтажа путевой структуры и натяжения струн в условиях строящейся трассы	20	30	30							80	Конструкторская документация
18.	Разработка проекта производства работ	5	10	10	10						35	Проект производства работ
19.	Проектирование заправочной станции, совмещенной с анкерной опорой			10	10	10					30	Конструкторская документация
20.	Проектирование элементов депо, совмещенных с анкерной опорой			10	20	20					50	Конструкторская документация
21.	Экспертиза проектной документации. Оформление и согласование окончательной документации по разделу I	45	45	35	15	5					145	Заключения. Комплекты документации
	Итого по разделу I	810	670	515	195	35					2225	

№ п/п	Наименование работ	Стоимость работ, тыс. USD									Общая стоимость	Форма отчетности
		Кварталы										
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	V кв.	VI кв.	VII кв.	VIII кв.	IX кв.		
Раздел II												
22.	Изготовление в г. Детройте (США) высокоскоростного (300 км/час), пассажирского юнилёта (концепт-модуль), включающее изготовление оборудования и оснастки для мелкосерийного производства (мастер - модели и матрицы для изготовления стеклопластикового корпуса, стеклоклапестика, капота, панели управления, элементов салона, интерьера салона и др.).				750	750	500				2000	Пассажирский юнибус в сборе, а также оснастка, матрицы, запасные стекла, элементы оболочки, элементы интерьера и т.д. (перечень согласовывается с Заказчиком)
23.	Изготовление испытательного стенда «Колесо – рельс» для экспертизы и сертификации взаимодействия двухребордного стального колеса с головкой рельса в природно-климатических условиях строящейся трассы и его монтаж на площадке.		10	20	30						60	Испытательный стенд

№ п/п	Наименование работ	Стоимость работ, тыс. USD									Форма отчетности	
		Кварталы										Общая стоимость
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	V кв.	VI кв.	VII кв.	VIII кв.	IX кв.		
24.	Изготовление испытательного стенда «Рельс – струна» для экспертизы струнной путевой структуры на долговечность в природно-климатических условиях строящейся трассы и его монтаж на площадке.		10	30	40	40					120	Испытательный стенд
25.	Строительство модульного двухпутного участка СТЮ протяжённостью 6 км, включая размещение заказов на изготовление специального рельса, элементов путевой структуры, опор, инфраструктуры, всего:			80	290	720	640	1380	1380	890	5380	Участок СТЮ
	в том числе:											
	- 400 промежуточных опор			80	240	240	160				720*	
	- 4 анкерные опоры с элементами станций и инфраструктуры трассы				50	180	180	180	180	110	880**	
	- двухпутная путевая структура протяжённостью 6 км					300	300	1200	1200	780	3780***	

* Стоимость промежуточных опор приведена для средней высоты опор 3 м; изменение высоты опор на 1 м приведет к изменению их стоимости на 20%.

** Стоимость путевой структуры приведена для длины пролета 25 м; изменение длины пролета на 1 м приведет к изменению стоимости путевой структуры на 5%.

*** Стоимость анкерных опор приведена без учета стоимости станций для высоты опор 3 м (проект предусматривает только строительство остановочных площадок по концам участка СТЮ; проектирование и строительство станций или вокзалов по инициативе Заказчика выполняется по отдельному договору); изменение высоты опор на 1 м приведет к изменению их стоимости на 20%.

№ п/п	Наименование работ	Стоимость работ, тыс. USD									Общая стоимость	Форма отчетности
		Кварталы										
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	V кв.	VI кв.	VII кв.	VIII кв.	IX кв.		
26.	Изготовление стрелочного перевода						20	30	40		90	
27.	Изготовление поворотного круга						10	20	30		60	
28.	Изготовление специального оборудования и оснастки для монтажа путевой структуры и натяжения струн			20	40	50					110	
29.	Изготовление и монтаж запра-вочной станции						5	10	15		30	
30.	Изготовление и монтаж элемен-тов депо						10	30	40		80	
31.	Проведение автономных испы-таний элементов, изготовленных в соответствии с этапами 22...30. Оформление отчетной документации, согласования		5	10	80	90	40	30	30	15	300	Техниче-ский отчет
	Итого по разделу II		25	160	1230	1650	1225	1500	1535	905	8230	

№ п/п	Наименование работ	Стоимость работ, тыс. USD									Общая стоимость	Форма отчетности
		Кварталы										
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	V кв.	VI кв.	VII кв.	VIII кв.	IX кв.		
Раздел III												
32.	Доставка из г. Детройта в Россию, в том числе таможенное оформление, изготовленного концепт-модуля, включая мастер – модель, матрицы, оснастку, а также проведение испытаний							150			150	Оборудование, технический отчет
33.	Изготовление в России (на оборудовании, полученном из г. Детройта) дополнительно 2-х юнилётов Ю-373 для эксплуатации на участке трассы СТЮ							60	80	80	220	Оборудование
34.	Проведение комплекса испытаний СТЮ (испытательные стенды, модульный участок, подвижной состав, элементы инфраструктуры), осуществление экспертизы, сертификация, пусконаладочные работы					20	30	40	50	60	200	Сертификат
35.	Оформление заключительной документации, согласования					10	10	15	20	25	80	Сертификат
	Итого по разделу III					30	40	265	150	165	650	
	Всего	810	695	675	1425	1715	1265	1765	1685	1070	11105	