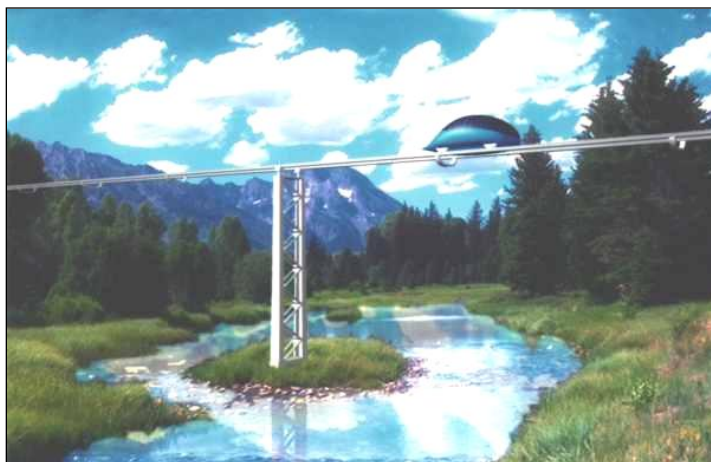


Центр ООН по населённым пунктам (Хабитат)  
Исполнительное бюро Хабитат в Москве

Проект FS-RUS-98-S01

## **СТРУННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА (СТС) В ВОПРОСАХ, ОТВЕТАХ И ПРОЕКТАХ**



Москва, 2000

Автор: А.Э.Юницкий



А.Э.Юницкий - президент Фонда “Юнитран” содействия развитию струнного транспорта и генеральный конструктор Исследовательского центра “Юнитран”. Автор около 100 изобретений, в том числе и принципиальной схемы СТС, 22 из которых использованы в строительстве, машиностроении, электронной и химической промышленности, научных исследованиях в Российской Федерации, Республике Беларусь и других странах СНГ. Действительный член (академик) Российской Академии естественных наук, Академик Русской Академии и Академии Нового Мышления. Вице-президент Академии Нового Мышления. Руководитель Проекта Центра ООН по населённым пунктам (Хабитат) FS-RUS-98-S01 “Устойчивое развитие населённых пунктов и улучшение их коммуникационной инфраструктуры с использованием струнной транспортной системы”.

Струнная транспортная система (СТС) в вопросах, ответах и проектах  
Москва, 2000 г.

Даны общие сведения об СТС и ответы на сто основных вопросов, заданных автору в ходе выполнения проекта Хабитат FS-RUS-98-S01 оппонентами, скептиками СТС и сторонниками, а также результаты испытаний моделей системы различных масштабов с предложениями по строительству испытательного полигона и путях использования СТС на практике.

Фонд “Юнитран”: 115487, Москва, ул.Садовники, 2  
тел./факс (095) 118-02-38  
Internet <http://www.mtu-net.ru/yunitran>  
e-mail: [yunitran@mtu-net.ru](mailto:yunitran@mtu-net.ru)

© А.Э.Юницкий, 2000

© Компьютерный набор и оформление - Д.А.Юницкий, 2000

## Оглавление

<b>Часть 1. Общие сведения о транспорте и об СТС</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>Часть 2. Сто вопросов автору</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>Технические аспекты</b> . . . . .	<b>16</b>
1. Что представляет собой СТС? . . . . .	16
2. Что такое рельс-струна? . . . . .	16
3. Аналоги рельса-струны в строительных конструкциях? . . . . .	16
4. В чём тогда принципиальное отличие рельса-струны? . . . . .	16
5. Поперечные размеры и вес рельса-струны? . . . . .	17
6. Рельс-струна легче железнодорожного рельса? . . . . .	17
7. Для изготовления рельса-струны понадобятся уникальные материалы? . . . . .	17
8. Линейная схема трассы? . . . . .	17
9. Каковы усилия натяжения струн? . . . . .	18
10. Максимально возможный пролёт? . . . . .	18
11. Насколько жёсткой будет путевая структура? . . . . .	18
12. А как же температурные деформации? . . . . .	19
13. Температурные изменения натяжения струны приведут к искривлению пути. Это не опасно? . . . . .	19
14. Подвижной состав будет сильно изменять натяжение струны? . . . . .	19
15. Как точно будет выдерживаться колея? . . . . .	20
16. Если рельсы “разъедутся”, не провалится ли экипаж вниз? . . . . .	20
17. В конструкциях, как правило, используют витые канаты (тросы). Почему струна в СТС набрана из прямых проволок? . . . . .	21
18. Какова вероятность обрыва струны? . . . . .	21
19. А если будет оборван путь целиком? . . . . .	22
20. Чем обусловлена высокая ровность струнного пути? . . . . .	22
21. А как же износ рельса? . . . . .	23
22. Известно, что при высоких механических напряжениях материал релаксирует. Это не опасно? . . . . .	23
23. Как часто установлены опоры? . . . . .	23
24. На трассе будут повороты? . . . . .	24
25. Опоры испытывают большие нагрузки? . . . . .	24
26. Высота опор? . . . . .	25
27. На опоры уйдёт много материала? . . . . .	25
28. Опоры не будут качаться? Это может отразиться на ровности пути и безопасности движения? . . . . .	25
29. А если опора будет разрушена, скажем, в результате террористической акции? . . . . .	26
30. А если взорвут анкерную опору? . . . . .	26
31. В экипаже не будет водителя. Это не опасно? . . . . .	26
32. Насколько вероятны столкновения экипажей на линии? . . . . .	26
33. Какова динамическая жёсткость пути? . . . . .	27
34. Насколько экипаж СТС экономичнее легкового автомобиля? . . . . .	27
35. Обороты колеса транспортного модуля? . . . . .	27
36. Каким может быть привод транспортного модуля? . . . . .	28
37. Будет ли сильным стук колёс при движении, ведь они стальные? . . . . .	28
38. Не будет ли удара колеса при переезде через опору? . . . . .	28
39. А боковой ветер не сдует модуль? . . . . .	28
40. Не взлетит ли экипаж при высоких скоростях движения? . . . . .	29
41. Если экипаж так сломался, что не сможет ехать дальше? . . . . .	29
42. Почему транспортные модули такие маленькие? . . . . .	29
43. Легковой автомобиль, как известно, комфортностью не отличается. А экипаж СТС? . . . . .	29
44. Гололёд не опасен для СТС? . . . . .	30

4		
45.	Максимальная скорость движения, чем она ограничена и требуемая мощность двигателя?	30
46.	Не каждый решится поехать по струнам на высоте 20...50 м?	31
47.	А если прекратится подача электрического тока?	32
48.	А если трасса перестала функционировать и помощи не от кого ждать (война, землетрясение и т.п.)?	32
49.	Какой максимальный угол подъёма в гору?	32
50.	Как будут устроены вокзалы и станции?	32
51.	Как будет осуществляться посадка и высадка пассажиров на вокзале?	33
52.	Как будут выполнены грузовые терминалы?	33
53.	Какова максимальная пропускная способность трассы?	33
54.	У СТС пропускная способность выше, чем у нефтепровода?	34
55.	Какие грузы можно будет перевозить по СТС?	34
56.	Не опадут ли листья с деревьев, когда экипаж будет мчаться над лесом?	34
57.	Есть ли погодные или другие ограничения на движение по трассе?	35
58.	Насколько интенсивным будет движение по трассе?	35
59.	На трассе будут съезды и стрелочные переводы?	36
60.	Как сойти с трассы, если её высота, скажем, будет 50 м?	36
61.	Не устанет ли пассажир от мелькания за окном элементов конструкции, деревьев?	37
62.	Не будет ли проблем в токосъёме “рельс - колесо” при высоких скоростях движения?	37
63.	Известно, что сильный ветер, особенно порывистый, разрушает линии электропередач. А СТС выстоит?	37
64.	Где ещё может использоваться СТС?	38
65.	Трассы СТС смогут пройти по морю?	38
66.	Технология строительства СТС будет сложной?	38

#### **Экономические аспекты**

67.	Стоимость СТС в сравнении с другими транспортными системами?	40
68.	Насколько дорогим будет проезд для пассажира?	40
69.	Стоимость транспортировки грузов?	41
70.	Стоимость километра трассы СТС?	41
71.	Какова структура затрат при строительстве трассы?	44
72.	Какова структура цены пассажирского билета?	44
73.	Структура стоимости грузоперевозок при рентабельности 100%?	44
74.	Стоимость электроэнергии во многом будет определять стоимость перевозок?	44
75.	Транспортировка нефти по СТС будет дешевле, чем по нефтепроводу?	45
76.	Какая стоимость строительных материалов и конструкций закладывалась при определении стоимости струнных трасс?	45
77.	Какова стоимость подвижного состава?	45
78.	Какая стоимость пассажирского экипажа и транспортного модуля принята в расчётах и насколько это влияет на себестоимость проезда?	46
79.	Можно ли будет взять в путешествие личный автомобиль и сколько это будет стоить?	47
80.	Как быстро окупится трасса СТС и насколько велики финансовые риски?	47
81.	Какую нишу в экономике - отдельной страны и мира в целом – открывает СТС?	47
82.	Насколько зависит стоимость трасс от рельефа местности и её характеристик?	48

#### **Экологические аспекты**

83.	Что даст с позиций планетарной экологии масштабное использование СТС?	49
84.	Выбросы вредных веществ в атмосферу в сравнении с другими видами транспорта?	49
85.	Электрическая энергия безвредна в момент потребления на СТС, но ведь	49

	при её выработке на электростанции происходит загрязнение окружающей среды?	51
86.	Сколько земли отнимет у землепользователя СТС в сравнении с другими транспортными системами?	52
87.	Какой урон природе будет нанесён в процессе строительства СТС? А другими транспортными системами?	52
88.	Будут ли сильными вибрация почвы и шум при проезде экипажа по СТС?	53
89.	Каковы иные (нетрадиционные) вредные воздействия СТС, например, электромагнитные излучения, в сравнении с другими видами транспорта?	53
	<b>Социальные и политические аспекты</b>	54
90.	Социально-политические преимущества масштабного использования СТС?	54
91.	Социально-экономические преимущества масштабного использования СТС?	54
92.	Каким образом СТС будет способствовать решению демографических проблем?	55
93.	СТС может использоваться в военных целях?	56
94.	Как СТС будет пересекать границу между странами?	56
95.	Какие геополитические преимущества получит Россия, например, в случае реализации СТС в ресурсо-добывающих регионах страны?	56
	<b>Прочие вопросы</b>	59
96.	Самый серьёзный недостаток СТС?	59
97.	Зачем нужен испытательный полигон СТС?	59
98.	Сколько лет работает над СТС автор?	61
99.	В чём разница между вложениями в программу СТС и в конкретную трассу СТС?	61
100.	Где гарантии, что реализация СТС-программы завершится успехом?	62
	<b>Вопросы относительно СТС задавали</b>	63
	<b>Часть 3. Варианты практической реализации СТС</b>	66
3.1.	СТС как экологически чистая альтернатива суперавтомобилизации общества	66
3.2.	СТС как основа потребительского рынка нетрадиционных возобновляемых ресурсов Сибири	71
	<b>Литература</b>	75

## Часть 1. Общие сведения о транспорте и об СТС

С января 1999 г. в России разрабатывается Проект Центра ООН по населённым пунктам (Хабитат) FS-RUS-98-S01 "Устойчивое развитие населённых пунктов и улучшение их коммуникационной инфраструктуры с использованием струнной транспортной системы" [1].

Основные цели и задачи Проекта:

- создание альтернативы массовой автомобилизации населённых пунктов, как основного фактора их устойчивого развития, а также определение базовых условий для внедрения струнной транспортной системы (СТС);

- определение путей апробации СТС с точки зрения её экономической, экологической и технической составляющих, а также – по условиям комфортности и безопасности движения;

- обобщение имеющегося отечественного и зарубежного опыта, определение инвестиционной привлекательности СТС, разработка стратегии, приоритетов и механизмов практической реализации Проекта как для России, так и для других стран.

Учитывая, что речь идёт о принципиально новой транспортной системе, значительное внимание в Проекте уделено осмыслению роли и места транспорта в жизни человека, страны, общества, цивилизации.

Развитие коммуникаций всегда имело основополагающее значение в общественном прогрессе, обеспечивая связь между народами, способствуя усилению торговых и деловых отношений.

Коммуникации или транспорт как обмен (перевозка) материальных и человеческих ресурсов является неотъемлемым условием личного и общественного блага; это средство человеческого общения в территориальном и интеллектуальном пространстве; это образ жизни и одна из фундаментальных ценностей культуры, показатель уровня цивилизованности страны.

Неудовлетворительное состояние транспортной сети ведёт к нарушению нормального функционирования экономики, спаду производства в смежных отраслях народного хозяйства, неоправданным потерям урожая, ограничению доступа к сырьевым ресурсам, сокращению рабочих мест, повышению стоимости товаров и услуг, снижению уровня жизни населения и возможностей для развития образования и культуры, ухудшению экологической ситуации, затруднениям в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, снижению обороноспособности страны, сдерживанию внешней торговли и туризма, повышению смертности населения.

В рамках Проекта были проанализированы основные существующие и перспективные виды транспорта в сопоставлении с СТС при намечаемом использовании её в условиях г. Сочи, Россия.

С каким транспортом человечество входит в новое столетие?

**1. Железнодорожный транспорт.** В его современном понимании зародился в начале 19 века, хотя первые колейные дороги существовали ещё в Древнем Риме. Во всём мире построено более миллиона километров железных дорог.

В современных условиях километр двухпутной дороги с инфраструктурой стоит 3...5 млн. USD, пассажирский вагон - около 1 млн. USD, электровоз - около 10 млн. USD. Требуется при строительстве много ресурсов: металла (стали, меди), железобетона, щебня. Объём земляных работ в среднем около 50 тыс. м<sup>3</sup>/км. Отнимает у землепользователя много земли - около 5 га/км, а с инфраструктурой - до 10 га/км.

В сложных географических условиях требует строительства уникальных сооружений - мостов, виадуков, эстакад, тоннелей, что значительно удорожает систему и усиливает негативное воздействие на Природу. Средневзвешенная скорость движения - 100...120 км/ч.

Шум, вибрация, тепловые и электромагнитные излучения от движущихся поездов влияют на среду обитания живых организмов и жителей прилегающих к дорогам населённых пунктов. Пассажирские поезда в течение года выбрасывают на 1 км полотна и полосы отвода до 12 тонн мусора и 250 кг фекалий.

Железнодорожный транспорт в огромных количествах потребляет воду и загрязняет водные бассейны. Например, общее потребление воды объектами железнодорожного транспорта одной только России составляет около 1 млрд. м<sup>3</sup>/год, при этом сточные воды предприятий транспорта содержат нефтепродукты, фенол, креозол, смолы, соли тяжёлых металлов. Попадая в водоёмы, стоки ухудшают качество воды, условия жизни обитателей водных бассейнов, так как один грамм нефтепродуктов делает непригодной для питья 2 тонны воды.

В год под колёсами поездов в России погибает около тысячи человек и миллионы животных.

**2. Автомобильный транспорт.** Появился в конце прошлого века. Построено за прошедший период свыше 10 млн. км дорог, выпущено около 1 млрд. автомобилей.

Современный автобан стоит 5...10 млн. USD/км, изымает из землепользования около 5 га/км земли, а с инфраструктурой - до 10 га/км. Объём земляных работ превышает 50 тыс. м<sup>3</sup>/км. Среднестатистический автомобиль стоит около 15 тыс. USD, средневзвешенная скорость движения на дорогах 60...80 км/ч.

Стал основным источником шума и загрязнения воздуха в городах. Выхлоп автомобиля содержит около 20 канцерогенных веществ и более 120 токсичных соединений. Источником загрязнения и истощения окружающей среды стал как собственно автотранспорт, так и сама трасса и её инженерные сооружения, объекты обслуживания, особенно места хранения нефтепродуктов, автозаправочные станции, станции технического обслуживания, мойки и т.п., вызывающие трансформацию природной среды на прилегающих территориях.

Вредные вещества выхлопных газов автомобилей, продукты испарения нефтепродуктов загрязняют атмосферный воздух и, оседая на поверхность земли, вызывают загрязнение почв и поверхностных вод. С дождевыми и талыми водами загрязняющие вещества мигрируют в грунтовые и более глубокие водоносные горизонты. И, как следствие, через воздух, почву и воду происходит деградация растительного покрова. Основными загрязняющими веществами при строительстве и эксплуатации являются пыль, выхлопные газы, нефтепродукты при их испарении, продукты истирания шин, тормозных колодок и дисков сцепления, асфальтовых и бетонных покрытий, противоблуденительные соли и песок. Наибольшему загрязнению подвержены территории, непосредственно прилегающие к трассам. Полоса загрязнения достигает 300 м и более.

К автотранспорту необходимо отнести и негативное воздействие той части сопутствующих систем, которые обслуживают его: это нефтяные скважины и нефтепроводы, нефтеперерабатывающие и асфальтобетонные заводы и т.д.

Насыпи и выемки автодорог приводят к деградации лесных массивов из-за заболачивания одних и обезвоживания других прилегающих территорий.

Автомобильные дороги и их инфраструктура отняли у человечества свыше 50 миллионов гектаров земли (такова суммарная территория таких стран, как ФРГ и Великобритания), причём отнюдь не худшей земли.

В последние десятилетия автомобиль стал основным рукотворным орудием убийства человека. По данным Всемирной организации здравоохранения на автомобильных дорогах мира ежегодно гибнет (в том числе и от послеаварийных травм) свыше 900 тыс. человек, несколько миллионов становятся калеками, а свыше 10 млн. человек - получает травмы. Для сравнения: в военных конфликтах в среднем гибнет на планете около 500 тыс. человек в год.

Негативное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду и человека в результате высокой концентрации автомобилей в городах, суперавтомобилизация урбанизированных зон ставит задачу поиска альтернативных решений [2]. В отдельных городах и их агломерациях под воздействием автомобильного транспорта и других источников загрязнения образовались предельные экологические состояния, что препятствует устойчивому их развитию и требует кардинальных решений по улучшению их коммуникационной инфраструктуры.

**3. Авиация,** которая насчитывает около 100 лет истории.

Самый экологически опасный и энергоёмкий вид транспорта. У современных самолётов суммарный выброс вредных веществ в атмосферу достигает

30...40 кг/100 пассажиро-километров. Основная масса выбросов самолётов концентрируется в районах аэропортов, т.е. около крупных городов - во время прохода самолётов на низких высотах и при форсаже двигателей. На малых и средних высотах (до 5000...6000 м) загрязнение атмосферы окислами азота и углерода удерживается несколько дней, а затем вымывается влагой в виде кислотных дождей. На больших высотах авиация является единственным источником загрязнения. Продолжительность пребывания вредных веществ в стратосфере много дольше - около года. По своей токсичности современный реактивный лайнер эквивалентен 5...8 тысячам легковых автомобилей и расходует столько кислорода на сжигание топлива, сколько необходимо его для дыхания более 200-ам тысячам человек. На восстановление содержания такого количества кислорода в атмосфере необходимо несколько тысяч гектаров соснового леса или ещё большая площадь планктона океана.

Каждый пассажир во время многочасового полёта за счёт космического естественного гамма-излучения получает дополнительную дозу облучения в несколько тысяч микрорентген (доза облучения в салоне самолёта достигает 300...400 мкР/ч при норме 20 мкР/ч).

Важным является также тот фактор, что под аэропорты необходимо отводить земли, по площади сопоставимые с полосой отвода под железные и автомобильные дороги, но расположенные в непосредственной близости от городов, а значит, более ценных.

Авиация оказывает очень сильное шумовое воздействие, особенно в районах аэропортов, а также - значительные электромагнитные загрязнения от радиолокационных станций.

Воздушный транспорт - самый дорогой. Стоимость современных аэробусов достигает 100 млн. USD, затраты на строительство крупного международного аэропорта превышают 10 млрд. USD.

**4. Высокоскоростные железные дороги (ВСМ).** Начали строить в последней четверти нашего века. Максимальная скорость движения 400 км/ч, эксплуатационная скорость 180...200 км/ч.

ВСМ представляет собой обычную железную дорогу, но с улучшенной и усиленной путевой структурой (рельсы, шпалы) и подушкой (специальная усиленная насыпь и балластное основание) и со специальным высокоскоростным подвижным составом.

Стоимость километра дорог - 10...20 млн. USD, одного вагона - 2...3 млн. USD. Воздействие на окружающую среду более сильное, чем у обычных железных дорог. Например, экологи оценивают экологические последствия для России при строительстве высокоскоростной железной дороги "С.Петербург - Москва" как второй Чернобыль. При этом себестоимость проезда по данной дороге составит 123 USD/пасс. (протяжённость трассы 660 км). Другой пример: по оценкам экспертов, если такая густонаселённая страна как Китай, с его ограниченными и уязвимыми сельхозугодиями, в 21-ом веке ориентируется на строительство сети ВСМ, то через 20...30 лет это может вызвать в стране такой же по масштабам голод, что и в дни культурной революции, когда от голода умерло около 30 миллионов китайцев.

ВСМ требует шумозащитных экранов, специальных ограждений для исключения выхода на путь крупных домашних и диких животных, так как столкновение с ними может привести к сходу поезда с пути. Насыпь ВСМ становится непреодолимым препятствием для диких животных, поверхностных и грунтовых вод.

К 2000 г. в Европе построено всего около 3100 км ВСМ.

### **5. Поезда на магнитном подвесе**

**5.1. "Трансрапид"** (Германия) с электромагнитным подвесом на обычных проводниках. При длине вагона 25 м зазор между подвижным составом и путевой структурой должен быть не более 10 мм, иначе подвес перестанет работать. Это предопределяет весьма высокие и трудно реализуемые требования к строительству и эксплуатации таких дорог.

Стоимость трассы 25...50 млн. USD/км, одного вагона - 6...10 млн. USD.



Например, согласно бизнес-плану немецкой компании "Сименс", представленному московскому правительству, трасса "Трансрапид" "Аэропорт Шереметьево - центр г.Москвы" протяжённостью 29 км будет стоить около 1,5 млрд. USD (без учёта стоимости земли и затрат на снос зданий и строений). На строительство необходимо много железобетона, стали, т.к. балки пролётных строений должны быть массивными (хотя длина пролёта всего 24 м), опоры - мощными (под нагрузкой они не должны смещаться даже на доли миллиметра).

Скорость движения до 500 км/час. Характеризуется сильным шумом при высоких скоростях движения, т.к. юбка вагона охватывает несущую балку со всех сторон (сверху, с боков и снизу) и в зазор втягивается с большой скоростью воздух. Имеет очень низкий энергетический коэффициент полезного действия: КПД подстанции - 34% (подстанция задаёт переменную частоту тока для создания бегущего магнитного поля вдоль путевой структуры), КПД линейного электродвигателя - 40%. После переключения получим общий энергетический КПД 13,6%, т.е. чуть выше, чем у паровоза.

**5.2. "Маглев"** (Япония) - сверхпроводящая магнитно-левитационная железная дорога. Вагоны имеют сверхпроводящие катушки, магнитное поле которых столь мощное (такого мощного магнитного поля в природе нет не только на планете и в Солнечной системе, но даже в нашей галактике, поэтому можно представить его опасность для всего живого), что обеспечивает подвес на высоту 10...20 см. Скорость движения до 500 км/ч. Катушки, находящиеся в вагоне с пассажирами, охлаждаются тремя криогенными контурами: жидкого гелия, газобразного гелия и жидкого азота. В случае скачкообразной потери сверхпроводимости произойдёт взрыв катушек с эквивалентом в несколько килограммов тротила.

Стоимость километра трассы 20...30 млн. USD, одного вагона - более 10 млн. USD.

**6. Монорельс** - получил развитие в США, Канаде, Франции и др. странах. Движение колёсной кабинки осуществляется по балке (ALVEG) или под балкой (SAFEGE). Балка должна иметь большое поперечное сечение, благодаря которому и обеспечивается устойчивость кабины. Характеризуется большим расходом материалов на пролётные строения, опоры. Из-за системы подвеса вагончик имеет неблагоприятную динамику колебаний и плохую аэродинамику, поэтому монорельсовые дороги являются низкоскоростными, т.к. скорость в 200 км/ч для них недостижима. Стоимость 1 км монорельсовой трассы 4...10 млн. USD.

**7. Троллейбус.** Используется как городской транспорт. Один из самых экологически чистых видов транспорта. Требуется строительство дорог с твёрдым покрытием и специальной инфраструктуры с контактной сетью. Поэтому троллейбусные трассы дороже обычных автомобильных дорог. Стоимость современного троллейбуса около 500 тыс. USD.

**8. Скоростной трамвай.** В последние годы получил развитие в США, Канаде, Европе, Юго-Восточной Азии, России, Украине. Скорость движения - до 120 км/ч. Стоимость трасс - 6...12 млн. USD/км. Стоимость одного трамвая - около 1 млн. USD.

**9. Рельсовый автобус** - разновидность трамвая, только вместо электродвигателя - дизель. В Германии его начали выпускать с 1995 г. Стоимость одного рельсового автобуса - 2 млн. USD.

**10. Канатные дороги.** В Канаде, США и Германии уже эксплуатируется разработанная швейцарским инженером Г.Мюллером система подвешенного транспорта, где вагоны с пассажирами передвигаются по тросам, подвешенным на лёгких металлических опорах. Такая конструкция является достаточно дешёвой, 1,5...2 млн. USD/км, однако здесь нельзя достичь высокой, более 50 км/ч скорости.

Выше перечислены основные виды транспорта, причём каждый из них имеет свои разновидности. Например, разновидностью самолёта является экранолёт, автомобиля - электромобиль. Над этими и другими видами транспорта, а их более 200, работают во многих странах мира. Даже над такими экзотическими, на взгляд автора, как авиатрассы для самолётов с укороченными крыльями для полё-

та по подземному тоннелю диаметром 50 м (Япония), или летающей тарелкой, создающей разрежение (вакуум) перед носовой частью летательного аппарата (Россия).

Анализ показывает, что существующие традиционные и перспективные виды транспорта дороги и в значительной мере экологически опасны, требуют значительной площади отчуждения ценных земель. Ни один вид транспорта (за исключением велосипеда) не удовлетворяет требованиям норм по уровню шумов, а мероприятия по шумозащите ещё больше удорожают обустройство скоростных магистралей.

Системный анализ также показывает, что в XXI веке с точки зрения экологии, экономики, коммуникативности, землепользования, безопасности лидирующей может стать лишь такая наземная транспортная система, которая обеспечит движение транспортных средств со скоростью 300...500 км/час и будет удовлетворять следующим требованиям:

1) трасса с инфраструктурой будет не дороже канатной дороги - до 1,5...2 млн. USD/км, при этом ресурсоёмкость транспортной системы (потребность в строительных материалах и конструкциях, объём земляных работ, расход чёрных и цветных металлов и т.п.) также должна быть на уровне канатной дороги;

2) транспортный модуль обеспечит комфорт для пассажира на уровне современного аэробуса и будет стоить не дороже легкового автомобиля;

3) обеспечит себестоимость проезда на уровне современных пригородных электропоездов в России - до 1...2 USD/100 пассажиро-километров (или 10...20 USD/1000 пасс.·км);

4) изымет у землепользователя не более 0,1 га земли на один километр протяжённости трассы с инфраструктурой;

5) не потребует сооружения насыпей, выемок, строительства тоннелей, мощных эстакад, путепроводов и виадуков, нарушающих ландшафт и биогеоценоз и неустойчивых к воздействию стихийных бедствий (землетрясения, наводнения, оползни и др.);

6) по удельному воздействию транспортного модуля на окружающую среду будет экологически безопаснее, чем троллейбус и электромобиль - выброс вредных веществ не более 10 грамм на 100 пассажиро-километров;

7) на высокоскоростное перемещение (300 км/час) потребует в 5...10 раз меньших энергозатрат (расхода топлива) чем современный легковой автомобиль - в пересчёте на бензин до 0,5 литра на 100 пассажиро-километров;

8) обеспечит уровень безопасности движения на уровне авиапассажирских перевозок;

9) обеспечит пропускную способность одной трассы более 100 тыс. пассажиров в сутки и более 100 тыс. тонн грузов в сутки;

10) будет многофункциональной коммуникационной системой - обеспечит не только высокоскоростное перемещение по трассе пассажиров и грузов, но и передачу электрической энергии и электронной информации.

Проведённый анализ укрепил автора во мнении, что ни одна из существующих и перспективных транспортных систем не удовлетворяет перечисленным требованиям XXI века.

Это побудило автора к созданию принципиально новой коммуникационной системы, исключающей недостатки существующих и включающей достоинства перспективных транспортных систем. При этом основным требованием при поиске решения было: никакой технической и научной экзотики - магнитных подвесов, сверхпроводимости, левитации, антигравитации и т.п. Система должна базироваться на хорошо опробованных материалах, технологиях и технических решениях.

Идея струнной транспортной системы (СТС) зародилась в 1982 году - после того, как автором были сделаны первые публикации в журналах "Изобретатель и рационализатор" и "Техника – молодёжи" об общепланетном транспортном средстве для неракетного освоения ближнего космоса. От этого проекта, собственно, и отпочковалась идея СТС.

Свыше 10 лет ушло на теоретическую проработку системы, поиск техниче-

ских, технологических и конструкторских решений, оптимизацию экологических, экономических и технических составляющих, анализ достоинств и недостатков. Первая публикация об СТС (без раскрытия технической сущности) была сделана только в 1993 г. в одном из белорусских журналов. Три года ушло на патентованные принципиальной схемы СТС в ведущих странах мира путём подачи международной заявки во Всемирную Организацию Интеллектуальной Собственности. Последние годы - разработка рабочих чертежей на рельс-струну, опоры, элементы инфраструктуры, основные узлы транспортного модуля, исследования аэродинамики, динамики высокоскоростного движения по жёсткой нити, каковой является рельс-струна, изготовление действующих моделей.

Поэтому, хотя ещё не построено ни одного километра струнных дорог, уже можно предварительно сказать об основных технико-экономических характеристиках СТС.

СТС представляет собой размещённую на опорах предварительно напряжённую растянутую канатно-балочную конструкцию, по которой движутся специальные электромодули грузоподъёмностью до 5000 кг и вместимостью до 20 пассажиров [3, 4, 5]. Запитка электрической энергии осуществляется через колёса, которые контактируют с токонесущими головками специальных рельсов. При использовании автономного энергообеспечения модуля, головка рельса и, соответственно, вся путевая структура, будут обесточенными. Основу путевой структуры СТС составляют струны из высокопрочной стальной проволоки диаметром 1...5 мм каждая, собранные в пучок и размещённые с провесом внутри пустотелого рельса. Вместо проволоки может использоваться высокопрочная стальная лента. Рельс монтируется таким образом, чтобы после фиксации струн путём заполнения полости рельса твердеющим наполнителем, например, на основе цемента, битума или эпоксидной смолы, головка рельса оставалась бы идеально ровной. Поэтому головка, по которой и будет двигаться колесо транспортного модуля, не имеет провесов и стыков по всей своей длине. Струны и рельсы жёстко крепятся на анкерных опорах, размещённых через 1...2 км. Под действием веса конструкции провесы струны, например, в размере 50 мм, будут иметь место в следующих случаях: усилия натяжения 100...500 тонн, длина пролёта 25...50 м, масса рельсового пути 50...150 кг на погонный метр. Такие провесы легко спрятать, "защитить" внутри полого рельса высотой 15...20 см.

Наибольшее количество в СТС будет промежуточных опор, которые устанавливаются через 25...100 м. На одну анкерную опору приходится 20...50 промежуточных, которые и будут определять стоимость опорной части. СТС спроектирована таким образом, чтобы промежуточные опоры испытывали преимущественно только вертикальную нагрузку, причём незначительную - 25 тонн при пролёте 50 м. Примерно такую же нагрузку испытывают опоры высоковольтных линий электропередач, поэтому они конструктивно и по материалоемкости близки друг к другу. Максимальные горизонтальные нагрузки на всей трассе испытывают только две концевые анкерные опоры (на них действует односторонняя нагрузка): 1000 тонн для двухпутной и 500 тонн для однопутной трассы. Промежуточные (или технологические) анкерные опоры составят более 90% от всего количества анкерных опор. Они не будут испытывать значительных горизонтальных нагрузок в процессе эксплуатации трассы, так как усилия, действующие на опору с одной и с другой стороны, уравновешивают друг друга.

Струна и рельс не будут иметь деформационных швов по длине, а схема их работы при изменении температуры аналогична работе телефонного провода, провода линии электропередач или каната висячего моста, которые аналогично подвешены к опорам с провесом и тянутся без стыков на многие километры. Рельс выполнен сборно-разборным. Расчётный перепад температур принят равным 100 °С. Такой перепад температур бывает раз в 100 лет в странах с резко континентальным климатом, либо в горах. В субтропиках и тропиках расчетный перепад температур будет ниже на 20...30 градусов.

Для струны СТС подойдёт проволока, выпускаемая сегодня промышленностью для стальных канатов (предел прочности этой проволоки до 250 кгс/мм<sup>2</sup>), а также - для предварительно напряжённых железобетонных конструкций и кана-

тов висячих и вантовых мостов. Для головки рельса-струны по своим физико-механическим свойствам подходит сталь, используемая для изготовления железнодорожных рельсов. СТС спроектирована с очень жёсткой путевой структурой. Например, при пролёте 50 м абсолютный статический прогиб пути от сосредоточенной нагрузки в 5000 кгс, размещённой в середине пролёта, составит всего 12,5 мм или 1/4000 от длины пролёта. Для сравнения: современные мосты, в том числе и для скоростных железных дорог, проектируют с допустимым относительным прогибом, в десять раз большим - 1/400. Динамический прогиб пути СТС под действием подвижной нагрузки будет ещё ниже - до 5 мм, или 1/10000 пролёта. Такой путь будет для колеса транспортного модуля более ровным, чем, например, дно соляного озера, где, как известно, в конце XX века автомобиль впервые преодолел скорость звука - 1200 км/час.

Предельную скорость в СТС будет ограничивать не ровность и динамика колебаний пути, не проблемы во фрикционном контакте "колесо - рельс", а - аэродинамика. Поэтому вопросам аэродинамики в СТС уделено особо пристальное внимание. Получены уникальные результаты, не имеющие аналогов в современном высокоскоростном транспорте, в том числе и в авиации. Коэффициент аэродинамического сопротивления модели пассажирского экипажа, измеренный при продувке в аэродинамической трубе, составил величину  $C_x=0,075$ . Намечены меры по уменьшению этого коэффициента до  $C_x=0,05...0,06$ . Благодаря низкому аэродинамическому сопротивлению двигатель мощностью 80 кВт обеспечит скорость движения двадцатиместного экипажа в 300...350 км/час, 200 кВт - 400...450 км/час, 400 кВт - 500...550 км/час. При этом механические и электромеханические потери в СТС будут невелики, так как КПД стального колеса составит 99%, мотор-колеса в целом - 92%.

Известно, что с увеличением скорости движения сцепление колеса с рельсом ухудшается. Для обеспечения скорости в 300...350 км/час в СТС коэффициент трения в паре "колесо - рельс" должен быть не менее 0,04 (чтобы обеспечить тягу в 100 кгс), 400...450 км/час - не менее 0,07 (требуемая тяга 180 кгс), что легко достижимо. Проблемы со сцеплением начнут возникать лишь при скорости 500 км/час и выше, для обеспечения которой требуется тяга свыше 300 кгс. Но эта проблема в СТС также легко разрешима. Например, разработана принципиальная схема обрешиненного тягового мотор-колеса мощностью 100 кВт, которое обеспечит требуемое сцепление и тягу. Однако в достижении таких высоких скоростей в обозримом будущем не будет необходимости, так как оптимальной скоростью в СТС является скорость, лежащая в диапазоне 300...400 км/час. В этом случае будет легче обеспечить высокую безопасность движения, к тому же будут снижены энергозатраты на проезд, стоимость которых в значительной степени определяет стоимость проезда в любом виде высокоскоростного транспорта, в том числе и в СТС.

Наличие на каждом колесе двух реборд (гребней) и независимая ("автомобильная") подвеска каждого из них значительно снизят вероятность схода транспортного модуля с путевой структуры, что, например, является основной причиной аварий на автомобильном и железнодорожном транспорте. Сход модуля с пути под действием аэродинамических сил и порывов бокового ветра исключается полностью, что подтвердили испытания в аэродинамической трубе.

Надёжность путевой структуры и опор СТС как строительной конструкции будет на уровне надёжности висячих и вантовых мостов, так как они конструктивно очень близки друг к другу, при этом струны в СТС значительно лучше защищены от климатических и механических воздействий, чем канаты мостов.

Ответственные узлы электромодулей (ходовая часть, подвеска, привод) и системы электронного управления будут отвечать требованиям, существующим в авиационной технике и на высокоскоростных железных дорогах. Поэтому, в целом, мы не видим препятствий к тому, чтобы СТС стала в будущем самым безопасным и надёжным видом наземного транспорта.

В экономическом плане можно отметить, что при серийном производстве стоимость обустроенной двухпутной трассы СТС с инфраструктурой (вокзалы, станции, грузовые терминалы, депо и т. д.) составит, млн. USD/км: 1,0...1,5 - на

равнине, 1,5...2,5 - в горах, 1,5...2,5 - на морских участках при размещении трассы над водой и 5...8 - при размещении в подводном или подземном трубе-тоннеле.

Транспортный модуль конструктивно проще легкового автомобиля, поэтому при серийном производстве его стоимость будет на уровне стоимости микроавтобуса - 20...40 тыс. USD, или на одно посадочное место - 1...2 тыс. USD/место (для двадцатиместного электромодуля). Для сравнения приводим относительную стоимость подвижного состава в других скоростных системах: самолет - 100...200 тыс. USD/место, поезд на магнитном подвесе - 100...200 тыс. USD/место, высокоскоростная железная дорога - 20...30 тыс. USD/место.

Себестоимость проезда пассажира и транспортировки груза на СТС будет зависеть от многих факторов, в первую очередь от пассажиро- и грузопотока (для скорости движения 300 км/час):

а) пассажирские перевозки, USD/1000 пасс. · км: 20...25 (10 тыс. пасс./сутки), 10...15 (20 тыс. пасс./сутки), 5...10 (50 тыс. пасс./сутки);

б) грузовые перевозки, USD/1000 тонно · км: 6...8 (20 тыс. т/сутки), 4...5 (50 тыс. т/сутки), 2...3 (100 тыс. т/сутки).

Структура затрат в себестоимости перевозок (для скорости движения 300 км/час):

а) пассажирские перевозки: амортизация трассы и подвижного состава - 65...80%, эксплуатационные издержки - 10...20%, электроэнергия - 5...10% ;

б) грузовые перевозки: амортизация трассы и подвижного состава - 45...65%, эксплуатационные издержки - 10...20%, электроэнергия - 25...45% .

СТС могут строиться как технологические и специализированные трассы: вывоз мусора за пределы мегаполисов; доставка руды из карьеров на обогательную фабрику; транспортировка угля к тепловой электростанции; транспортировка нефти от месторождения к нефтеперерабатывающему заводу; поставка в большом объеме - порядка 100 миллионов тонн в год - высококачественной природной питьевой воды в густонаселенные регионы мира на расстояние 5...10 тысяч километров и т. п. Струнные дороги могут быть также грузовыми, пассажирскими (в том числе чисто туристического назначения) и грузопассажирскими магистральями.

Таким образом, технико-экономические и экологические характеристики предлагаемого вида транспорта чрезвычайно привлекательны:

1) для прокладки струнных трасс потребуется незначительное отчуждение земли (в 150...200 раз меньше, чем для автомобильных и железных дорог);

2) отпадает необходимость в устройстве насыпей, выемок, тоннелей, в вырубке лесов, сносе строений, поэтому СТС легко внедряема в городскую инфраструктуру и реализуема в сложных природных условиях: в зоне вечной мерзлоты, в горах, болотистой местности, пустыне, в зоне водных препятствий (реки, озера, морские проливы, шельф океана и др.);

3) повышается устойчивость коммуникационной системы к стихийным бедствиям (землетрясения, оползни, наводнения, ураганы), неблагоприятным климатическим условиям (туман, дождь, гололед, снежные заносы, пыльные бури, сильные жара и холод и т.п.);

4) благодаря низкой материалоемкости и высокой технологичности трассы СТС будут дешевле обычных (в 2...3 раза) и скоростных (в 8...10 раз) железных дорог и автобанов (в 3...4 раза), монорельсовых дорог (в 2...3 раза), поездов на магнитном подвесе (в 15...20 раз), поэтому проезд по СТС будет самым дешёвым - 5...8 USD/1000 пасс.·км и до 2...5 USD/1000 тонно·км.

Трассы СТС легко совмещаются с линиями электропередач, ветряными и солнечными электростанциями, линиями связи, в том числе оптоволоконными, поэтому струнные трассы станут не только скоростными дорогами, но и коммуникационными системами.

Предельная пропускная способность двухпутной трассы: до 500 тысяч пассажиров в сутки (около 200 миллионов человек в год) и до 500 тысяч тонн грузов в сутки (около 200 миллионов тонн грузов в год).

Степень проработанности СТС в настоящее время такова, что её работоспособность и реализуемость не вызывает сомнений ни у разработчика, ни у экспер-

тов. Главная причина того, почему программа СТС до сих пор не реализована практически, - отсутствие финансирования. Работы над струнным транспортом, вот уже в течении почти 20 лет, ведутся за счёт автора и его энтузиазма, чего, безусловно, недостаточно. Нет и реальной государственной поддержки, хотя программу СТС, например, поддержал и лично заинтересовался ею президент Республики Беларусь Александр Лукашенко. Реальная поддержка в виде гранта, начиная с января 1999 г., осуществляется только со стороны Центра ООН по населённым пунктам (Хабитат) и небольших частных инвестиций.

Создана математическая динамическая модель СТС, к исследованию которой привлекались группы математиков из Белорусского государственного университета, Петербургского государственного университета транспорта, Воронежской политехнической академии, Академии наук Белоруссии и Украины. Основные результаты исследований изложены в монографии автора СТС "Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе" (г. Гомель, Беларусь, 1995г.). Действующая модель СТС экспонировалась: на двух Лейпцигских ярмарках (Германия, 1995г.) и Ганноверской промышленной ярмарке (Германия, 1996г.); на выставках достижений Академии Наук Белоруссии (1995, 1996 и 1997 гг.); на международных выставках "Инновации - 98", Москва (диплом первой степени), "Спецтранспорт - 99" и "Дорога - 99", Москва. Везде СТС получила высокую оценку специалистов.

Как быстро можно практически реализовать струнную систему?

Рассматривались и анализировались различные возможные варианты прокладки трасс СТС, в частности, для 2-го Критского транспортного коридора по трассе "Париж - Москва". Международная конференция по данному транспортному коридору, состоявшаяся в г.Минске в октябре 1997г., в которой участвовали транспортники 14 стран, именно СТС рекомендовала Европейскому Союзу в качестве высокоскоростной составляющей Критских коридоров [9]. С таким же предложением правительство Белоруссии обратилось в 1998 г. к правительству города Москвы. В этой связи необходимо отметить, что Совет Министров ЕС принял решение о выделении на девять Критских коридоров 400 миллиардов USD на период до 2010 г.

Если, например, финансирование создания СТС "Париж - Москва" будет открыто в 2001 г., то в 2006 г. трасса может быть введена в эксплуатацию. Один строительный отряд сможет построить свыше 300 км трассы в год. Поэтому 8 отрядов, работающих одновременно на разных участках, построят магистраль в течение одного года, 2005.

На разработку моторного блока, ходовой части и салона транспортного модуля, электронных систем управления и безопасности, а также других составных элементов СТС в 2001г. будут объявлены международные тендеры. В них активное участие могут принять такие крупнейшие корпорации, как "Дженерал электрик", "Даймлер-Бенц", "Майкрософт", "Интел", "Мицубиси" и другие. Во-первых, потому, что работы будут оплачены, а, во-вторых, СТС - новый рынок, причём очень ёмкий (по оценкам экспертов мировой рынок для СТС превышает триллион USD), который захотят освоить и занять со своей элементной базой упомянутые и другие корпорации. Разработку объявленных в тендер элементов СТС они завершат в течение 3 лет, к 2004 г. В 2004 г. все эти системы, а также системы, созданные собственными силами, будут испытаны и оптимизированы на опытном участке, проектирование которого завершится в 2001 г., а он может быть построен в России в 2002 г.

Общий объём затрат для трассы СТС "Париж (Лондон) - Москва" составит 5,7 млрд. USD (протяжённость трассы 3110 км), из них 5,2 млрд. USD - на трассу и инфраструктуру, а 0,5 миллиарда - на подвижной состав.

Затраты по годам: 2001 г. - 10 млн. USD, 2002 г. - 100 млн. USD, 2003 г. - 500 млн. USD, 2004 г. - 1 млрд. USD, 2005 г. - 4,1 млрд. USD.

С 2006 г. трасса, введённая в строй, начнёт окупаться, и к 2009 г. полностью окупит все затраты. Себестоимость проезда из Москвы в Париж при этом составит 32 USD/пасс., время в пути - 7 час 10 мин (расстояние 2770 км, расчётная скорость движения 400 км/час). Начиная с 2010 г. эта струнная магистраль будет

давать в среднем около 2 млрд. USD в год чистой прибыли, общий объём которой к 2020 г. достигнет 20 млрд. USD. Поэтому программа СТС станет очень привлекательной для инвесторов и полностью может быть реализована за счёт негосударственных инвестиций и акционерного капитала.

Для создания сети высокоскоростных дорог в России потребуются минимальные государственные средства. Например, сеть трасс СТС "Лиссабон (Лондон) - Москва - озеро Байкал - Пекин (Сеул - Токио) - Дели - Эль-Кувейт" протяжённостью около 30 тысяч километров может быть создана в течение ближайших 10 лет за счёт иностранных инвестиций в программу "Живая вода России". Данная программа позволит выйти на доходную часть в 100-200 млрд. USD/год и окупит созданную сеть дорог в течение одного года. Не меньшие валютные доходы для России даст природный холодильник - морозы Сибири и северных территорий, так как уже сегодня стоимость пищевого природного льда на мировом рынке достигает 7 тыс. USD/т (против 500...1000 USD/т для высококачественной природной питьевой воды). Это выше стоимости меди и алюминия и дороже, например, нефти в 50 раз. В то же время потребность человечества в бутилированной питьевой воде высокого качества, более половины мировых запасов которой сосредоточены в России (Байкал, озеро Таймыр, Онежское озеро и др.), уже сегодня достигает 10 млрд. тонн/год (для сравнения: годовое потребление нефти - около 2 млрд. тонн, угля - 3,5 млрд. тонн). Только СТС способна обеспечить реализацию такой программы, так как в этом случае себестоимость байкальской воды, доставленной, например, в Мадрид будет 0,05 USD/литр, пищевого льда - 0,1 USD/кг, а в Москву, соответственно, 0,03 и 0,07 USD.

Реинвестируя половину заработанных с помощью СТС только на данной программе средств, можно будет построить в России в течение 40-50 лет недостающий миллион километров дорог. Причем дорог скоростных, которые простоят 100 лет, а не развалятся через 2-3 зимы, и не утонут в болоте или в вечной мерзлоте. Дорог, которые зимой не надо будет чистить от снега и льда и посыпать песком и антиобледенительными солями, а также - латать каждый сезон.

Такая задача, например, для России будет не сложнее тех проблем, которые были решены в США в XX веке. Для обеспечения жизнедеятельности 250 млн. человек на территории этой страны было построено свыше 5 млн. километров более дорогих и более экологически опасных, и к тому же низкоскоростных автомобильных транспортных коммуникаций с соответствующей инфраструктурой и с созданием автомобильной промышленности, обеспечивающей ежегодный выпуск миллионов автомобилей.

СТС, например, позволит соединить Европу и Азию с Америкой сухопутной скоростной трассой "Лондон (Париж) - Москва - озеро Байкал - Якутск - Берингов пролив - Калгари - Нью-Йорк". Такая трасса протяжённостью 21 тыс. км и стоимостью около 40 млрд. USD окупится бы своё создание за 4...5 лет.

Могут быть предложены десятки вариантов прокладки струнных трасс, стратегически и геополитически важных практически для всех континентов и стран мира.

## Часть 2. Сто вопросов автору

### Технические аспекты

#### 1. Что представляет собой СТС?



Однопутная трасса СТС представляет собой два специальных токонесущих рельса-струны (изолированные друг от друга и опор), по которым движется четырёхколёсный высокоскоростной электропоезд. При использовании автономного энергообеспечения модуля путевая структура будет обесточенной. Благодаря высокой ровности и жёсткости струнной путевой структуры на СТС легко достижимы скорости движения в 250...350 км/час, а в перспективе и более высокие скорости -

до 500...600 км/час. Трассы могут быть многопутными, с размещением путевых структур как на общих, так и на отдельно стоящих опорах.

#### 2. Что такое рельс-струна?

Рельс-струна (с точки зрения строительной механики) представляет собой жёсткую нить, включающую балку (пустотелый рельс специальной конструкции) и размещённые внутри с провесом несколько высокопрочных стальных канатов, натянутых до суммарного усилия в несколько сотен тонн. Рельс и канаты связаны друг с другом (объединены) в единую конструкцию. Рельс-струна сочетает в себе свойства гибкой нити и жёсткой балки.

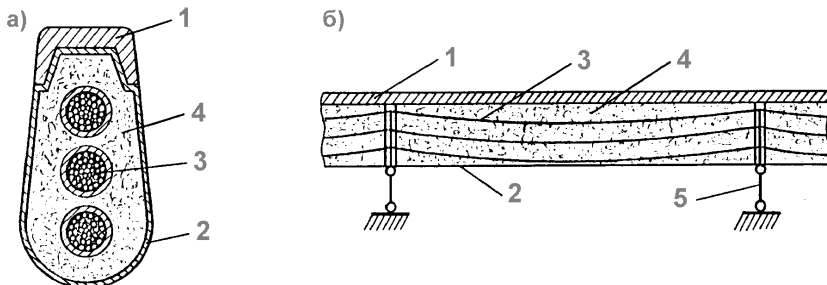
#### 3. Аналоги рельса-струны в строительных конструкциях?

Ближайшим аналогом является железобетонная предварительно напряжённая балка моста, содержащая жёсткие элементы (бетонная армированная конструкция) и размещённые внутри балки в специальных каналах гибкие пучки натянутых до напряжений 100...150 кгс/мм<sup>2</sup> стальных проволок. Балка и пучки проволок объединены в одно целое путём заполнения каналов твердеющим составом, например, цементным раствором или эпоксидной смолой.

Второй аналог: висячий мост, имеющий балку жёсткости, которая поддерживается канатом, имеющим провес. Балка и канат объединены в одно целое с помощью подвески.

#### 4. В чём тогда принципиальное отличие рельса-струны?

Рельс-струна спроектирована таким образом, что провесы струны (каната) при пролётах 10...100 м составляют 1...10 см. Струна с таким провесом легко размещается внутри конструкции небольших поперечных размеров (см. рис.).



Конструкция рельса-струны:

а) поперечный разрез; б) продольный разрез; 1 - головка; 2 - корпус; 3 - струна; 4 - наполнитель; 5 - поддерживающая опора.



### 5. Поперечные размеры и вес рельса-струны?

Рельс-струна имеет следующие максимальные поперечные размеры: ширина 10 см, высота 20 см. Масса погонного метра составляет 50...75 кг, из них 50...75% приходится на сталь.

### 6. Рельс-струна легче железнодорожного рельса?

Да, материала одного современного тяжёлого железнодорожного рельса (с учётом подкладок, болтовых креплений и т.д.) хватит для изготовления путевой структуры (двух рельсов-струн) однопутной СТС такой же протяжённости.

### 7. Для изготовления рельса-струны понадобятся уникальные материалы?

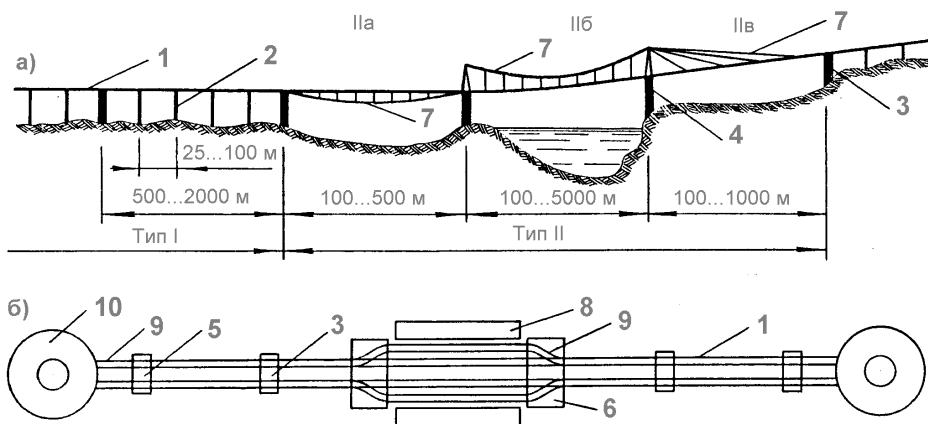
Нет, все необходимые материалы выпускаются сегодня промышленностью любой высокоразвитой страны, в том числе и России. Например, для головки рельса, по которой собственно и движется в СТС экипаж, подходит сталь, используемая в железнодорожных рельсах. Поэтому головку можно прокатать на тех же прокатных станах, только надо сменить оснастку на них на более простую, т.к. профиль головки проще, чем у железнодорожного рельса (её профиль близок к швеллеру, а погонная масса значительно ниже чем у рельса: 15...30 кг/м).

Струна же в СТС представляет собой невитой канат, набранный из высокопрочных стальных проволок диаметром 1...5 мм. Эта проволока, прочностью на разрыв 90...350 кгс/мм<sup>2</sup>, выпускается сегодня промышленностью для канатов, тросов, в том числе для висячих и вантовых мостов, предварительно напряжённых железобетонных конструкций, стального корда автомобильных шин и т.д. Для струны подходят десятки марок стали, выпуск которых освоен в крупносерийном производстве, поэтому нет необходимости их перечислять.

То же самое можно сказать и об остальных элементах рельса-струны, путевой структуры, опор и транспортного модуля СТС - эти элементы либо выпускаются промышленностью, либо освоение их выпуска не представит особых сложностей.

### 8. Линейная схема трассы?

Линейная схема трассы показана на рисунке.



Линейная схема трассы:

а) вид сбоку; б) вид сверху; 1 - двухпутная путевая структура; 2 - поддерживающая опора; 3,4,5,6 - анкерные опоры, соответственно: промежуточная; пилон; конечная; со стрелочным переводом; 7 - поддерживающий канат; 8 - промежуточная станция; 9 - участок трассы, выполненный из обычных рельсов (типа железнодорожных); 10 - кольцевой вокзал.

В зависимости от длины пролёта путевая структура СТС подразделяется на два характерных типа: I - обычной конструкции (пролёт до 100 м); II - с дополнительной поддерживающей канатной конструкцией (пролёт более 100 м) с размещением каната: а) внизу; б) сверху - с параболическим прогибом; в) сверху - в виде вант. Опоры СТС подразделяются на три характерных типа: анкерные (установлены через 500...2000 м и более), тормозные (через 200...500 м) и поддерживающие (через 10...500 м).

### 9. Каковы усилия натяжения струн?

На один рельс-струну оптимальное усилие натяжения составит 250 тонн (при расчётной прочности проволоки на разрыв  $100 \text{ кгс/мм}^2$  их суммарная площадь поперечного сечения составит  $25 \text{ см}^2$  на один рельс, а масса - около  $20 \text{ кг/м}$ ; если струну выполнить в виде трёх канатов, диаметр каждого каната будет около  $35 \text{ мм}$ ).

Для сравнения: канаты современных висячих мостов достигают в поперечнике  $1500 \text{ мм}$ , а усилия их натяжения -  $100$  тыс. тонн и более. Между прочим у СТС и висячего моста одинаковая пропускная способность (для пассажиро- и грузопотока). Усилия натяжения в  $250 \text{ тс}$  на один рельс-струну обеспечат длину пролёта до  $100 \text{ м}$ ,  $500 \text{ тс}$  - до  $1000 \text{ м}$ ,  $1000 \text{ тс}$  - до  $2000 \text{ м}$ .

### 10. Максимально возможный пролёт?

Пролёты путевой структуры СТС, превышающие  $100 \text{ м}$ , должны поддерживаться специальным тросом (размещённым снизу или сверху), т.е. они должны быть выполнены по типу висячих или вантовых мостов. Учитывая малый вес путевой структуры и транспортных модулей СТС, канаты диаметром  $10 \text{ см}$  из высокопрочной стальной проволоки обеспечат поддержание пролёта длиной до  $2000 \text{ м}$ ,  $20 \text{ см}$  - до  $4000 \text{ м}$ . Современные композиционные материалы обеспечат максимальную длину пролёта в  $5000...6000 \text{ м}$ .

### 11. Насколько жёсткой будет путевая структура?

Важна относительная жёсткость пути: отношение прогиба конструкции под действием веса расчётной нагрузки, размещённой в середине (или четверти) пролёта, к длине пролёта. Современные мосты, в том числе висячие, проектируют в России с расчётной относительной деформативностью, равной  $1/400$ . СТС спроектирована на порядок более жёсткой: прогиб струнной конструкции с пролётом  $50 \text{ м}$  под действием веса транспортного модуля ( $5000 \text{ кгс}$ ) составит около  $10 \text{ мм}$ , или  $1/5000$ . Таким образом, для движущегося колеса струнный путь будет на порядок более ровным, чем, например, железнодорожный путь высокоскоростной магистрали, уложенный по современному железобетонному или стальному мосту.

Строительные (монтажные) прогибы элементов путевой структуры под действием собственного веса представлены в таблице.

Таблица

Прогибы конструкции СТС под действием собственного веса

Длина пролёта, м	Статический (монтажный) прогиб элемента конструкции			
	струны в рельсе		поддерживающего каната	
	Абсолютный прогиб, см	Относительный прогиб	Абсолютный прогиб, м	Относительный прогиб
25	1,6	1/1600	-	-
50	6,3	1/800	-	-
75	14,1	1/530	-	-
100	25	1/400	0,25	1/400
250	-	-	1,56	1/160
500	-	-	6,25	1/80
750	-	-	14,1	1/53
1000	-	-	25	1/40

## 12. А как же температурные деформации?

Продольных деформаций не будет вообще, ни в рельсе, ни в струне - ведь их длина остаётся неизменной и летом и зимой. Рельс и струна не будут иметь температурных деформационных швов по длине, как не имеют их, например, телефонные провода и провода линий электропередач, которые также, как и струны в рельсе, подвешены к опорам с провесом и тянутся без стыков на многие километры. Однако изменение температуры в конструкции приведёт к изменениям её напряжённо-деформированного состояния.

Путевая структура СТС спроектирована таким образом, чтобы в рельсе и струне при любых расчётных изменениях температуры были только усилия растяжения, поэтому конструкция не сможет потерять устойчивость, что могло бы произойти при появлении в этих элементах усилий сжатия. Например, при максимальном перепаде температур в  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (от  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$  летом на солнце до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  зимой) максимальный диапазон изменения напряжений растяжения составит около  $2500\text{ кгс/см}^2$ : для струны - от  $7500\text{ кгс/см}^2$  (летом) до  $10000\text{ кгс/см}^2$  (зимой), для рельса, соответственно, от нуля до  $2500\text{ кгс/см}^2$ . При уменьшении перепада температур изменение напряжённо-деформированного состояния будет пропорционально снижаться.

## 13. Температурные изменения натяжения струны приведут к искривлению пути. Это не опасно?

Действительно, появится искривление пути в плоскости провеса струны (т.е. в вертикальной плоскости), пропорциональное её начальному провесу и относительному изменению натяжения. Для перепада температур в  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (или относительно нейтрального значения - в  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) максимальное вертикальное искривление пути на пролёте  $50\text{ м}$  составит около  $5\text{ мм}$ , или  $1/10000$ . При этом зимой путь выгнется вверх на  $5\text{ мм}$ , а летом - вниз на те же  $5\text{ мм}$ . Такие микронеровности легко компенсируются подвеской колеса и они не скажутся на плавности хода экипажа при скоростях движения до  $500\text{..}600\text{ км/час}$ . Кроме этого, поскольку температурные прогибы носят заданный и заранее известный характер при данной температуре воздуха, то управляемая компьютером подвеска колеса будет автоматически исправлять профиль пути.

## 14. Подвижной состав будет сильно изменять натяжение струны?

В пределах  $1\%$ . Это объясняется особенностями кинематической схемы струнной путевой структуры. На рис. 1 показана струнная блочная система, в которой напряжения в струне не зависят от внешней нагрузки  $P$ . Такая конструкция может быть трансформирована в линейную схему большой протяжённости (рис. 2).

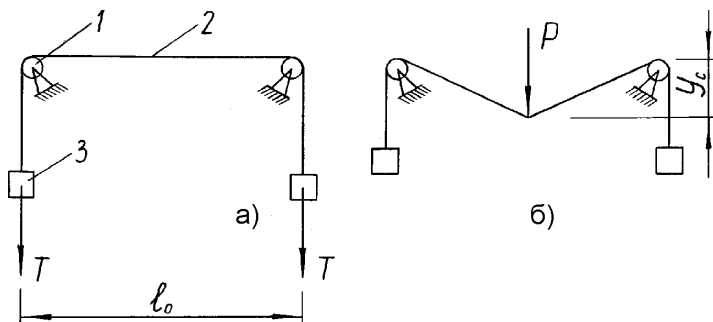


Рис. 1. Струнная блочная система:

а - без внешней нагрузки; б - с нагрузкой; 1 - блок; 2 - струна; 3 - груз.

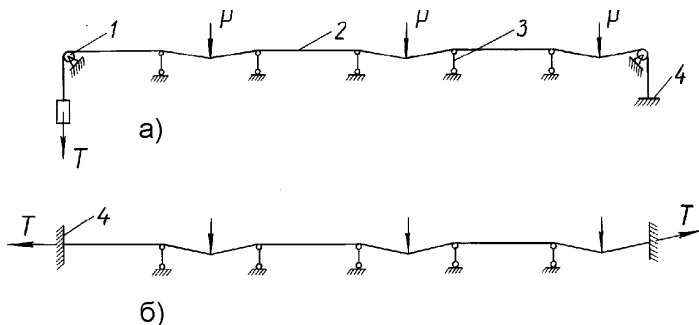


Рис. 2. Струнная линейная схема:

а - с блоком на конце струны; б - с заделкой концов струны; 1 - блок; 2 - струна; 3 - шарнирная опора; 4 - заделка (анкер).

Проведённый анализ показал, что при  $P < 0,01T$  (что и соблюдается в СТС) напряжённно-деформированное состояние конструкций, показанных на рис. 1 и 2, отличаются друг от друга на значения, не превышающие 1% (более точно - 0,1...0,5%). Такой разницей в инженерных расчётах можно пренебречь, а конструкции можно считать идентичными. Это существенно отличает СТС от других строительных конструкций, например, мостов и путепроводов. Последние в процессе эксплуатации испытывают миллионы циклов нагружения, при этом каждый раз напряжения в элементах конструкции, например, в арматуре железобетонных балок, увеличиваются в 2 и более раз. Это приводит к развитию усталостных явлений в конструкции, что снижает срок её службы и увеличивает эксплуатационные расходы по ремонту.

Поскольку напряжённно-деформированное состояние СТС практически неизменно весь период эксплуатации, независимо от того, сколько нагрузок за это время прошло, то и долговечность струнной путевой структуры будет повышенной.

### 15. Как точно будет выдерживаться колея?

Левая и правая рельсы-струны будут связаны друг с другом через каждые 5...10 м специальными поперечными планками, которые будут фиксировать колею, как и шпалы на железной дороге. В промежутке между ними боковое усилие, например, под действием ураганного бокового ветра, в размере 100...150 кгс на одно колесо, изменит ширину колеи из-за изгиба рельса на 1...2 мм, что не представит опасности для движущегося колеса экипажа до скоростей 500...600 км/час.

### 16. Если рельсы “разъедутся”, не провалится ли экипаж вниз?

Такая опасность существует на железных дорогах, в том числе и высокоскоростных: известно много крушений поездов, обусловленных данной причиной. Это потому, что колесо поезда имеет один гребень. В СТС каждое колесо модуля имеет две реборды (по одной реборде с левой и правой стороны головки рельса, см. рисунок) и независимую друг от друга подвеску. Поэтому транспортный модуль будет не критичен к ширине колеи. Например, можно так спроектировать подвеску колеса, что изменение ширины колеи, например, на 10 мм не только не приведёт к сходу, но и будет штатным режимом движения. В свете сказанного легче сходят с трассы автомобили, ведь их удерживают на дороге только силы трения, поэтому они оказываются в кювете, особенно в гололёд, значительно чаще, чем поезда, так как последние удерживаются на колее благодаря ребордам на колёсных парах.

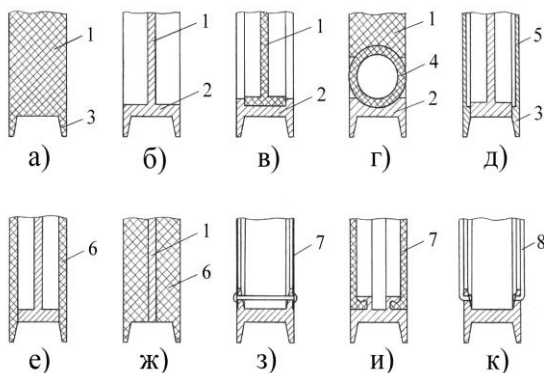


Рис. Конструкция опорной части колеса:

а, б - цельное (монокотное) колесо; в, г, з, и, к - составное с подвижным ободом; д, е, ж - комбинированное с подвижными ребордами; 1 - тело колеса; 2 - обод; 3 - реборда; 4 - упругий торроидальный элемент; 5 - упругая пластина; 6 - упругий диск; 7 - мембрана; 8 - спица.

### 17. В конструкциях, как правило, используют витые канаты (тросы). Почему струна в СТС набрана из прямых проволок?

У струны СТС совсем иное назначение, чем, например, у каната подъемного крана, который постоянно наматывается на барабан (или сматывается с него), многократно перегибается на многочисленных шкивах. У витого каната главное свойство, кроме прочности, конечно, - гибкость. Это и достигается переплетением проволок. Кроме того, витой канат обжимается в одно целое, поэтому он не распушивается, если оборвутся отдельные проволоки. Однако, в случае обрыва проволок нагрузка от них перераспределяется за счёт сил трения на оставшиеся целыми проволоки и те перенапрягаются.

Перенапряжение вызывает и само переплетение проволок, т.к. в зоне их контакта друг с другом происходит повышенный износ и возникают очень высокие контактные напряжения. В конечном счёте, это может привести к обрыву каната, поэтому они так тщательно проверяются на целостность отдельных проволок. Кроме этого, нити в переплетённом канате размещены под углом к продольной оси (и действительно продольной нагрузки), поэтому несущая способность их снижена. Снижен и модуль упругости каната:  $(1,5...1,8) \cdot 10^6$  кгс/см<sup>2</sup>, в то время как у стали  $E = (2...2,1) \cdot 10^6$  кгс/см<sup>2</sup>.

Струна же СТС является стационарным элементом, ей гибкость не нужна, как и не нужны все перечисленные недостатки витого каната. Зато появляются очень важные достоинства:

а) в случае обрыва отдельных проволок они сокращаются по длине (струна помещена в защитную оболочку, которая заполнена специальным антикоррозионным составом типа солидола) и поэтому не происходит передача их напряжений на другие проволоки; конструкция становится некритичной к числу обрывов проволок;

б) в струне отсутствуют контактные напряжения между проволоками и, соответственно, их локальный износ, появление дефектов, зон перенапряжения и т.п.;

в) модуль упругости у струны будет как у стали -  $(2...2,1) \cdot 10^6$  кгс/см<sup>2</sup>;

г) отсутствие требований к гибкости позволит набирать струну из проволок большего диаметра (3...5 мм), поэтому она будет иметь меньшую суммарную поверхность и, соответственно, будет более коррозионно и механически устойчивой, а также - более долговечной.

Всё это повысит долговечность конструкции и снизит расход высокопрочной стали на струну в 1,2...1,5 раза в сравнении с витым канатом.

### 18. Какова вероятность обрыва струны?

Каждая струна набрана из нескольких сотен высокопрочных проволок и помещена в защитную оболочку, заполненную антикоррозионным составом. Всё это размещено внутри полого корпуса (рельса), заполненного затвердевшим за-

полнителем (например, на основе эпоксидной смолы). Сверху конструкцию закрывает головка рельса. Таким образом, струна надёжно защищена от внешних воздействий, как атмосферных, так и механических.

Перед монтажом каждая высокопрочная проволока пройдет проверку на бездефектность. Кроме того, линейная схема СТС такова, что наличие в пролёте подвижной нагрузки изменяет (увеличивает) напряжения растяжения в струне всего на 0,1...0,5%. Поэтому весь период эксплуатации трассы наиболее ответственный элемент конструкции - струна - будет находиться в практически неизменном (статическом) напряжённо-деформированном состоянии. Это также увеличит срок службы системы, т.к. в ней не будет происходить накопление усталостных явлений.

Всё это позволяет спрогнозировать, что у СТС будет выше срок службы, чем у ближайшего аналога - висячего моста, и превысит 100 лет. При этом, поскольку каждая проволока в струне работает независимо от остальных (они не переплетены и размещены в струне параллельно друг другу), то её обрыв, и даже обрыв 50% проволок, не приведёт к обрушению конструкции. Конструкцию будет держать остальные, оставшиеся целыми, проволоки, при этом напряжения растяжения в них останутся неизменными (изменения будут в пределах 1%).

Всех перечисленных преимуществ нет, например, у существующих канатных дорог - их стальные канаты открыты воздействию агрессивной воздушной среды, они изнашиваются, особенно проволоки верхних (наружных) слоёв, всё время переламываются на шкивах, испытывая за срок службы миллионы циклов, они уязвимы внешним механическим воздействиям, например, выстрелу из ружья и т.п. И, тем не менее, обрывы канатов на канатных дорогах, рекордные пролёты на которых достигли 3000 м, бывают крайне редки.

### **19. А если будет оборван путь целиком?**

Одновременно перебить (оборвать) сотни механически защищённых и удалённых друг от друга на несколько метров проволок, причём одновременно с разрушением двух рельсов, технически очень сложно. Вероятность этого близка к нулю.

Среднее расстояние между экипажами на трассе будет более 1000 м, поэтому вероятность того, что на аварийном пролёте длиной 50 м в момент обрыва пути будет находиться экипаж, составит менее 1/20. При этом вероятность схода с пути появится только тогда, когда путь будет оборван перед колёсами, а не сзади них - в последнем случае экипаж успеет выскочить из аварийного пролёта.

Таким образом, вероятность того, что один из модулей окажется в аварийной ситуации, составит менее 1/40 даже в случае полного разрушения пути. Остальные модули, находящиеся перед аварийным участком, будут остановлены и направлены в обратную сторону, либо на встречную линию, которая будет переключена на режим работы однопутной трассы.

Поскольку у сошедшего с трассы экипажа будет потерян контакт с рельсами всех четырёх колёс, автоматический сработает пиропатрон одноразового парашюта, которым снабжён каждый экипаж, и, одновременно с ним, - воздушные подушки безопасности в салоне. Парашют погасит высокую скорость движения и модуль опустится на землю с невысокой скоростью и не будет разрушен, т.к. его корпус будет выполнен в виде высокопрочного моноблока. Поэтому вероятность гибели людей в описанной ситуации будет значительно ниже, чем, например, у пилотов "Формулы - 1" в аналогичной ситуации.

### **20. Чем обусловлена высокая ровность струнного пути?**

Во-первых, что может быть ровнее натянутой до высоких напряжений струны? Даже изначально неровная и кривая она выпрямляется. Все продольные элементы пути (струна, головка рельса, корпус рельса) находятся всё время, и зимой и летом, только в растянутом состоянии.

Во-вторых, головка рельса с высокой точностью будет шлифована во всей своей длине. При этом макронеровности (свыше 1 мм) будут устранены системой юстировки пути, микронеровности (менее 1 мм) - сошлифованы.

В-третьих, все нагруженные элементы трассы - рельс, струна, опора, свайный фундамент - будут работать в штатных режимах эксплуатации только в упругой стадии, без каких-либо пластических деформаций, которые имеют свойство накапливаться и достигать критических значений.

Поэтому в СТС не будет таких работ, как подбивка шпал, перенатяжка рельсов, подсыпка размоин в насыпях на железных дорогах, устранение колеи, колдобин, заделка выбоин, провалов полотна, температурных трещин и т.п. на автомобильных дорогах. Весь период эксплуатации на всём протяжении трассы в головке рельса СТС не будет ни одного стыка (вернее, они будут, но - без зазоров и перепадов высот). Это будет действительно бархатный путь.

### **21. А как же износ рельса?**

Рельс, вернее его головка, будет набран по длине (без зазоров) из технологически удобных участков, например, длиной 10 м. Износившийся же или дефектный участок рельса может быть заменён в любое время. В то же время срок службы рельса в СТС будет значительно выше, чем на высокоскоростных железных дорогах и составит несколько десятков лет. Это объясняется на порядок меньшими нагрузками на колесо, более благоприятной динамикой как в зоне контакта “колесо - рельс”, так и отсутствием работы рельса на излом (под колесом), высокой задемпфированностью всех элементов рельса-струны, что исключает появление пиковых динамических нагрузок и т.п.

### **22. Известно, что при высоких механических напряжениях материал релаксирует. Это не опасно?**

Действительно, любая система, механическая в том числе, со временем стремится к термодинамическому равновесию. Например, в растянутой проволоке при неизменном удлинении растягивающая сила со временем уменьшается. При расчётном напряжении в струне в 100 кгс/мм<sup>2</sup> и расстоянии между анкерными опорами 1000 м начальное удлинение (растяжение) проволоки в струне составит около 500 см, или 1/200 от её начальной длины.

Примерно такие же начальные напряжения и относительные удлинения испытывают предварительно напряжённая высокопрочная проволока в железобетонных, например, мостовых конструкциях, канаты висячих и вантовых мостов, канаты Останкинской телебашни, рессоры транспортных средств, пружины в различных механизмах и т.д. Наиболее близким аналогом является предварительно напряжённая проволока в железобетонных конструкциях - она, как и струна в СТС, является прямой (во многих конструкциях используются витые канаты, релаксация в которых обусловлена не столько процессами релаксации в стали, сколько обжатием самого каната) и омоноличена с остальной конструкцией.

Опыт эксплуатации мостов в течение многих десятилетий показал, что релаксация высокопрочной стальной проволоки незначительна и не представляет особой опасности. При этом необходимо помнить, что в железобетонных конструкциях (в отличие от СТС) релаксирует, причём более сильно, предварительно обжатый бетон. Более того, балки мостов работают на изгиб, при этом высота балки в десятки раз меньше её длины, поэтому даже незначительные дополнительные деформации растянутой арматуры (в растянутой зоне) или сжатого бетона (в сжатой зоне балки) приводят к многократному, в десятки раз большему, прогибу балки под нагрузкой.

В свете сказанного, струна в рельсе СТС находится в более благоприятных условиях эксплуатации и релаксация на 1...2 порядка менее опасна, чем в предварительно напряжённых железобетонных конструкциях. Из этого можно сделать вывод, что по меньшей мере лет сто (как и Эйфелева башня, сталь которой также подвержена релаксации) СТС простоит без проблем.

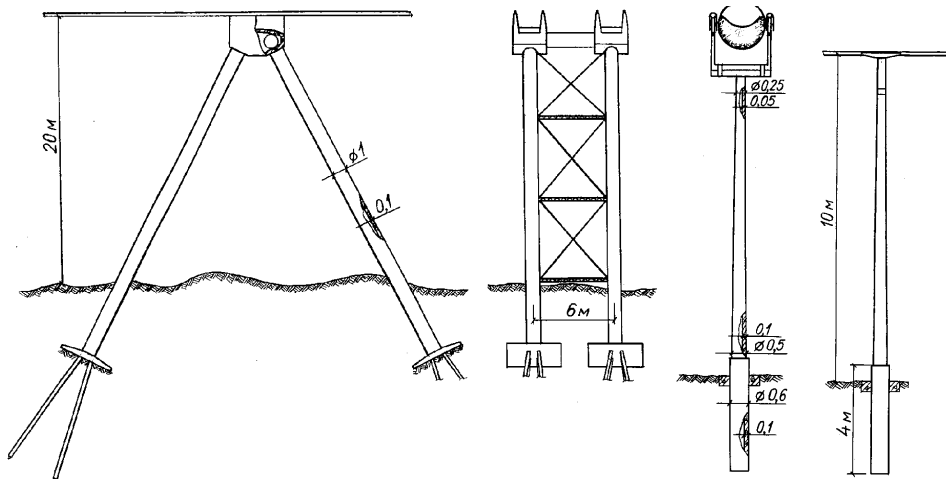
### **23. Как часто установлены опоры?**

Опоры подразделяются на два характерных типа:

а) анкерные, в которых осуществляется анкеровка струны;

б) поддерживающие (промежуточные), которые поддерживают путевую структуру в промежутке между анкерными опорами (см. рисунок).

Опоры, в зависимости от рельефа местности и требований к трассе, будут установлены с шагом: анкерные - 500...2000 м (при необходимости - до 10 км), промежуточные - 20...100 м (при необходимости до 500 м).



Анкерная опора двухпутной трассы СТС

Промежуточная опора малой высоты однопутной СТС

#### 24. На трассе будут повороты?

Учитывая, что СТС не критична к рельефу местности, трасса может быть проложена по кратчайшему пути - по прямой линии. Но при необходимости путевая структура может иметь кривизну как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Из соображения комфортности движения (перегрузки на кривых не должны ощущаться пассажирами), радиусы кривизны трассы для скорости движения 300 км/час должны быть не менее 10 тыс. м, 400 км/час - не менее 15 тыс. м, 500 км/час - 20 тыс. м. При меньших радиусах поворота горизонтальных кривых на них будут выполнены виражи. Кривые могут иметь и меньший радиус, порядка 1000 м и менее, но тогда на этих участках трассы скорость движения должна быть снижена до 100...150 км/час.

#### 25. Опоры испытывают большие нагрузки?

Конструктивно и по нагрузкам опоры СТС близки к опорам высоковольтных линий электропередач, которые, как известно, испытывают на несколько порядков меньшие нагрузки, чем, например, опоры современных автомобильных и железнодорожных мостов.

Минимальная вертикальная нагрузка на промежуточную опору однопутной трассы СТС (с учётом подвижной нагрузки) - 20 тс (пролёт 50 м), максимальная аварийная - 250 тс (пролёт 500 м).

Анкерные опоры рассчитаны на восприятие горизонтальной нагрузки от струны. Такие нагрузки испытывают только концевые анкерные опоры, промежуточные же, т.е. технологические, анкерные (их число превышает 90% от всех анкерных опор) не будут испытывать горизонтальных нагрузок в процессе эксплуатации трассы, т.к. усилия от струны с одной и с другой стороны опоры будут уравновешивать друг друга.

Поэтому расчётное горизонтальное усилие в 250 тс на один рельс и 500 тс на анкерную опору однопутной трассы будет аварийным (в случае обрыва всех струн путевой структуры с одной стороны опоры) и технологическим (в процессе



монтажа, когда данная анкерная опора будет концевой, т.к. трасса далее ещё не построена). В штатных режимах эксплуатации трассы анкерные опоры (кроме двух концевых, более мощных опор) не будут испытывать горизонтальных усилий.

### **26. Высота опор?**

Минимальная высота опор, обусловленная безопасным прохождением под путевой структурой СТС сельскохозяйственной техники, диких и домашних животных, составляет 5 м. Максимальная высота опор ограничена лишь экономической целесообразностью и может достигать значений 100 м и более. Оптимальная высота опор на равнинной и слабопересечённой местности - 20...30 м. Такая высота позволит пересечь без просек практически любой лес, автомобильные и железные дороги, небольшие и средние реки, нанеся окружающей природной среде минимальный ущерб. На сильно пересечённой местности средняя высота опор составит 30...40 м.

### **27. На опоры уйдёт много материала?**

Нет, не много. Опоры могут быть железобетонными или стальными. В первом случае при средней высоте опор 25 м расход железобетона на их сооружение на один километр двухпутной трассы СТС составит около 300 м<sup>3</sup> (для сравнения: расход железобетона только на двухстороннее ограждение высокоскоростной железнодорожной магистрали достигает 750 м<sup>3</sup>/км). Таким образом, опоры СТС будут дешевле и менее материалоемки, чем, например, ограждение высокоскоростной железной дороги (без этого ограждения нельзя обеспечить стопроцентную безопасность, т.к. даже лось, вышедший на путь, приведёт к крушению поезда).

Если же сравнить расход железобетона на опоры СТС с материалоемкостью железобетонных шпал железной дороги, то 1/2 части шпал железной дороги хватит для изготовления опор трассы СТС такой же протяжённости. При выполнении опор стальными, расход стали будет также невелик, около 100 т/км для однопутной трассы, т.е. немногим больше массы современного тяжёлого железнодорожного рельса такой же длины (1000 м).

### **28. Опоры не будут качаться? Это может отразиться на ровности пути и безопасности движения?**

Путевая структура СТС опирается на верхнее строение опоры, которое имеет возможность перемещения в трёх основных направлениях: вдоль пути, поперёк пути и вниз. При высоте опоры в 25 м перемещение верха опоры в направлении движения экипажа (вдоль пути) даже на 50 см (!) приведёт к опусканию полотна всего на 5 мм, что при пролёте в 50 м практически не отразится на ровности пути (при перемещении же на 10 см, это опускание составит всего 0,2 мм).

Перемещение опоры вниз под действием веса конструкции и подвижного состава будет обусловлено жёсткостью конструкции на сжатие и несущей способностью фундамента и грунта. При свайном фундаменте, забитом, например, на глубину 10 м, исключены подвижки в грунте если, скажем стандартная свая забита до отказа в 100 тс, а расчётная нагрузка на неё всего 20 тс (для подвижки сваи её нужно будет, например, размывать водой на глубину свыше 5 м, что даже при наводнениях маловероятно). Поэтому вертикальное расчётное перемещение верха опоры будет в пределах 1 мм при самых неблагоприятных сочетаниях внешних нагрузок.

Наибольшую опасность представляют поперечные перемещения верха опоры, которые приведут к боковому искривлению пути. Безопасным будет искривление в пределах 5 мм на расстоянии 100 м, что обеспечит безопасное и комфортное движение экипажа при скоростях 500 км/час и выше. Поэтому промежуточные опоры спроектированы с высокой жёсткостью в поперечном направлении, что при самых неблагоприятных внешних воздействиях (порывистый ураганный ветер, боковая нагрузка от колеса и т.п.) приведёт к поперечным колебаниям опоры в пределах допустимых значений.

Для исключения последствий непредвиденных перемещений опор (например, в результате землетрясения, оползня и т.д.), каждая опора имеет систему юстировки пути, обеспечивающая точность в 0,1 мм.

### **29. А если опора будет разрушена, скажем, в результате террористической акции?**

Это не приведёт к аварии на линии. Ведь путь непрерывен. Падение опоры (каждая опора будет скреплена с путевой структурой через специальный отсёгивающийся механизм, подобно хвосту у ящерицы), приведёт лишь к увеличению пролёта вдвое и, соответственно, к некоторому повышению деформативности пути. На это среагирует подвеска колеса, а пассажиры ничего даже не почувствуют. Поэтому если террористы взорвут даже несколько опор подряд, они не выведут трассу из строя. СТС будет очень живучей транспортной системой, устойчивой не только к действиям террористов, но и природным сил: землетрясениям, смерчей, даже самых разрушительных, оползней, наводнений и т.д.

### **30. А если взорвут анкерную опору?**

Учитывая прочность опоры, на это понадобится не менее 10 кг тротила и тщательная подготовка к взрыву (у СТС будет разветвлённая система безопасности, включающая как электронные средства контроля за состоянием всех элементов трассы и экипажей, так и визуальные - например, путём облёта трассы на специально оборудованном вертолёте). Эти приготвления террористов обнаружит и на это среагирует служба безопасности, например, путём останковки движения на опасном участке трассы. Но если даже анкерная опора будет уничтожена, трасса СТС не будет выведена из строя, т.к. анкеровка струн может быть выполнена таким образом, что передача усилия на следующий участок трассы будет осуществляться в данном случае минуя тело опоры. То есть даже в случае разрушения анкерной опоры непрерывность струнного пути не будет нарушена.

### **31. В экипаже не будет водителя. Это не опасно?**

Как раз наоборот. Именно человек (так называемый “человеческий фактор”) наиболее слабое, уязвимое и небезопасное звено в управлении транспортным потоком, особенно высокоскоростным, где десятки, а то и тысячи участников движения. Это давно поняли японцы и продемонстрировали всему миру: за 20 последних лет высокоскоростные железные дороги Японии перевезли свыше 5 миллиардов человек и ни один из них не погиб. В таких поездах нет машинистов, они управляются электроникой (для успокоения пассажиров в первые годы в кабины поездов усаживали муляжи машинистов). Этот опыт учтён в СТС.

### **32. Насколько вероятны столкновения экипажей на линии?**

Эта вероятность приближается к нулю. Экипажи на одной линии не будут догонять, а тем более перегонять друг друга: они будут двигаться с одинаковой скоростью и неизменным расстоянием между ними, которое превышает тормозной путь, необходимый для аварийной остановки.

В СТС предусмотрено 4 режима торможения: служебное (ускорение до 1 м/с<sup>2</sup>, тормозной путь при скорости 300 км/час - более 3500 м), экстренное (2,5 м/с<sup>2</sup>, тормозной путь 1400 м), аварийное (10 м/с<sup>2</sup>, 350 м) и экстремальное (50 м/с<sup>2</sup>, 70 м).

Аварийное и экстремальное торможение осуществляется с использованием всех тормозных систем, в том числе специальных парашютов и электромагнитных систем торможения. При этом, одновременно со срабатыванием пиропатрона, который выбрасывает парашют, в пассажирском салоне сработают воздушные подушки безопасности, которые исключат смертельное травмирование пассажиров (максимальные перегрузки будут примерно равны тем, которые испытывают пассажиры легкового автомобиля при ударе в неподвижное препятствие на скорости 25 км/час).

Те же столкновения, которые происходят, например, на автомобильных дорогах, обусловлены тем, что:

а) каждый автомобиль управляется индивидуально, без согласования и учёта действий остальных участников движения (обгоны, повороты, чрезмерное сближение автомобилей, выезд на встречную полосу движения, и т.д.);

б) расстояние между автомобилями в потоке незначительно (10...50 м) и зачастую меньше тормозного пути, необходимого для остановки транспортного средства;

в) замедленная и часто неадекватная реакция водителя на аварийную ситуацию на дороге и т.д. и т.п.

Таких причин столкновений в СТС не будет: движение будет управляться из единого центра и многократно дублироваться линейными (размещёнными по трассе) и бортовыми компьютерами, объединёнными в сеть, поэтому необходимость в водителе отпадает. При этом все манёвры (остановка, съезд с трассы или выезд на неё, изменение скорости и т.д.) будут согласованы со всеми участками движения с учётом реального состояния трассы, транспортного модуля и реальных погодных условий (ветер, дождь, снег и т.д.).

### **33. Какова динамическая жёсткость пути?**

В СТС, как и в любой другой высокоскоростной транспортной системе, важнее динамическая жёсткость, а не статическая. Исследованы и определены конструктивные особенности путевой структуры и режимы движения экипажей, при которых отсутствуют резонансные явления в рельсе-струне (до скоростей 500...600 км/час). Более того - колебания пути будут возникать и оставаться позади движущегося экипажа, гаснуть за 0,1...0,5 сек, а следующий за ним экипаж будет двигаться по невозмущённому, идеально ровному полотну.

Здесь использованы те же принципы, что и при проектировании висячего моста: тот или иной элемент должен демпфировать колебания конструкции в своём диапазоне частот. Таким образом будут гаситься все возможные колебания конструкции: от низко- до высокочастотных, как от воздействия одиночных модулей и их потока, так и под действием ветра, в том числе порывистого, и т.п. При этом, благодаря инерционности и высокой жёсткости пути, динамическая амплитуда колебаний конструкции будет ниже статической, т.е. менее 1/5000. (Для сравнения: дорожное полотно автомобильной дороги считается ровным, если просвет под трёхметровой рейкой, приложенной к его поверхности, будет не более 10 мм, т. е. такое полотно имеет относительные неровности более 1/300).

### **34. Насколько экипаж СТС экономичнее легкового автомобиля?**

Если сравнивать со скоростным пятиместным легковым автомобилем, то экипаж СТС экономичнее (в пересчёте на одного пассажира) примерно в 20 раз: в 3 раза за счёт улучшения аэродинамики, в 3 раза за счёт повышения КПД двигателя (КПД электродвигателя более 90%, реальный КПД двигателя внутреннего сгорания - менее 30%), в 2 раза за счёт увеличения вместимости и в 1,2 раза за счёт уменьшения механических потерь (особенно в паре "колесо - дорожное полотно": у СТС это "сталь - сталь", у автомобиля - "резина - асфальт"). Удельный расход электроэнергии на СТС составляет: при скорости 300 км/час - 0,016 кВт·час/т·км для грузовых и 0,014 кВт·час/пасс.·км для пассажирских перевозок, при скорости 400 км/час, соответственно, - 0,031 кВт·час/т·км и 0,025 кВт·час/пасс.·км. Данные приведены для транспортных модулей грузоподъёмностью 4000 кг и двадцатиместных пассажирских экипажей, оснащённых двигателями мощностью, соответственно, 40 и 80 кВт (для 300 км/час) или 100 и 200 кВт (для 400 км/час). (Потребление электроэнергии легко пересчитать в расход горючего из соотношения: 1 литр бензина = 8,78 кВт·часа электроэнергии).

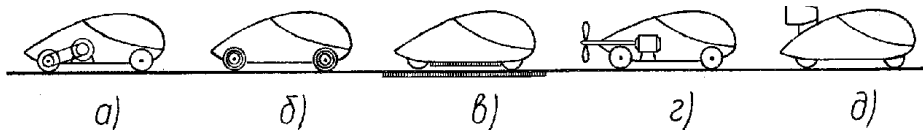
### **35. Обороты колеса транспортного модуля?**

Диаметр колеса транспортного модуля составит 50...70 см, поэтому оно будет иметь следующие обороты: при скорости 200 км/час - 1,5...2,1 тыс. об./мин, при 300 км/час - 2,3...3,2 тыс. об./мин, 400 км/час - 3,0...4,2 тыс. об./мин, 500 км/час - 3,8...5,3 тыс. об./мин.

Таким образом, даже при высоких скоростях движения транспортного модуля, обороты колёс и вращающих их двигателей будут рядовыми для современной техники (например, обороты турбины турбореактивного двигателя достигают значений 20...30 тыс. об./мин, при этом лопатки турбины испытывают сверхвысокие нагрузки и подвергаются воздействию очень высоких температур).

### 36. Каким может быть привод транспортного модуля?

Варианты выполнения приводного агрегата показаны на рисунке.



Транспортный модуль с различными типами приводного агрегата:

а, г - двигатель вращения с приводом на колесо и воздушный винт, соответственно; б - мотор-колесо; в - линейный электродвигатель; д - газовая турбина.

Наиболее целесообразно использовать мотор-колесо (до скоростей менее 500 км/час) и привод на толкающий винт, посаженный непосредственно на вал электродвигателя, если скорости движения по трассе будут превышать 500 км/час. Современные широколопастные винты вентиляторного типа бесшумны и имеют КПД около 90%.

### 37. Будет ли сильным стук колёс при движении, ведь они стальные?

Стука не будет вообще, даже при высоких скоростях движения, как его нет и на высокоскоростных железных дорогах, где рельсы уложены в виде непрерывных плетей длиной около 1 км. Головка рельса-струны, кстати сборно-разборная, поэтому при необходимости легко заменяемая, будет уложена с беззазорными стыками на всю длину трассы в виде одной непрерывной плети, все неровности (микро- и макро-) которой затем будут сошлифованы специальной шлифовальной машиной.

Таким образом, отсутствие зазоров в стыках рельсов, более высокая ровность пути, на порядок меньшая масса колеса (колесо будет иметь массу 20...30 кг против почти 1000 кг для колёсной пары поезда), автомобильная (т.е. независимая) подвеска каждого колеса экипажа (против колёсной пары поезда, в которой любые колебания одного колеса вызывают автоколебания другого) обеспечат исключительно тихое и плавное качение колеса, хотя оно и будет стальным.

### 38. Не будет ли удара колеса при переезде через опору?

Нет, не будет. Во-первых, рельс-струна на опоре не будет иметь стыков и не будет ничем отличаться от остальной части пути. Во-вторых, по мере приближения к опоре прогиб рельса (его относительная величина около 1/5000) будет плавно уменьшаться до нуля (в момент проезда через опору). В-третьих, динамический прогиб пути от воздействия колеса будет оставаться при скоростях движения свыше 200 км/час всё время позади колеса, поэтому путь не будет иметь точку перегиба над опорой в момент её прохождения колесом.

### 39. А боковой ветер не сдует модуль?

Нет, не сдует. Это подтвердила и продувка модели транспортного модуля (масштаб 1:5) в аэродинамической трубе. Например, при скорости движения 250 км/час и ураганном боковом ветре (скорость 100 км/час) опрокидывающие усилия будут в пределах 100 кгс, что при массе модуля более 2000 кг не представит никакой опасности: такое усилие не способно оторвать колесо от рельса. Для схода же экипажа необходимо не только оторвать колесо от рельса, но этот отрыв должен превысить ход подвески и высоту реборды на колесе.

#### **40. Не взлетит ли экипаж при высоких скоростях движения?**

Такая опасность существует у приземного (движущегося в непосредственной близости от поверхности земли) транспортного средства, т.к. возникает эффект экрана. Например, у скоростного автомобиля возникает опрокидывающий момент, обусловленный неравномерностью обтекания воздухом в зоре между днищем и дорогой, а также - над автомобилем. Поэтому устанавливают антикрыло. На высоте 10...20 м над землёй, учитывая малые размеры экипажа, эффект экрана исчезает. Кроме того, корпус транспортного модуля СТС выполнен таким образом, что его обтекание воздухом происходит симметрично со всех сторон, без возникновения каких-либо поперечных, в том числе и опрокидывающих, сил при любых скоростях движения.

#### **41. Если экипаж так сломался, что не сможет ехать дальше?**

Тогда его возьмёт на буксир спереди (или сзади) идущий транспортный модуль - каждый из них оборудован специальным стыковочным узлом.

#### **42. Почему транспортные модули такие маленькие?**

Действительно, вместимость пассажирского (до 20 пассажиров) и грузового (до 5000 кг) модулей противоречит тенденциям современного развития транспорта, будь то автомобильный, железнодорожный или авиационный транспорт, где постоянно наращивают вместимость и габариты транспортных средств. Но ведь делается это в существующем транспорте не от хорошей жизни, а чтобы таким образом снизить себестоимость и повысить безопасность перевозок. Хотя последние аварии на транспорте, особенно в авиации, потрясают количеством одновременных жертв, обусловленных именно большой вместимостью транспортной единицы.

Единственный вид транспорта, которого не коснулась указанная тенденция, - легковой автомобиль. Как и сто лет назад он имеет те же габариты и ту же вместимость. Это и есть его главное преимущество, так как именно поэтому он стал личным, семейным и самым массовым средством передвижения (трудно представить себе легковой автомобиль вместимостью, скажем, 100 человек). СТС займёт ту же нишу, что и легковой автомобиль. Поэтому пассажир не будет привязан к расписанию движения по трассе, он может иметь личный модуль, может воспользоваться общественным (аналог - такси). Провозная способность зависит не от грузоподъёмности транспортного средства, а от организации движения по трассе - известно, что море собирается по капле, и испаряется по капле.

#### **43. Легковой автомобиль, как известно, комфортом не отличается.**

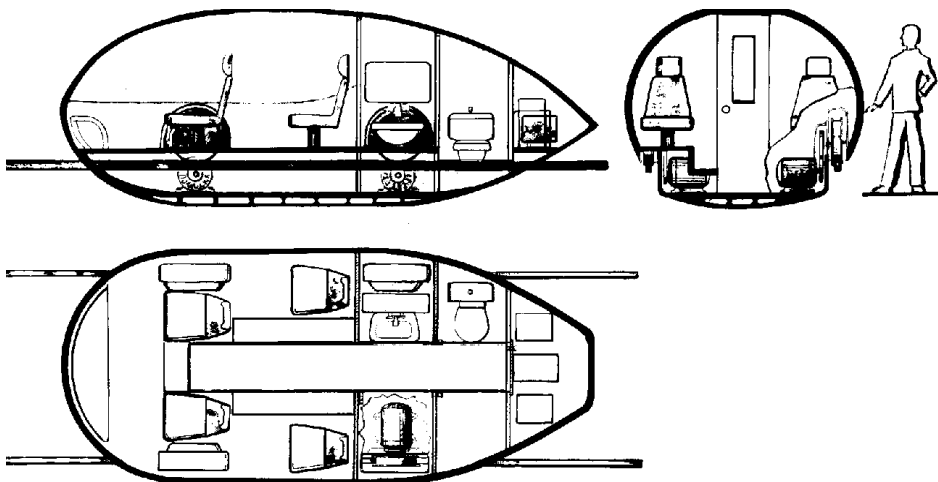
##### **А экипаж СТС?**

Большинство людей проводит своё активное время в замкнутом и тесном пространстве. Из обычных видов транспорта, в силу их эргономики, видны лишь поверхность земли, проезжая часть дороги и т.д.

СТС даст человеку 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 полёта. Каждый экипаж будет снабжён системой кондиционирования воздуха, причём, исходный воздух будет чист, т.к. будет забираться на высоте 20...30 м; в нём 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 СТС, по габаритам близкие к микроавтобусу, герметичны, будут оснащены системой вакуумных или химических туалетов, исключающих сброс на путь отходов.

По желанию пассажиров, экипаж может остановиться на любой из промежуточных станций, т.е. через каждые 10...20 мин, или на любой из анкерных опор, т.е. через каждые 1...2 км (через каждые 15...30 сек).



Четырёхместный экипаж дальнего следования

#### 44. Гололёд не опасен?

Нет, не опасен, как и для железной дороги: контактные механические напряжения под стальным колесом превышают  $1000 \text{ кгс/см}^2$ , поэтому плёнка льда будет крошиться и сбрасываться (сдвигаться) с рельса, который, таким образом, будет самоочищаться. Железной дороге, кстати, опасен не гололёд, а глубокий снег, т.к. поезд садится “на брюхо” и колёса не достают рельс. Автомобилею опасен и снег и гололёд, т.к. контактные напряжения под его резиновым колесом всего около  $5 \text{ кгс/см}^2$ , поэтому лёд не крошится, а снег уплотняется. Для удаления льда и снега с полотна автомобильной дороги необходима специальная техника, т.к. его поверхность не способна к самоочищению. В отличие от сказанного снежные заносы также не опасны для СТС, т.к. даже в самых снегообильных местах глубина снега не превышает 5 м, что будет ниже опор струнных трасс.

#### 45. Максимальная скорость движения, чем она ограничена и требуемая мощность двигателя?

Одним из основных преимуществ СТС является то, что в ней не используются ныне модные, но малоэффективные, энергоёмкие, ненадёжные и небезопасные экзотические системы: магнитный подвес, в том числе с использованием сверхпроводимости, воздушная подушка, эффект экрана (экранолёт), турбина, реактивный двигатель и т.п.

Колесо ещё не исчерпало своих возможностей, что подтвердил последний, 1997 г., рекорд автомобиля - он впервые преодолел скорость звука ( $1200 \text{ км/час}$ ). Например, энергетический КПД стального электрического мотор-колеса в СТС будет выше 90%, в то время как общая энергетическая эффективность поезда на магнитном подвесе "Трансрапид" (ФРГ) находится на уровне паровоза - менее 15%.

При высоких скоростях движения проблемы возникают не из-за колеса, а из-за ровности пути, поэтому и выбирают для рекордных трасс дно высохших соляных озёр. Струнный путь для колеса электро модуля будет ещё более ровным. При этом на СТС нет необходимости ставить рекорды, так как сверхвысокие скорости движения в воздушной среде неэффективны, неэкономичны и небезвредны для людей и природы. Предельную скорость в СТС будет ограничивать не колесо,

не ровность и динамика колебаний пути, не проблемы во фрикционном контакте “колесо - рельс”, а - аэродинамика. Поэтому вопросам аэродинамики в СТС уделено особо пристальное внимание.

Получены результаты, не имеющие аналогов в современном высокоскоростном транспорте, в том числе и в авиации. Коэффициент аэродинамического сопротивления модели пассажирского экипажа, измеренный при продувке в аэродинамической трубе, составил величину  $C_x=0,075$ . Намечены меры по уменьшению этого коэффициента до  $C_x=0,05...0,06$ .

Благодаря низкому аэродинамическому сопротивлению двигатель мощностью 80 кВт обеспечит скорость движения двадцатиместного экипажа в 300...350 км/час, 200 кВт - 400...450 км/час, 400 кВт - 500...550 км/час (необходимо напомнить, что при высоких скоростях движения в воздушной среде требуемая мощность двигателя растёт пропорционально кубу скорости, при этом 90...95% и более мощности двигателя уходит на преодоление аэродинамического сопротивления). Известно, что с увеличением скорости движения сцепление колеса с рельсом ухудшается. Для обеспечения скорости в 300...350 км/час в СТС коэффициент трения в паре “колесо - рельс” при четырёх ведущих колёсах должен быть не менее 0,04 (чтобы обеспечить тягу в 100 кгс), 400...450 км/час - не менее 0,07 (требуемая тяга 180 кгс), что легко достижимо.

Проблемы со сцеплением начнут возникать в СТС лишь при скорости 500 км/час и выше, для обеспечения которой требуется тяга свыше 300 кгс. Но эта проблема также легко разрешима. Например, разработана принципиальная схема обрзезиненного тягового мотор-колеса мощностью 100 кВт, которое обеспечит требуемое сцепление и тягу. При скоростях более 500 км/час целесообразно перейти на тягу от воздушного толкающего винта, посаженного на вал электродвигателя. Современные винты являются бесшумными (шумит двигатель самолёта, а не винт), а их КПД достигает 90%. При скоростях свыше 600 км/час целесообразно перейти в вакуумированную трубу, где воздух будет откачан до давления в 10% от атмосферного. Но это дело далёкого будущего. Сегодня вполне достаточно скорости 300...400 км/час.

#### **46. Не каждый решится поехать по струнам на высоте 20...50 м?**

Эта опасность чисто психологическая, поэтому со временем легко преодолимая. Когда-то боялись ездить на поездах, затем на автомобилях, потом - летать на самолётах. Как ни странно, но безопаснее всего пассажир чувствует себя в автомобиле, а ведь автомобиль - наиболее эффективное орудие убийства, когда-либо придуманное человеком: ежегодно на автомобильных дорогах мира гибнет (в том числе и от послеаварийных травм) 990 тыс. человек, а около 10 миллионов человек становятся инвалидами и калеками (данные Всемирной организации здравоохранения; по их же данным ежегодно в среднем умирает от повреждений, полученных на войне, значительно меньше - 502 тыс. человек).

Ещё более опасен автомобиль не для человека, а для остальной живой природы - ежегодно гибнут от него миллиарды животных (особенно мелких), причём гибнут они не от аварий, а так, мимоходом. Высокая аварийность на автомобильных дорогах не удивительна - слишком много причин, вызывающих аварии: пешеход, решивший перебежать дорогу, или лось, вышедший на проезжую часть; гололёд, разлитое масло или снежный занос; прокол колеса, особенно переднего; алкогольное опьянение или просто плохое самочувствие, настроение или невнимательность водителя; выбоина на полотне или посторонний предмет; несогласованность действий водителей при манёврах, особенно при обгонах, на перекрёстках и т.д. и т.п.

Ни одной из перечисленных причин аварий не будет у СТС. Их нет и у авиации, поэтому неудивительно, что в авиакатастрофах меньше всего гибнет людей (в абсолютном и относительном значениях). Но у СТС нет и тех причин, которые вызывают авиакатастрофы: модулю не опасен удар птицы, в то время как даже голубь, попавший в турбину самолёта, может привести к катастрофе; модулю не опасно обледенение, остановка двигателя, нехватка топлива или прекращение его подачи в двигатель; воздушная яма, грозовая облачность, удар мол-

нии; в нём нет горючих материалов, в то время как топливо в баках самолёта иногда взрывается, а при падении самолёта если не взрывается, то обязательно возгорается и т.д. и т.п. Таким образом, имеются все предпосылки для того, чтобы СТС стал самым безопасным видом транспорта, что сможет оценить пассажир при выборе средства передвижения.

#### 47. А если прекратится подача электрического тока?

Каждый транспортный модуль имеет батарею аккумуляторов, которые будут всё время подзаряжаться от сети в процессе движения. В случае обесточивания линии питания автоматически будет переключено на аккумуляторы. Их запаса энергии хватит, чтобы доехать до ближайшей станции или до следующего, необесточенного участка трассы.

#### 48. А если трасса перестала функционировать и помощи не от кого ждать (война, землетрясение и т.п.)?

В дне модуля будет аварийный люк, а каждое кресло пассажира будет снабжено спасательным тросом и привязным ремнём, с помощью которых любой пассажир сможет опуститься на землю.

#### 49. Какой максимальный угол подъёма в гору?

На равнинной части трассы движение по СТС будет высокоскоростным и колесо будет опираться, как и колесо обычного поезда, на свою опорную часть. Но колесо экипажа СТС имеет и своё отличие - две (а не одна) реборды. Это позволит на горных участках трассы осуществить иной тип опирания колеса на рельс - через реборды и, подобно клиноремённой передаче, осуществлять заклинивание. Это позволит во много раз увеличить силы трения во фрикционном контакте "колесо - рельс" и довести предельный угол подъёма трассы до 45..60°. Безусловно, на горных участках трассы рельс будет иметь свою, отличную от равнинных участков, конструкцию. Как будет отличаться и транспортный модуль, его ходовая часть и колёса. Здесь понадобится и более мощный двигатель. Однако, всё это позволит проходить горы и горные перевалы по прямой линии, без серпантин, а также без тоннелей.

#### 50. Как будут устроены вокзалы и станции?

Вокзалы будут иметь кольцевую форму с подвижным (вращающимся) перроном или полом (см. рис. 1 и 2).

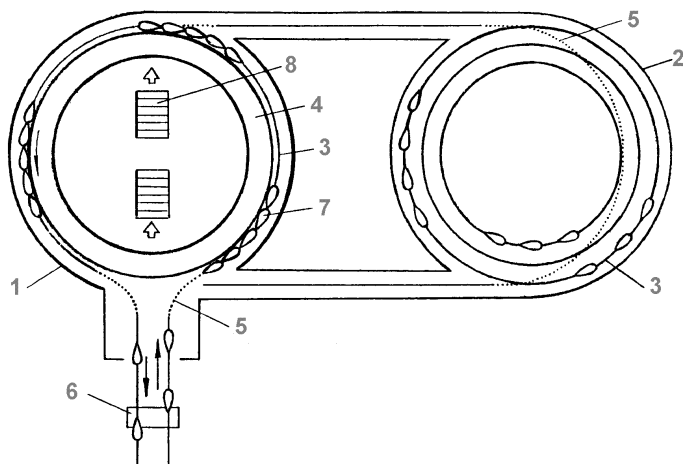


Рис. 1. Схема вокзала.

- 1 - здание вокзала;
- 2 - здание депо;
- 3 - кольцевой путь;
- 4 - кольцевой подвижный перрон;
- 5 - стрелочный перевод;
- 6 - концевая анкерная опора;
- 7 - экипаж;
- 8 - вход (выход) в вокзал.





Рис. 2. Грузо-пассажирский вокзал

Диаметр вокзала - около 60 м. При высоких пассажиропотоках (свыше 100 тыс. пассажиров в сутки) диаметр вокзала может быть увеличен до 100 метров и более. Промежуточные станции со значительным пассажиропотоком будут иметь стрелочные переводы и навесы, что позволит организовать движение экипажей на них независимо от расписания движения по трассе. Станции, где количество пассажиров невелико, выполнены в виде открытых площадок (платформ) на трассе. Посадка (высадка) пассажиров на них осуществляется торможением одиночных экипажей, имеющих неполную загрузку.

### 51. Как будет осуществляться посадка и высадка пассажиров на вокзале?

Войдя в зал вокзала, пассажир обращает внимание на светящиеся табло, которые сопровождают каждый экипаж (табло находятся на экипаже, либо на стене зала в виде движущейся строки), на которых высвечивается название станции назначения, например, "Конечная". Не найдя нужной станции назначения пассажир может сесть в свободный экипаж и нажать кнопку "Конечная" на пульте управления (внутри экипажа). При скорости движения подвижного перрона 0,5 м/с (с "пристыкованным" к нему экипажем) и диаметре кольцевого пути 50 метров у пассажиров будет 0,5...2,5 мин. времени на посадку.

После закрывания салона (автоматически или вручную) экипаж "отстыковывается" от подвижного перрона и переключением стрелочного перевода выводится на линию. Если по каким-либо причинам салон не был закрыт, либо в экипаж никто не сел, он возвращается на второй круг. Аналогично, только в обратной последовательности, осуществляется высадка пассажиров на станции назначения. В общем виде эта схема напоминает схему получения багажа на кольцевых транспортерах современных аэропортов. Некоторые экипажи, при необходимости, направляются в депо, находящееся в отдельном здании, либо на другом этаже вокзала.

### 52. Как будут выполнены грузовые терминалы?

Грузовые терминалы, в которых будет осуществляться автоматизированная загрузка и разгрузка грузовых модулей, также, как и пассажирские вокзалы, будут иметь кольцевую форму. Они будут отличаться компактностью и высокой пропускной способностью благодаря оригинальной технологии погрузочно-разгрузочных работ и конструкции специальных контейнеров для жидких, сыпучих и штучных грузов. Например, терминал диаметром порядка 100 м будет иметь пропускную способность около 100 тыс. тонн нефти в сутки (36,5 млн. тонн в год), что значительно меньше размеров, например, морского порта такой же пропускной способности.

### 53. Какова максимальная пропускная способность трассы?

При формировании подвижного состава из десяти десятиместных экипажей (расстояние между ними в составе 100 м), скорости движения 300 км/час, интервале движения составов 30 секунд, пропускная способность одной линии в час пик составит 12 тыс. пасс./час, а трассы (двух разнонаправленных линий) - 24 тыс. пасс./час (576 тыс. пасс./сутки или 210 млн. пасс./год). При этом у трассы будет резерв увеличения пропускной способности без строительства дополнительных линий.

Минимальное расстояние между грузовыми модулями на линии составит 50 м (из условия нахождения одного модуля на одном пролёте; 50...100 м - минимальный путь экстремального гашения скорости модуля путём выброса тормозного парашюта), поэтому предельная пропускная способность одной линии составит 24 тыс. т/час, или 576 тыс. т/сутки (210 млн. т/год). Для двухпутной трассы максимальная пропускная способность соответственно составит 48 тыс. т/час, 1,15 млн. т/сутки, 420 млн. т/год. Реальный объём грузо- и пассажироперевозок будет на порядок ниже, поэтому трассы СТС будут эксплуатироваться с 10%-ной загрузкой, что, в конечном итоге, повысит надёжность и безопасность эксплуатации транспортной системы.

#### **54. У СТС пропускная способность выше, чем у нефтепровода?**

Предельная пропускная способность (в одну сторону) - до 210 млн. т/год, а себестоимость транспортировки нефти - в 1,5...2 раза ниже, чем по нефтепроводу. Причём нефть может транспортироваться в герметичных возвратных контейнерах вместимостью 5000 кг, снабжённых электронной картой с информацией о её составе, месте добычи и т.д. Это позволит не смешивать нефть разных месторождений, как это делается сейчас, а перерабатывать лёгкую нефть, высокосернистую, высокопарафинистую и т.п. отдельно. При этом нефтепровод транспортирует только нефть и только в одну сторону, а по СТС, наряду с нефтью, можно перевозить руду, уголь, пиломатериалы и другое сырьё, а в обратном направлении - продукты питания, строительные материалы, технику, продукты нефтепереработки (бензин, дизельное топливо и т.д.), рабочих-вахтовиков и т.д. и т.п.

При всём при этом трасса СТС будет дешевле нефтепровода такой же пропускной способности. Погрузка и разгрузка контейнеров будет осуществляться в автоматизированном режиме в грузовых терминалах небольших размеров - их диаметр будет около 100 м.

#### **55. Какие грузы можно будет перевозить по СТС?**

Любые грузы массой до 4000...5000 кг при высоких скоростях движения, до 10...20 т - на сниженных скоростях перевозок (до 100 км/час), до 30...40 т - на специальной многоколёсной платформе. Таким образом, по СТС можно перевозить 99,9% массовых грузов: нефть и нефтепродукты, уголь и руду, продукты питания, мебель, металлопрокат, строительные материалы и конструкции, химические продукты, специальные грузы (сжиженные газы и криогенные жидкости, радиоактивные и взрывчатые вещества, оружие) и т.д. и т.п.

Разработан специальный ряд контейнеров, стыкующихся с морскими, железнодорожными и автомобильными контейнерами для жидких, сыпучих, штучных и специальных грузов. Контейнеры для скоропортящихся грузов, например, продуктов питания, будут оборудованы системой терморегулирования (зимой) и кондиционирования (летом), для экологически опасных грузов - будут иметь многослойный высокопрочный корпус и т.д.

#### **56. Не опадут ли листья с деревьев, когда экипаж будет мчаться над лесом?**

Нет, не опадут - Вы даже не почувствуете колебаний воздуха, если будете находиться в 10...15 м от мчащегося со скоростью 350 км/час экипажа. Это объясняется исключительно хорошей аэродинамикой (коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x=0,075$ ) и малой энергетикой модуля (мощность двигателя 80 кВт). С точки зрения физики коэффициент полезного действия любой транспортной системы, а СТС здесь не исключение, равен нулю, так как равна нулю полезная транспортная работа: груз имеет нулевую скорость как на станции отправления, так и на станции назначения, и находится примерно на той же высоте. В конечном итоге вся энергия, питающая двигатель транспортного средства, выбрасывается в окружающую среду - в виде вибрации полотна и прилегающего грунта, шума, стука колёс, порывов воздуха и т.д. и, в конечном итоге, всё это преобразуется в тепло.

Поэтому воздействие на окружающую среду определяется не скоростью движения, а - интенсивностью выброса энергии на единицу пути и характером этой энергии. Интенсивность выброса энергии на единицу протяженности пути у СТС будет самой низкой из всех других видов транспорта - 800 Дж/м или 190 калорий/м (например, у легкового автомобиля “Мерседес - 600”, наиболее близкого по габаритам и скорости движения, интенсивность выброса энергии около 4000 Дж/м, у высокоскоростного поезда - 20000 Дж/м). Характер выброса энергии у СТС будет также самым благоприятным: бархатный бесстыковой путь и высокая его задемпфированность, малый вес колеса и др. исключают стук колёс; благодаря идеальной форме корпуса не будет аэродинамического шума (высокочастотных колебаний, обусловленных завихрениями и срывами потоков воздуха и др.).

Энергия будет выбрасываться в виде движения присоединённой массы воздуха. Поскольку эта масса относительно велика, то и движение воздуха будет в виде дуновения лёгкого ветерка, скорость которого будет падать пропорционально квадрату расстояния от экипажа. К тому же трасса СТС будет скорее пустой, чем наполненной экипажами - мимо неподвижного наблюдателя экипаж промчится за доли секунды, а следующий экипаж появится только через 30...60 секунд (при интенсивности движения 20...50 тыс. пасс./сутки). Поэтому усреднённая мощность выброса энергии на СТС будет очень низкой: 15...30 Вт/м·сек.

### 57. Есть ли погодные или другие ограничения на движение по трассе?

Таких ограничений нет. СТС не страшен туман, дождь, гроза, снег, град (при крупном граде скорость, во избежание появления пробоин в носовой части корпуса, может быть снижена; хотя, в градоопасных зонах могут эксплуатироваться модули с бронированной носовой частью), гололёд, пыльные и песчаные бури, ураганный ветер. Пожалуй, не страшен и смерч торнадо - слишком прочная конструкция у транспортной линии СТС и очень низкая парусность и хорошая обтекаемость не только у строительных конструкций, но и у транспортного модуля (например, современные строительные конструкции, такие как железобетонные мосты, не “по зубам” торнадо; СТС же имеет на порядок более высокую удельную, т.е. отнесённую к единице поверхности, прочность конструкции).

СТС более устойчива, чем любая другая транспортная система, и к стихийным бедствиям: землетрясениям, оползням, проливным дождям, наводнениям, паводкам, наступлению песков пустыни. Трассы СТС не критичны и к сложным географическим и климатическим условиям: они легко могут быть проложены по обширным болотистым территориям, джунглям, вечной мерзлоте, песчаным пустыням с подвижными песками, горам, шельфу моря.

Варианты выполнения трасс в различных географических условиях показаны на рисунке.



Варианты выполнения трасс СТС в различных географических условиях

### 58. Насколько интенсивным будет движение по трассе?

Для обеспечения двухстороннего пассажиропотока в 20 тыс. пасс./сутки средний интервал между соседними десятиместными экипажами (50-ти процент-

ная загрузка двадцатиместного экипажа), движущимися со скоростью 300 км/час, составит 7,2 км (86 сек), 50 тыс. пасс./сутки - 2,9 км (35 сек), 100 тыс. пасс./сутки - 1,4 км (17 сек). Для обеспечения двухстороннего грузопотока в 50, 100 и 200 тыс. т/сутки, средний интервал между грузовыми модулями грузоподъёмностью 4000 кг, соответственно, составит: 1150 м (13,8 сек), 580 м (6,9 сек) и 290 м (3,4 сек).

### **59. На трассе будут съезды и стрелочные переводы?**

Трасса СТС будет иметь высокоскоростные (для скоростей движения 300...400 км/час), среднескоростные (150...200 км/час) и низкоскоростные (менее 100 км/час) стрелочные переводы. Например, подходы к въездам и выездам из вокзалов будут оборудованы высокоскоростными стрелками. Это позволит так организовать движение транспортного потока, чтобы транзитные экипажи проезжали мимо вокзала (не заезжая в него), без остановок и снижения скорости. Такие стрелки будут достаточно сложными инженерными сооружениями и их длина значительно превысит 100 м.

На остальном протяжении трассы (на станциях, остановках) устанавливаются среднескоростные стрелки - экипажи перед въездом на них будут притормаживать. Причём система управления движением транспортного потока заранее подготавливает время и место для такого манёвра: транспортный поток впереди и сзади будет несколько уплотнён и данный экипаж будет двигаться (в течение 1...2 минут до манёвра) в одиночестве - до ближайших экипажей (спереди и сзади) будет несколько километров.

Низкоскоростные стрелки, как самые дешёвые и безопасные, могут устанавливаться достаточно часто, почти на каждой анкерной опоре. Это позволит любому экипажу остановиться практически в любом, отведённом для этого, месте трассы (только эта остановка должна быть заранее запланирована, хотя бы за 5...10 минут до неё, чтобы система управления смогла плавно перестроить транспортный поток).

Конструктивно стрелочные переводы на СТС близки к стрелочным переводам на железных дорогах, хотя и имеют свои отличительные особенности, обусловленные наличием двух реборд на каждом колесе и тем, что левый и правый рельс должны быть электроизолированы друг от друга, в том числе в пределах стрелочного перевода.

Кроме того, СТС, наряду с горизонтальными, может иметь и вертикальные стрелочные переводы, так как, благодаря малому весу транспортного модуля, легко обеспечить его перемещение на транспортной развязке на другой уровень (вверх или вниз).

### **60. Как сойти с трассы, если её высота, скажем, будет 50 м?**

Это будет гораздо проще и безопасней, чем выйти из самолёта, летящего на высоте 10 тыс. м, потому что самолёт не может высадить пассажиров между аэропортами. В СТС пассажир сможет выйти не только на вокзале или станции, но и в промежуток, на любой анкерной опоре, т.е. в среднем через каждые 1000 м. При посадке в экипаж пассажир даст команду бортовому компьютеру (с голоса или набрав цифровой код места высадки) о конечном пункте назначения. И если он облюбовал для выхода опору высотой в 50 м, где-нибудь в лесу, потому что там очень грибное место, то придётся спуститься вниз по удобной лестнице, размещённой в теле опоры (если это место будет часто посещаемое, то опора может быть оборудована лифтом или эскалатором).

Выйдя из экипажа, пассажир его отпускает, предварительно сообщив системе управления трассой (через бортовой компьютер), во сколько он хотел бы (и куда хотел бы) уехать с этого места. Можете не сомневаться, в точно назначенное время Вас будет ждать на трассе заказанный экипаж - компьютер не забудет о просьбе.

Посадка (высадка) пассажиров на вокзалах и станциях будет гораздо проще - Ваш экипаж въедет в здание вокзала, где Вы спокойно (как на современных автовокзалах) сядете в экипаж (или выйдете из него). Высота трассы здесь не будет

иметь никакого значения, т.к. она пройдёт в стороне от вокзала, может быть даже в нескольких километрах. Высокоскоростной въезд на трассу (съезд с неё) потребует разгонных (тормозных) участков протяжённостью свыше 1000 м, поэтому стрелочные переводы будут размещены в нескольких километрах от вокзала и пассажир приедет на него не по основной трассе, а по ответвлению от неё, которое, при необходимости, войдёт в здание вокзала не на высоте, а на уровне земли.

### **61. Не устанет ли пассажир от мелькания за окном элементов конструкции, деревьев?**

Самой высокой точкой СТС на равнинных участках трассы будет рельс-струна, по которой движется экипаж, поэтому на уровне глаз пассажира не будет ни одного элемента конструкции (в отличие от железных и автомобильных дорог). Одна из основных причин, почему трассу целесообразнее проложить на высоте 20...30 м и более, это - деревья. Пусть они остаются, целые и невредимые, под трассой, т.е. ниже уровня глаз пассажира. Поэтому ничто не будет ему мешать любоваться окружающей природой на высоте птичьего полёта с удобным сектором обзора - 100 м и более вперёд и в стороны.

### **62. Не будет ли проблем в токосъёме “рельс - колесо” при высоких скоростях движения?**

Нет, не будет, как нет аналогичных проблем в высокоскоростных железных дорогах. Там ведь два (а не один) токосъёма: один сверху (контактный провод), второй внизу (рельс), и все проблемы - вверху, где ток снимается с неподвижного и гибкого медного провода. При высоких скоростях скольжения токоприёмника контактный провод начинает искрить, гореть и в нём возникают поперечные и продольные колебания, т.к. практически через точечный контакт, к тому же движущийся со скоростью в сотни километров в час, необходимо передать электрическую мощность в сотни, а то и в тысячи киловатт.

В то же время колесо поезда катится (а не скользит) по рельсу, поэтому передача электрической энергии происходит через неподвижный контакт (поверхность колеса в зоне контакта с рельсом имеет нулевую скорость), в котором к тому же нет зазоров благодаря высоким контактными усилиями прижима жёсткого колеса к жёсткому рельсу. Именно такой токосъём “колесо - рельс” и реализован в СТС (левое “колесо - рельс” - правое “колесо - рельс”). При этом в СТС токосъём будет работать в более благоприятных условиях - требуемая мощность запитки (около 100 кВт) будет на порядок ниже, чем у электропоезда.

### **63. Известно, что сильный ветер, особенно порывистый, разрушает линии электропередач. А СТС выстоит?**

Прочность путевой структуры и опор СТС на порядок превышает прочность проводов и опор высоковольтных линий электропередач при примерно той же парусности конструкций. Учитывая низкую парусность конструкции СТС и экипажей, относительный прогиб путевой структуры СТС под действием бокового ветра, имеющего скорость 100 км/час, составит величину 1/10000...1/5000, что не окажет существенного влияния на функционирование транспортной линии.

Разработана такая конструкция путевой структуры и опор СТС, которая исключит резонансные явления в них под действием порывистого ветра, что, в противном случае, могло бы привести из-за явлений срывного флаттера к разрушению и путевой структуры и опор. Основная причина (кроме прочности, конечно) высокой устойчивости путевой структуры к боковому ветру заключается в том, что провес проводов линий электропередач на пролёте достигает многих метров, поэтому их легко, как и качели, раскачать.

Провес же струн в СТС равен всего нескольким сантиметрам и “защит” внутри жёстких балок (рельсов), которые, к тому же, объединены между собой в поперечном направлении в пространственную конструкцию (левый и правый рельсы-струны связаны друг с другом поперечными планками и образуют достаточно жёсткую ферму). Раскачать такую конструкцию даже урагану будет труд-

но, поэтому СТС можно спроектировать устойчивой к любому ветру, в том числе и смерчу торнадо.

#### 64. Где ещё может использоваться СТС?

СТС может использоваться в качестве низкоскоростного транспорта (скорость движения до 100 км/час) специального назначения: при лесозаготовках, в качестве внутривозового транспорта, при транспортировке в отвалы руды, шлаков, отходов производства, при разработке песчаных и гравийных карьеров, угольных, рудных, нефтяных, газоконденсатных и других месторождений, для доставки к тепловым электростанциям угля, для вывоза мусора из городов на свалки и т.д. Отсутствие жёстких требований, предъявляемых к высокоскоростному транспорту, а также снижение требований к безопасности движения из-за отсутствия пассажиров, снизят стоимость СТС специального назначения в сравнении с высокоскоростными струнными трассами в 1,5...2 раза и более.

#### 65. Трассы СТС смогут пройти по морю?

СТС станет универсальным транспортом, т.к. трассы пролягут не только по суше, но и по морю. При глубине моря до 50 м, например, на его шельфе, трассы, размещённые на опорах, установленных на дне, пройдут над поверхностью воды на высоте 25...50 м и более (в зависимости от требований, предъявляемых к подмостовым габаритам).



Вариант выполнения морского участка трассы СТС

При большей глубине моря струнная путевая структура будет размещена в тоннелях (трубах) диаметром 2,5...3 м, уложенных либо по дну моря (при глубине до 500 м), либо - в толще воды на глубине 50 м (см. рисунок).

В последнем случае тоннели выполняются с нулевой плавучестью (точнее - с небольшой избыточной плавучестью) и якорятся через 1...2 км к дну моря. Из-за малого веса транспортных модулей (до 5000 кг) и редкого их распределения по трассе (в среднем через 1000 м), в результате их прохождения по любому участку трассы не произойдёт погружение тоннеля. Благодаря высокой изгибной жёсткости и особой конструкции тоннели обеспечат высокую ров-

ность и жёсткость струнной путевой структуры при любых скоростях движения независимо от глубины моря (океана).

#### 66. Технология строительства СТС будет сложной?

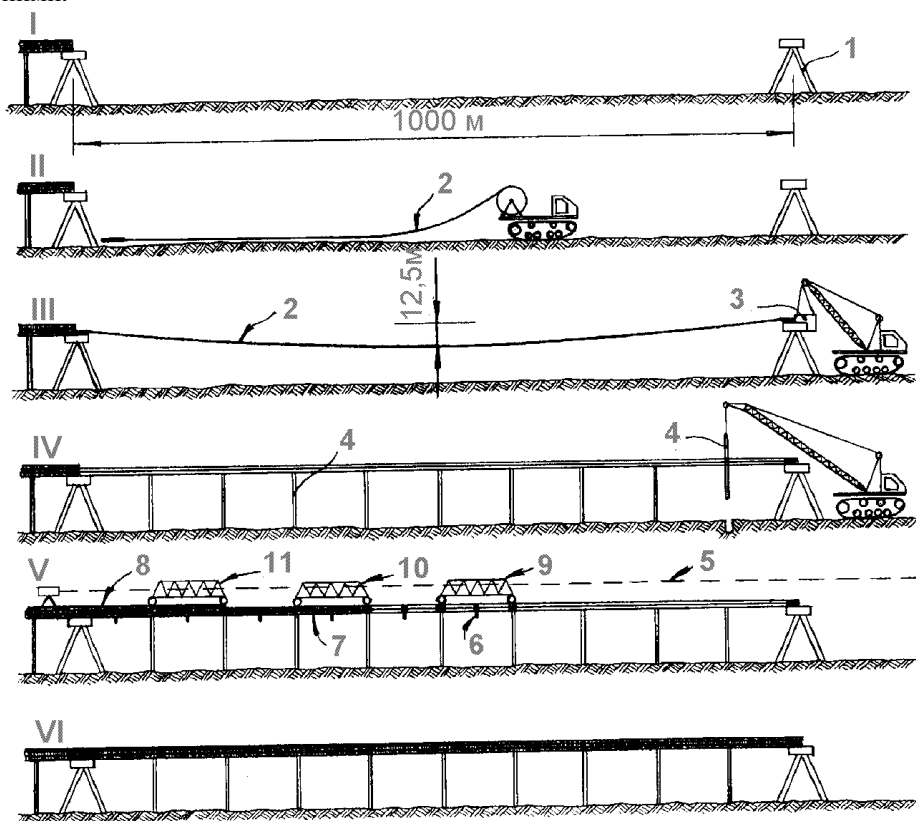
С технологической точки зрения трассы СТС можно было начинать строить ещё в прошлом веке - уже тогда были все необходимые конструкционные и строительные материалы, механизмы и оборудование. Технология строительства струнной трассы значительно проще строительства моста такого же пролёта (см. рисунок).

Заранее изготовленную струну растягивают с помощью технологического оборудования до заданного значения (в качестве контрольного параметра используют усилие натяжения или удлинение струны при растяжении) и жёстко прикрепляют её концы, например, сваркой, к анкерным опорам (приваривают не саму проволоку, что ослабило бы её, а специальный оголовок, который выполнен на конце каната).

Промежуточные опоры устанавливают предварительно, либо в процессе натяжения струны, либо после натяжения. После установки промежуточных опор и натяжения струн по ним пускают технологическую платформу, которая может самостоятельно перемещаться и жёстко фиксировать своё положение относительно опор.

С помощью платформы последовательно, пролёт за пролётом, устанавливают полый корпус рельса, фиксируют его в проектное положение, заполняют заправителем, устанавливают головку рельса, поперечные планки и выполняют другие работы, необходимые по устройству путевой структуры. Все эти работы легко поддаются механизации и автоматизации и могут выполняться круглосуточно в любую погоду. Благодаря этому будет обеспечена высокая скорость поточного строительства СТС (порядка 1000 м в сутки), его низкая трудоёмкость и себестоимость.

Для устранения микронеровностей и микроволнистости рабочих поверхностей смонтированной головки рельса и её поперечных беззазорных стыков возможна их шлифовка по всей длине транспортной системы. Строительство СТС может осуществляться также с помощью специального строительного комбайна, когда струна и другие натягаемые элементы рельса натягиваются не на анкерную опору, а на комбайн. Комбайн, двигаясь вдоль трассы с помощью шагающих ног-опор, оставит после себя смонтированные промежуточные опоры с готовым рельсовым путём, который при достижении анкерных опор прочно соединит с ними.



Технология строительства трассы СТС.

1 - анкерная опора; 2 - канат (элемент струны); 3 - механизм натяжения каната; 4 - промежуточная опора; 5 - визирная линия; 6 - поперечная планка; 7 - корпус рельса; 8 - головка рельса; 9, 10, 11 - технологические платформы для установки, соответственно: поперечных планок, корпуса рельса и головки рельса; I - строительство анкерной опоры; II - раскладка канатов струны вдоль трассы; III - натяжение и анкеровка струны; IV - установка промежуточных опор; V - монтаж элементов рельса и путевой структуры; VI - готовый участок трассы.

## Экономические аспекты

### 67. Стоимость СТС в сравнении с другими транспортными системами?

СТС не будет иметь себе равных по дешевизне, если, конечно сравнивать между собой транспортные системы, обеспечивающие примерно одинаковую пропускную способность, комфортность, скоростные параметры и др. Стоимость конкурирующих транспортных магистралей, проложенных в условиях равнинной местности, составляет: высокоскоростная железная дорога - 10...15 млн. USD/км, система "Трансрапид" (поезд на магнитном подвесе, ФРГ) - 20...30 млн. USD/км, автобан - 3...10 млн. USD/км, монорельсовая дорога - 4...8 млн. USD/км.

Трасса СТС намного дешевле (в 3...20 раз) других известных транспортных систем потому, что отличается крайне низким расходом материалов и конструкций на путевую структуру и опоры и для своей прокладки не требует насыпей, выемок, эстакад, мостов, виадуков, путепроводов и др. подобных дорогостоящих элементов.

### 68. Насколько дорогим будет проезд для пассажира?

Наоборот, проезд на СТС будет недорогим в сравнении с другими скоростными системами и будет на уровне стоимости проезда по обычной железной дороге в плацкартном вагоне. Себестоимость проезда будет зависеть от многих факторов - от стоимости трассы (амортизационных отчислений), эксплуатационных издержек, стоимости электрической энергии, пассажиро- и грузопотока, стоимости подвижного состава, расчётной скорости движения по трассе и др.

Усреднённая себестоимость проезда пассажира (приведённые затраты за вычетом прибыли) по равнинной трассе СТС на расстояние 1000 км со среднеходовой скоростью 300 км/час находится в пределах: 15...20 USD (при двухстороннем пассажиропотоке 20 тыс. пасс./сутки), 10...15 USD (50 тыс. пасс./сутки) и 5...10 USD (100 тыс. пасс./сутки и более) - см. таблицу (на примере трассы СТС "Москва - Лондон").

Таблица

Затраты на перевозки по транспортной системе СТС  
"Москва - Лондон (Париж)" на плече 2830 км ("Москва - Лондон")

Показатель	Объем перевозок (в обе стороны)					
	Пассажирские, тыс. пасс./сутки			грузовые, тыс. т/сутки		
	20	50	100	50	100	200
1. Приведенные затраты (на плече 2830 км):						
- USD/пасс.	72,60	32,71	19,43	-	-	-
- USD/тонну груза	-	-	-	19,99	16,66	15,01
В том числе:						
1.1. Издержки по транспортной линии, всего	66,47	26,58	13,30	6,65	3,32	1,67
в том числе:						
- амортизационные отчисления	25,48	10,19	5,10	2,55	1,27	0,64
- эксплуатационные издержки	15,51	6,20	3,10	1,55	0,78	0,39
- отчисления на прибыль	25,48	10,19	5,10	2,55	1,27	0,64
1.2. Издержки по подвижному составу, всего	6,13	6,13	6,13	13,34	13,34	13,34
в том числе:						
- амортизационные отчисления	0,63	0,63	0,63	1,05	1,05	1,05
- эксплуатационные издержки	0,63	0,63	0,63	1,05	1,05	1,05
- отчисления на прибыль	0,63	0,63	0,63	1,05	1,05	1,05



Показатель	Объем перевозок (в обе стороны)					
	Пассажирские, тыс. пасс./сутки			грузовые, тыс. т/сутки		
	20	50	100	50	100	200
- стоимость электроэнергии	4,24	4,24	4,24	10,19	10,19	10,19
2. Количество экипажей, обслуживающих всю магистраль (при средней дальности перевозок 1000 км), шт.	1530	3820	7650	19100	38200	76400
3. Стоимость подвижного состава, млн., USD	45,9	114,6	229,5	191,0	382,0	764,0
4. Средний интервал между соседними экипажами в транспортном потоке (одиночные экипажи на одной линии):						
- во времени, сек	86,4	34,6	17,3	6,9	3,5	1,7
- в расстоянии, км	9,60	3,84	1,92	0,77	0,38	0,19

### 69. Стоимость транспортировки грузов?

Себестоимость перевозки грузов по СТС будет низкой в сравнении с другими видами транспорта, хотя среднеходовая скорость, принята в расчётах достаточно высокой - 300 км/час. Усреднённая себестоимость транспортировки тонны груза по равнинной трассе на расстоянии 1000 км будет в пределах: 5...6 USD (при двустороннем грузопотоке 50 тыс. т/сутки), 4...5 USD (100 тыс. т/сутки) и 3...4 USD (200 тыс. т/сутки).

### 70. Стоимость километра трассы СТС?

Стоимость СТС будет различной. Она зависит от того, однопутная трасса или двухпутная, проходит ли она по равнине, в горах или по шельфу моря, по тундре или пустыне, на низких опорах или на высоких и т.д. и т.п. Стоимость СТС сильно будет зависеть и от развитости инфраструктуры (количества вокзалов, станций, депо, грузовых терминалов и т.п.).

Километр усреднённой обустроенной двухпутной трассы СТС при серийном производстве будет стоить в пределах: 1...2 млн. USD - на равнинной местности; 2...4 млн. USD - в горах; 2...4 млн. USD - на морских участках при размещении пути над водой (на шельфе) и 5...10 млн. USD - при размещении в трубе (проложенной на плаву в толще воды, по морскому дну или подо дном). При этом стоимость самой двухпутной струнной транспортной линии (путевая структура и опоры) будет значительно ниже: 0,8...1,2 млн. USD - на равнинной местности (средняя высота опор 15...25 м); 1,5...2 млн. USD - на шельфе моря и в горах (средняя высота опор 35...50 м) и 0,5...0,8 млн. USD при размещении в трубе. Однопутная трасса будет дешевле двухпутной на 30...40%. Усреднённый расход материалов и стоимость 1 км трасс (без учёта стоимости вокзалов и инфраструктуры) представлены в следующих таблицах.

Усреднённый расход материалов и стоимость 1 км равнинной двухпутной трассы СТС (на примере трассы СТС "Берлин - Москва")

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, т	объём, куб. м	
1. Рельс-струна, всего				450
В том числе:				
1.1. Головка	Сталь	96	-	190

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, т	объём, куб. м	
1.2. Корпус	Алюминиевый лист	5	-	25
1.3. Струна	Стальная проволока	79	-	160
1.4. Заполнитель	Композит	-	45	20
1.5. Клеевая мастика	Композит	1	-	10
1.6. Защитная оболочка струны	Полимер	4	-	20
1.7. Гидроизоляция струны	Полимер	1	-	10
1.8. Прочее	-	-	-	15
2. Поперечные планки	-	-	-	20
3. Промежуточные опоры (высота 15 м), всего	-	-	-	190
В том числе:				
3.1. Столбы	Железобетон	-	96	70
3.2. Перемычки, раскосы	Железобетон	-	46	35
3.3. Металлоконструкции	Сталь	10	-	20
3.4. Свайный фундамент	Железобетон	-	48	48
3.5. Прочее	-	-	-	17
4. Анкерные опоры (высота 15 м), всего	-	-	-	105
В том числе:				
4.1. Тело опоры	Железобетон	-	52	38
4.2. Свайное основание	Железобетон	-	36	36
4.3. Металлоконструкции	Сталь	2	-	5
4.4. Анкерное крепление	Сталь	2	-	10
4.5. Прочее	-	-	-	16
5. Земляные работы	-	-	-	20
6. Система электрозапитки рельса	-	-	-	40
7. Система контроля за состоянием опор и путевой структуры	-	-	-	10
8. Система контроля за движением транспортного потока	-	-	-	20
9. Система аварийного электропитания	-	-	-	20
10. Система управления движением транспортного потока	-	-	-	30
11. Площадки для аварийной остановки	-	-	-	20
12. Проектно-изыскательские работы	-	-	-	50
13. Стоимость отвода земли и её подготовки для строительства	-	-	-	50
14. Прочие работы	-	-	-	25
15. Непредвиденные расходы	-	-	-	50

ВСЕГО:

1100

Усреднённый расход материалов и стоимость 1 км морской (надводной) двухпутной трассы СТС (на примере трассы СТС “Сочи-Адлер”, идущей по шельфу Чёрного моря)

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, т	объём, м³	
1. Рельс-струна, всего				400
В том числе:				
1.1. Головка	Сталь	96	-	144
1.2. Корпус	Алюминиевый лист	5	-	25
1.3. Струна	Стальная проволока	79	-	120
1.4. Заполнитель	Композит	-	45	20
1.5. Клеевая мастика	Композит	1	-	5
1.6. Защитная оболочка струны	Полимер	4	-	20
1.7. Гидроизоляция струны	Полимер	2	-	10
1.8. Прочее	-	-	-	40
2. Поперечные планки	-	-	-	40
3. Поддерживающий канат	Стальная проволока	79	-	160
4. Поддерживающая конструкция	Сталь	32	-	50
5. Промежуточные опоры (высота 35 м), всего				380
В том числе:				
5.1. Столбы	Железобетон	-	94	47
5.2. Перемычки, раскосы	Сталь	34	-	51
5.3. Верхнее строение опор	Сталь	8	-	16
5.4. Подводная часть опоры и фундамент	Железобетон	-	175	88
	Бетон	-	259	52
	Сталь	24	-	36
5.5. Гидроизоляция подводной части опор	Композит	5	-	15
5.6. Окраска надводных конструкций	Краска	4	-	12
5.7. Электроизоляторы	Композит	-	-	26
5.8. Прочее	-	-	-	37
6. Анкерные опоры (высота 35 м), всего				270
В том числе:				
6.1. Тело опоры	Железобетон	-	102	51
6.2. Подводная часть опоры и фундамент	Железобетон	-	92	46
	Бетон	-	204	41
	Сталь	26	-	39
6.3. Гидроизоляция и окраска конструкций	Композит	3	-	9
6.4. Металлоконструкции	Сталь	12	-	18
6.5. Анкерное крепление	Сталь	4	-	20
6.6. Электроизоляторы	Композит	-	-	18
6.7. Прочее	-	-	-	28
7. Земляные работы	-	-	-	20
8. Система электрозапитки рельса	-	-	-	40

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, т	объём, м³	
9. Система контроля за состоянием опор и путевой структуры		-	-	20
10. Система контроля за движением транспортного потока		-	-	20
11. Система аварийного электропитания		-	-	20
12. Система управления движением транспортного потока		-	-	30
13. Площадки для аварийной остановки		-	-	20
14. Проектно-изыскательские работы		-	-	50
15. Стоимость отвода земли и её подготовки для строительства		-	-	10
16. Прочие работы		-	-	50
17. Непредвиденные расходы		-	-	70
<b>ВСЕГО:</b>				1650

### 71. Какова структура затрат при строительстве трассы?

В комплекс СТС входят: стационарные устройства (вокзалы, станции, депо, грузовые терминалы, гаражи-мастерские, подстанции, система управления, сигнализация, связь, стрелочные переводы), что составляет 30...50% от всех затрат. Доля путевой структуры и опор - 25...35% (из них 15...25% - путевая структура, 10...15% - опоры). Расходы на проектирование, адаптацию результатов НИОКР и опытный участок трассы - 5...10%, подвижной состав - 5...10%, прочие затраты - 10...15%.

### 72. Какова структура цены пассажирского билета?

Себестоимость проезда по трассе СТС достаточно низка в сравнении с другими скоростными транспортными системами, поэтому цену билета необходимо завышать, а трассу - эксплуатировать с рентабельностью 100...200% (что, впрочем, обеспечит её окупаемость в течение 3...5 лет).

Структура затрат (для рентабельности 100%): балансовая прибыль - 50%, амортизация трассы и подвижного состава - 22%, эксплуатационные издержки - 16%, электроэнергия - 12% (при среднеходовой скорости экипажа 300 км/час).

### 73. Структура стоимости грузоперевозок при рентабельности 100%?

Балансовая прибыль - 50%, электроэнергия - 30% (при среднеходовой скорости транспортного модуля 300 км/час), амортизация трассы и подвижного состава - 11%, эксплуатационные издержки - 9%.

### 74. Стоимость электроэнергии во многом будет определять стоимость перевозок?

Необходимо помнить, что СТС - высокоскоростной транспорт, поэтому на получение скорости уходит значительная часть энергии (кстати, намного меньшая часть, чем в других видах скоростного транспорта). Но основная причина в том, что струнная трасса имеет настолько низкую стоимость, что относительная доля амортизационных отчислений и эксплуатационных издержек резко снижена, а энергетические затраты остаются примерно на том же уровне. Это особенно проявляется в грузовых перевозках - в себестоимости грузоперевозок доля элек-

троэнергии достигает 60% при скорости движения модуля 300 км/час и 80% - при скорости 400 км/час. В пассажирских перевозках эта доля ниже: 25% (скорость движения 300 км/час) и 30% (400 км/час).

### 75. Транспортировка нефти по СТС будет дешевле, чем по нефтепроводу?

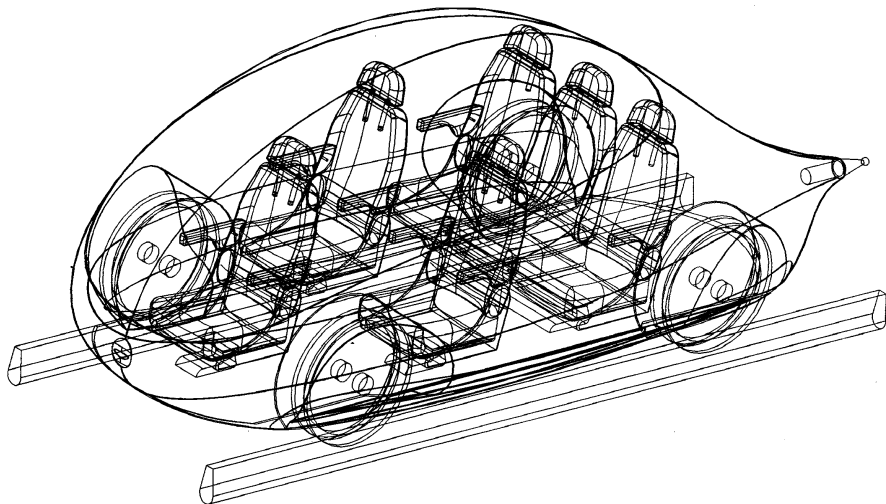
Дешевле в 1,5...2 раза, а в отдельных случаях и в 2,5...3 раза. Это будет зависеть от политики ценообразования. Трасса СТС будет окупаться не столько за счёт транспортировки нефти, сколько за счёт пассажирских перевозок и перевозки таких грузов, как продукты питания, строительные материалы и конструкции, продукты химии и нефтепереработки и т.д.

### 76. Какая стоимость строительных материалов и конструкций закладывалась при определении стоимости струнных трасс?

При определении стоимости конструкций использовались следующие укрупнённые цены: смонтированные металлоконструкции, в зависимости от их сложности и марки используемой стали - 1500...5000 USD/т; конструкции из алюминия - 5000 USD/т; смонтированные железобетонные конструкции - 750...1000 USD/м<sup>3</sup> для сборного железобетона и 500 USD/м<sup>3</sup> - для монолитного железобетона; 200 USD/м<sup>3</sup> - для бетона. Стоимость вокзалов и технологических помещений определялась из расчёта - 3000 USD/м<sup>2</sup> площади вокзала (общестроительные работы плюс инженерное и технологическое оборудование), 1500 USD/м<sup>2</sup> площади депо и гаражей и 1000 USD/м<sup>2</sup> - обустроенной территории грузовых терминалов.

### 77. Какова стоимость подвижного состава?

Стоимость подвижного состава в СТС можно оценить в сравнении с легковыми автомобилями, которые наиболее близки как по габаритам, так и конструктивно. Серийно выпускаемые для СТС электродвигатели мощностью 25...50 кВт будут в 1,5...2 раза дешевле двигателя внутреннего сгорания такой же мощности, а также - надёжнее, долговечнее и проще в эксплуатации и обслуживании. Корпус транспортного модуля СТС будет дешевле корпуса автомобиля такого же размера благодаря более простой конструкции (отсутствие радиатора, дверей, багажника, капота, фар, габаритных, тормозных и других фонарей, стеклоочистителя, механизмов подъёма стекол и т.д.).



Вариант конструктивного исполнения высокоскоростного шестиместного пассажирского экипажа

Ходовая часть и подвеска экипажа СТС будет также проще и дешевле, чем у автомобиля (отсутствие ненадёжных и дорогих резиновых шин, механизмов поворота колёс, упрощение подвода вращающего момента к неповоротным колёсам, отсутствие требований к проходимости по плохим дорогам и т.д.).

Система управления оборотами двигателя и вращающим моментом на колесе в обоих транспортных средствах примерно равны по стоимости и сложности (в СТС это блок управления оборотами электродвигателя, в автомобиле - коробка передач, сцепление, система управления подачей топлива в двигатель и др.). Система управления движением экипажа будет значительно проще и дешевле, чем у автомобиля, т.к. управляемых параметров будет немного: скорость движения, расстояние до ближайших экипажей и местонахождение (координата) экипажа на линии.

О сложности управления автомобилем говорит хотя бы тот факт, что, несмотря на прогресс в компьютерной технике, на сегодняшний день с этой задачей может справиться только мозг водителя (фактор водителя необходимо учитывать в системе управления автомобилем и в определении её стоимости: сегодня во всём мире ежедневно отдают управлению автомобилем несколько часов - и это при нехватке времени у людей - миллионы человек). Поэтому с задачей управления экипажем СТС справится недорогой контроллер с защитой в него программой управления, который будет контролироваться и управляться линейными компьютерами, объединёнными в сеть. В систему же управления автомобилем кроме водителя и исполнительных механизмов (руль, рулевая колонка, механизм поворота колёс, педали газа, тормоза и сцепления, механизм переключения скоростей и др.) входит и целая система визуализации информации, необходимой для управления, которая отсутствует в СТС: стеклоочиститель на лобовом стекле с механизмами приведения в движение и подачи моющей жидкости (обеспечивают чистоту стекла и, соответственно, видимость дороги), фары, подфарники, габаритные огни, приборная панель, зеркала, звуковой сигнал и т.п.

Интерьер салона экипажа СТС и автомобиля будут примерно одинаковы и будут изменяться в широких пределах в зависимости от вкусов заказчика. Кроме этого, в экипаже СТС и в самой транспортной системе отсутствуют такие элементы, как: бак для горючего (и, соответственно, цепочка сопутствующих элементов: заправочные станции по трассе, нефтеперерабатывающие заводы, выпускающие бензин и дизельное топливо, нефтепроводы, нефтяные скважины); система подачи топлива в двигатель; система отвода, глушения и дожигания выхлопных газов (например, ужесточение в ряде стран экологических требований к автомобилю в последнее время привело к значительному его удорожанию).

С учётом приведенных аргументов можно спрогнозировать, что при серийном производстве экипаж СТС будет в 1,5...2 раза дешевле легкового автомобиля или микроавтобуса такой же вместимости и комфортабельности, таким образом, - доступнее для личного пользования (в перспективе, благодаря преимуществам СТС перед другими видами транспорта, может быть создана такая же обширная струнная транспортная сеть, что и нынешняя сеть автомобильных дорог).

### **78. Какая стоимость пассажирского экипажа и транспортного модуля принята в расчётах и насколько это влияет на себестоимость проезда?**

Стоимость десятиместного пассажирского экипажа взята равной 50 тыс. USD, грузового транспортного модуля (грузоподъёмностью 5000 кг) - 20 тыс. USD. Это, безусловно, явно завышенные цифры. Тем не менее доля подвижного состава в стоимости проезда (амортизационные отчисления и эксплуатационные издержки) составят всего 2...6% для пассажирских и 10...20% для грузовых перевозок. Это свидетельствует о том, что подвижной состав малокритичен к заполняемости, может быть увеличена доля 1...5-ти местных экипажей, а сами экипажи могут быть выполнены высококомфортными (с туалетом, умывальником, душем, ванной).

Кроме этого часть экипажей может быть оборудована под одноместный гостиничный номер или офис (наличие мебели, компьютерной техники, современной спутниковой, в том числе факсимильной связи и т.п.). Поэтому экипаж СТС

станет для многих не только средством передвижения, но и рабочим местом (особенно для командированных) и местом отдыха. И даже если такой экипаж будет стоить 100 тыс. USD и более, проезд на нём будет дороже обычного всего на 20...30%.

### **79. Можно ли будет взять в путешествие личный автомобиль и сколько это будет стоить?**

Пассажиры могут сдать свой личный легковой автомобиль, как и любой другой груз массой до 5000 кг, в багаж. Поскольку автомобиль является достаточно габаритным грузом, перевозиться он будет в специально оборудованных транспортных модулях СТС, имеющих увеличенные габариты и оснащённых более мощным двигателем. Пассажир может остаться в салоне легкового автомобиля, если поездка не очень длительна (0,5...1 час; расстояние 150...300 км), либо может сесть в пассажирский экипаж. При этом автомобиль прибывает в пункт назначения одновременно с владельцем и тот сразу же может в него пересесть. Себестоимость доставки легкового автомобиля массой 1500 кг, например, из Берлина в Москву (1830 км), составит 15...20 USD.

### **80. Как быстро окупится трасса СТС и насколько велики финансовые риски?**

Окупаемость транспортной системы СТС зависит, в основном, от следующих факторов: загруженности трассы (объём пассажиро- и грузоперевозок), нормативной рентабельности эксплуатации (и связанной с этим цены билета), эксплуатационных издержек и стоимости электрической энергии. Если взять конкретную трассу, например, "Берлин - Москва" (1830 км), то при стоимости билета 40 USD/пасс. (рентабельность 140%) и пассажиропотоке 50 тыс. пасс./сутки она окупит себя за 8 лет. Ежегодная прибыль при этом составит 480 млн. USD (стоимость трассы с инфраструктурой и подвижным составом 3,9 млрд. USD). При пассажиропотоке 100 тыс. пасс./сутки трасса окупится за 3,5 года (прибыль 1,1 млрд. USD/год). Путешествие из центра Берлина в центр Москвы даже при относительно невысокой среднеходовой скорости 300 км/час займёт примерно столько же времени, что и на самолёте (около 6 час), но будет более безопасным и комфортным. Поэтому необходимо сравнивать стоимость проезда на СТС со стоимостью авиабилета и билет стоимостью 60 USD/пасс. (рентабельность 260%) не будет дорогим. Тогда при пассажиропотоке 50 тыс. пасс./сутки трасса будет приносить прибыль 800 млн. USD/год (окупаемость 4,8 года), 100 тыс. пасс./сутки - прибыль 1,6 млрд. USD (окупаемость 2,4 года).

Финансовые риски при этом минимальны, т.к. проект является финансово очень устойчивым - даже при 20%-ной загрузке трассы от планируемого объёма перевозок она не будет убыточной и будет приносить хоть небольшую, но прибыль. Во всех приведённых примерах стоимость электрической энергии взята равной 0,05 USD/кВт · час.

### **81. Какую нишу в экономике - отдельной страны и мира в целом - открывает СТС?**

Генри Форд почти сто лет назад смог своей программой автомобилизации совершить колоссальный переворот не только в экономике США, но и мира в целом. Экономический потенциал СТС не ниже. По своей сути и масштабности СТС может быть соотнесена также с развитием современной сети Internet. Потенциальная ниша струнного транспорта в мировой экономике превышает триллион USD, что, например, выше ёмкости той ниши, которую создал за 20 лет и занял её со своей корпорацией "Майкрософт" тогда неизвестный, а сегодня самый богатый человек планеты Билл Гейтс. В каждой из таких стран, как Россия, Китай, Индия, США потенциальный объём заказов на СТС превышает 100 млрд. USD.

**82. Насколько зависит стоимость трасс от рельефа местности и её характеристик?**

Стоимость транспортных линий мало зависит от рельефа местности и её характеристик, поэтому с помощью СТС легко будут освоены труднодоступные территории: пустыни, болотистые участки суши, зона вечной мерзлоты, тайга, тундра, джунгли, шельф океана, горы и т.п. Например, если рельеф пересечённой или горной местности потребует увеличения средней высоты опор с 15 м (на равнине) до 50 м, то стоимость трассы увеличится только на 20...25%, т.к. доля стоимости опор в общей стоимости транспортной системы невелика (10...15%). Примерно таким же будет удорожание при строительстве струнной магистрали по болоту, пустыне и вечной мерзлоте - в этих случаях необходимо усилить фундамент опор и забивать сваи, соответственно: в плотное дно болота; в глубокие, неподвижные слои песков пустыни; ниже глубины оттаивания свай летом (при специальном их исполнении).



### **83. Что даст с позиций планетарной экологии масштабное использование СТС?**

Во-первых, уменьшится потребление невозобновляемых энергоносителей (нефти и нефтепродуктов, угля, газа), нерудных материалов, черных и цветных металлов, так как: путевая структура и опоры СТС отличаются крайне низкой материалоемкостью; для прокладки трасс не требуются насыпи, выемки, путепроводы, виадуки, мосты и другие сооружения, потребляющие значительное количество ресурсов.

Во-вторых, снизится загрязнение окружающей среды за счет: использования самого чистого вида энергии - электрической; низкого удельного потребления энергии (в сравнении с автомобилем оно ниже в 5...10 раз); щадящего освоения человеком уязвимых экосистем (тундра, зона вечной мерзлоты, джунгли, заболоченные пространства и др.); возможности использования при эксплуатации трасс СТС альтернативных экологически чистых видов энергии (ветра, солнца и др.).

В-третьих, уменьшится отчуждение плодородных земель из сельскохозяйственного оборота, т.к. для прокладки струнных трасс потребуется небольшое изъятие земли (менее 0,1 га/км, т.е. столько же, сколько отнимает земли пешеходная дорожка или тропинка) и, в то же время, не будет необходимости в сооружении тоннелей, вырубке леса, сносе строений.

### **84. Выбросы вредных веществ в атмосферу в сравнении с другими видами транспорта?**

На автотранспорте выбросы вредных веществ составляют в среднем более 10 грамм на пассажиро-километр, на высокоскоростных железных дорогах - примерно 0,6 г/пасс.·км.

Больше всего атмосферу загрязняет авиация. У современных самолётов суммарный выброс вредных веществ в атмосферу достигает 300...400 г/пасс.·км. Основная масса выбросов самолётов концентрируется именно в районах аэропортов, т.е. около крупных городов - во время прохода самолётов на низких высотах и при форсаже двигателей. На малых и средних высотах (до 5000...6000 м) загрязнение атмосферы окислами азота и углерода удерживается несколько дней, а затем вымывается влажной в виде кислотных дождей. На больших высотах авиация является единственным источником загрязнения. Продолжительность пребывания вредных веществ в стратосфере много дольше - около года. Даже переход на водородные авиадвигатели не решает эту проблему. Безвредные вблизи земли продукты выхлопа этих двигателей в виде водяного пара на больших высотах превращаются в кристаллы льда, экранирующие земную поверхность.

Выбросы вредных веществ в СТС будут менее 0,1 г/пасс.·км, т.е. ниже выбросов на высокоскоростных железных дорогах, т.к. у струнных трасс не будет пылящих насыпей, щебёночной подушки, а износ рельса, колёс и тормозных колодок будет значительно ниже.

Кроме этого, экипажи СТС будут герметичны, оборудованы вакуумными или химическими туалетами, что исключит сброс в окружающую среду вне специальных пунктов сбора в депо продуктов жизнедеятельности пассажиров, бытового мусора и различных техно-логических веществ. В то же время, как показывает опыт, полоса вдоль автострад и железных дорог подвергается сильнейшему загрязнению бытовыми отбросами путешественников.

Конструкция грузовых контейнеров СТС исключит протекание жидких грузов (в них не будет насосов, затворов, прокладок и т.п. соединений, в которых может образоваться течь) и просыпание сыпучих грузов. Крушение же на трассе может привести к сходу с путевой структуры лишь одного модуля (экстремальный тормозной путь следующего модуля будет меньше расстояния между ними) с небольшим количеством груза, при этом сработает парашют, который погасит скорость контейнера и он не будет разрушен при ударе о землю.

В то же время крушения на железных дорогах иногда приводят к сильнейшему загрязнению окружающей среды сотнями тонн перевозимых химических продуктов. Аварии на продукто- и нефтепроводах зачастую сопровождаются выбросом в окружающую среду десятков тысяч тонн нефти и нефтепродуктов, что особенно опасно в ресурсо-добывающих северных территориях России с их очень уязвимой экосистемой.

Выбросы вредных веществ и другие основные экологические характеристики транспортных систем представлены в таблице.

Таблица

Основные экологические характеристики транспортных систем  
(пассажиропоток свыше 1000 пасс./час, грузопоток свыше 1000 т/час)

Вид транспорта	Удельный расход энергоресурсов (в литрах бензина на 100 пассажира- или тонно-километров)		Выброс вредных веществ, кг/100 пасс.-км (или 100 т-км)	Изъятие земли под транспортную систему**, га/100 км
	Пассажирские перевозки	Грузовые перевозки		
1. Железнодорожный (до 100 км/час):				
• Магистральный	1,1 – 1,4*	0,7 – 1,0*	более 0,1	300 – 400
• Пригородный	1,2 – 1,5*	0,9 – 1,4*	более 0,1	300 – 400
• Городской:				
- метрополитен	1,3 – 1,7*	-	-- // --	-
- трамвай	1,9 – 2,1*	-	-- // --	50 – 100
2. Автомобильный (100 км/час):				
• Одиночный автомобиль:				
- в городе (средняя загрузка 1,6 пасс.)	4,7 – 6,3	6,6 – 11,1	более 1	200 – 300
- вне города (средняя загрузка 3,5 пасс.)	1,5 – 1,7	5,1 – 9,2	-- // --	300 – 500
• Автобус				
- в городе	2,1 – 2,3	-	-- // --	200 – 300
- вне города	1,4 – 1,7	-	-- // --	300 – 500
• Троллейбус	1,9 – 2,5*	-	более 0,1	200 – 300
3. Авиационный:				
• Дальняя авиация (900 км/час)	4,7 – 9,2	51 – 73	более 10	20 – 50
• Местная авиация (400 км/час)	14 – 19	152 – 202	более 50	10 – 20
4. Морской (50 км/час)	17 – 19	0,38 – 0,95	более 10	5 – 10
5. Речной (50 км/час)	14 – 17	0,57 – 1,4	-- // --	2 – 3
6. Нефтепроводный (10 км/час)	-	0,51 – 0,57	более 1***	50 – 100
7. Газопроводный (10 км/час)	-	5,7 – 6,1	более 1***	-- // --
8. Конвейерный (10 км/час)	-	4,7 – 9,2*	более 1	-- // --
9. Гидротранспорт (10 км/час)	-	2,3 – 4,7*	более 0,1	-- // --
10. Канатно-подвесные дороги (10 км/час)	0,3 – 0,5*	0,95 – 1,9*	-- // --	20 – 30
11. Поезд на магнитном подвесе (400 км/ч)	3,5 – 4,5*	-	-- // --	100 – 200
12. Высокоскоростная железная дорога (300 км/ч)	2,5 – 3,5*	-	-- // --	300 – 500
13. Монорельс (100 км/час)	1,5 – 2,5*	-	-- // --	50 – 100

Вид транспорта	Удельный расход энергоресурсов (в литрах бензина на 100 пассажиро- или тонно-километров)		Выброс вредных веществ, кг/100 пасс.-км (или 100 т-км)	Изъятие земли под транспортную систему**, га/100 км
	Пассажирские перевозки	Грузовые перевозки		
14. Струнный транспорт*** (пассажирский – 10 мест, грузовой – 5 т груза) при скорости: - 100 км/ч (мощность двигателя 15 кВт) - 200 км/ч (мощность двигателя 35 кВт) - 300 км/ч (мощность двигателя 90 кВт) - 400 км/ч (мощность двигателя 200 кВт) - 500 км/ч (мощность двигателя 400 кВт)	0,17* 0,20* 0,34* 0,57* 0,91*	0,17* 0,20* 0,34* 0,57* 0,91*	менее 0,01 -- // -- менее 0,01 -- // -- -- // --	10 – 20 -- // -- 10 – 20 -- // -- -- // --

- \* пересчитано из расчёта 1 литр бензина = 8,78 кВт часа электроэнергии  
 \*\* трасса с инфраструктурой  
 \*\*\* в виде разливов нефти и нефтепродуктов, выброса природного газа  
 \*\*\*\* оценка по аналогии с другими видами транспорта

### 85. Электрическая энергия безвредна в момент потребления на СТС, но ведь при её выработке на электростанции происходит загрязнение окружающей среды?

Опасно не столько само загрязнение окружающей среды, сколько концентрация вредных веществ. В воздухе, воде и пище есть вся таблица Менделеева, но это безопасно до определённой концентрации. Специальными исследованиями доказано наличие прямой связи между заболеваемостью людей, особенно в детском возрасте, и степенью загрязнения атмосферы. Например, в России экспертно значение данной причины (загрязнение атмосферы) оценивается примерно 3...5 годами уменьшения ожидаемой продолжительности жизни.

Некачественная вода, по имеющимся оценкам, “несёт ответственность” за сокращение жизни на срок до 2...3 лет. Вклад острых и хронических пищевых отравлений в сокращении средней ожидаемой продолжительности жизни людей оценивается величиной не менее 1...2 года.

Транспорт, особенно в городах, является главным загрязнителем воздуха, т.к. выхлопные газы выбрасываются в атмосферу непосредственно в месте проживания людей. Чтобы чётче представить себе сказанное, проведём мысленный эксперимент: возьмём самое маломощное транспортное средство с двигателем внутреннего сгорания - мопед - и электрический прибор такой же мощности, например, утюг. Оба включим в своей квартире (мощность у обоих одинаковая). Через минуту у нас будет три альтернативы: 1) надеть противогаз, чтобы не умереть от удушья; 2) выключить мопед и пересесть на велосипед; 3) придумать такое транспортное средство, которое потребляло бы энергию столь же безопасно, как утюг, но чтобы при этом нам не приходилось крутить педали, как у велосипеда. А ведь подобное происходит каждый день не в виде мысленного эксперимента, а реально - в доме, в котором мы живём, пусть этот дом и побольше квартиры, каждый день разъезжают тысячи, даже миллионы, нет, не мопедов, а значительно более мощных и экологически более опасных автомобилей.

Действительно, тепловые электростанции загрязняют окружающую среду, но это загрязнение, в пересчёте на единицу мощности, ниже чем у тех же автомо-

билей, и загрязнение это происходит вдали от концентрированного проживания людей. К тому же есть и другие, менее опасные или вовсе экологически безопасные, электростанции - гидроэлектростанции, атомные, приливные, геотермальные, ветро- и солнечные электростанции.

Кроме того, СТС может обеспечить расцвет автономного энергообеспечения, основанного на возобновляемых источниках энергии - ветре и солнце. С точки зрения прямого влияния на окружающую среду, ветроэнергетика является одним из самых чистых источников энергии. Она не выбрасывает вредные вещества в атмосферу и в водные бассейны, не истощает ограниченные запасы невозобновляемых минеральных ресурсов, не меняет режима водоисточников.

Разработаны принципиальные схемы ветро- и гелиоэнергетических установок с вертикальной осью вращения, совмещаемые с опорами и путевой структурой СТС. Благодаря этому резко снижаются капитальные затраты на их сооружение и эксплуатацию - не нужны подъездные дороги к ним, не потребуются прокладывать линию электропередач до потребителя энергии и др. Для обеспечения собственных нужд СТС достаточно иметь источник энергии мощностью 100...200 кВт/км, или по две ветроустановки мощностью 50...100 кВт каждая на каждом километре трассы. Максимально возможное число установок соответствует числу опор, т.е. 10...20 шт./км, а их суммарная пиковая мощность может составить 500...2000 кВт/км (на участках трассы со средними и сильными ветрами). Таким образом общая мощность ветроэлектростанций СТС может достигать 0,5...2 млн. кВт на каждые 1000 км протяжённости трасс (при средней скорости ветра 10 м/с), а себестоимость выработки электрической энергии на них будет в пределах 0,02 USD/кВт при сроке окупаемости 6 лет. Поэтому СТС, кроме автономного энергообеспечения, может стать мощной электростанцией, обеспечивающей нужды в энергии прилегающих районов. При этом не потребуются дорогостоящие и экологически опасные высоковольтные линии электропередач, т.к. необходимые электрические мощности будут переданы по СТС непосредственно к потребителям.

#### **86. Сколько земли отнимет у землепользователя СТС в сравнении с другими транспортными системами?**

Под строительство скоростной автострады (с учётом необходимости устройства разделительных полос движения, многочисленных развязок в разных уровнях типа "клеверный лист", полос разгона и замедления, стоянок для отдыха, автозаправок и т.д.) необходимо изъять у землепользователя 5...8 гектара земли на каждый километр трассы. Высокоскоростная железнодорожная магистраль требует специального ограждения (с обеих сторон) и шумозащитных экранов (что, к тому же, является непреодолимым препятствием для диких и домашних животных, сельхозтехники и т.п.). В общей сложности для таких магистралей требуется отчуждение земли в размере 3...4 га/км (данные по Германии).

Под современные аэропорты необходимо отводить земли, по площади сопоставимые с полосой отвода под высокоскоростные железные дороги, но расположенные в непосредственной близости от городов, а значит, более ценные.

В то же время для СТС не нужны насыпи, выемки, тоннели, мосты, тепловоды и т.п. сооружения, занимающие значительные площади. Одна поддерживающая опора отнимет лишь около 1 м<sup>2</sup> земли, анкерная - 10 м<sup>2</sup>. На километре трассы СТС площадь отчуждения земли, таким образом, будет менее 100 м<sup>2</sup>, т.е. 0,01 га, а ширина условной полосы отчуждения будет в пределах 10 сантиметров. Это значительно меньше, чем отчуждение земли пешеходной дорожкой и даже - тропинкой.

#### **87. Какой урон природе будет нанесён в процессе строительства СТС? А другими транспортными системами?**

Транспортная система СТС имеет высокую экологическую безопасность не только в период эксплуатации, но и на стадии строительства. СТС может быть построена с помощью специального технологического оборудования (технологических платформ и строительных комбайнов) без использования подъездных дорог, т.к. необходимые для строительства материалы и элементы конструкций будут подвозиться к месту строительства по уже готовым участкам трассы.

Кроме этого, при строительстве могут вообще отсутствовать земляные работы, нарушающие почвенный слой, гумус в котором накапливался в течение миллионов лет, т.к. опоры будут иметь свайный фундамент. СТС может пройти без насыпей и выемок по любой местности, в то время как объём перемещаемого грунта, например, при строительстве километра современной автостреды и железной дороги составляет 10...50 тыс. м<sup>3</sup>, а в пересечённой и горной местности превышает 100 тыс. м<sup>3</sup>. СТС не критична к длине пролёта, поэтому не только лес, но и отдельно стоящие деревья, которые попадают под опоры, могут не вырубаться, т.к. любая опора может быть смещена вдоль трассы в ту или иную сторону прямо по ходу строительства.

СТС отличается крайне низким расходом материалов на свое сооружение, поэтому она будет и самой экологически чистой с технологической точки зрения. Например, однопутную трассу СТС такой же протяжённости, что и железная дорога, можно построить из материалов двух железнодорожных рельсов и каждой второй шпалы (у железной дороги остаются ещё 1/2 шпал, контактная сеть с медным проводом и поддерживающими опорами, мощная щебеночная подушка, земляная насыпь, мосты, путепроводы, виадуки и др.).

Поэтому для строительства СТС не требуется такое количество домен, руды и рудников (без которых нельзя получить сталь и медь), цементных заводов и заводов железобетонных изделий, грунтовых, песчаных и щебеночных карьеров, такого количества автомобильных и железнодорожных перевозок строительных материалов, подъездных путей и т.п., что создало бы значительный дополнительный, иногда необратимый экологический гнёт на природу.

### **88. Будут ли сильными вибрация почвы и шум при проезде транспортного модуля по СТС?**

Модуль СТС не имеет выступающих частей, кроме узких колёс, выдвинутых на 10 сантиметров из корпуса. Ему не нужны даже стеклоочистители и фары (т.к. водитель отсутствует), которые при высоких скоростях движения также были бы источниками шума. Корпус экипажа имеет совершенную аэродинамическую форму (коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x=0,075$ ), его обтекание воздухом будет симметричным, без возникновения боковых и опрокидывающих сил, без срывов и завихрений воздушных потоков (которые, собственно, и шумят). Колёса могут быть выполнены из лёгких сплавов (нагрузка на одно колесо 500...1500 кгс), поэтому масса их будет в пределах 20...30 кг.

Таким образом, масса экипажа СТС будет, например, в сотни раз меньше массы поезда, длина экипажа - короче в десятки раз, масса неподрессоренной части - меньше в десятки раз, а ровность пути движения - значительно выше (что может быть ровнее сильно натянутой струны?). Поэтому в сравнении с высокоскоростным поездом экипаж СТС будет в сотни раз более слабым источником шума и вибрации почвы. Снижению шума будет способствовать и то, что струнная путевая структура имеет систему внутренних демпферов и опирается на опоры также через систему демпферов, которые будут гасить и перехватывать как низкочастотные, так и высокочастотные колебания пути.

### **89. Каковы иные (нетрадиционные) вредные воздействия СТС, например, электромагнитные излучения, в сравнении с другими видами транспорта?**

СТС будет низковольтной трассой (напряжение порядка 1000 В), поэтому она не создаст электромагнитных загрязнений и сможет проходить на большой высоте (до 100 метров) над жилыми постройками, сельхозугодиями, по заповедникам и заказникам. Отсутствие скользящих электроконтактов в паре "экипаж - контактная сеть", невысокие (в сравнении с железной дорогой в десятки раз меньше) электрические мощности подвижного состава исключают загрязнение окружающей среды радиопомехами. Здесь не будет, например, таких специфических воздействий, как в авиации - мощных электромагнитных загрязнений от радиолокационных станций и радиационного облучения (каждый пассажир во время многочасового полёта за счёт космического естественного гамма-излучения получает дополнительную дозу облучения в несколько тысяч микрорентген - доза облучения в салоне самолёта достигает 300...400 мкР/ч при норме 20 мкР/ч).

### **90. Социально-политические преимущества масштабного использования СТС?**

Основные социально-политические преимущества:

1. Повысится коммуникативность (деловые и личные контакты людей, туристические путешествия, экскурсии и поездки на отдых, как длительный, так и на выходные дни и т.д.).

2. Будет обеспечена возможность: использования удалённых рабочих мест без перемены привычного места жительства; создания устойчивых селитебных (жилых) зон в пределах пешеходной доступности от трасс СТС; строительства линейных городов, открытых в природу, вдоль трасс СТС; оказания экстренной медицинской помощи; невмешательства в традиционные привычки людей в сфере транспортных услуг (например, возможность перемещения на большие расстояния с личным легковым автомобилем по доступной цене).

3. Индивидуализируется перемещение с использованием транспортного модуля СТС в качестве личного транспортного средства по более доступной цене, чем легкой автомобиль.

4. Снизится аварийность на других видах транспорта за счёт отвлечения части пассажиро- и грузопотока в СТС (ежегодно в мире только на автомобильных дорогах гибнет около 990 тыс. человек, с учётом смерти от послеаварийных травм, а несколько миллионов человек становятся калеками).

5. Повысится защищённость транспортно-энергетической системы и систем связи против стихийных бедствий (наводнения, оползни, землетрясения, цунами) и террористических акций благодаря интерактивности элементов контроля и управления СТС.

6. Транспорт станет: всепогодным (на его эксплуатацию не окажет влияния туман, снег, гололёд, ветер, песчаные бури и др. неблагоприятные погодные условия); универсальным, т.к. будет использоваться как на сухопутных, так и на морских участках транспортных линий.

7. СТС внесёт ощутимый вклад в формирование единого взаимосвязанного и более безопасного мира.

### **91. Социально-экономические преимущества масштабного использования СТС?**

Основные социально-экономические преимущества:

1. Снизится отвлечение финансовых ресурсов на долговременное строительство за счёт: низкой капиталоемкости СТС (значительно ниже любой другой высокоскоростной транспортной системы; например, в сравнении с поездом на магнитном подвесе - в десятки раз); быстрой окупаемости вложенных средств (3...5 лет).

2. Снизится стоимость транспортной услуги, повысится её доступность и привлекательность для всех слоёв населения при более высоком качестве услуги (скорость, комфортность, безопасность).

3. Ускорятся и усилятся интеграционные и кооперационные связи в экономике как внутри стран, так и между ними.

4. Стоимость транспортных линий мало зависит от рельефа местности и её характеристик, поэтому с помощью СТС легко будут освоены труднодоступные территории: пустыни, болотистые участки суши, зона вечной мерзлоты, тайга, тундра, джунгли, шельф океана, горы и т.п.

5. Не будет необходимости в строительстве отдельных линий электропередач и линий связи, в том числе оптико-волоконных, т.к. они легко совмещаются с трассами СТС.

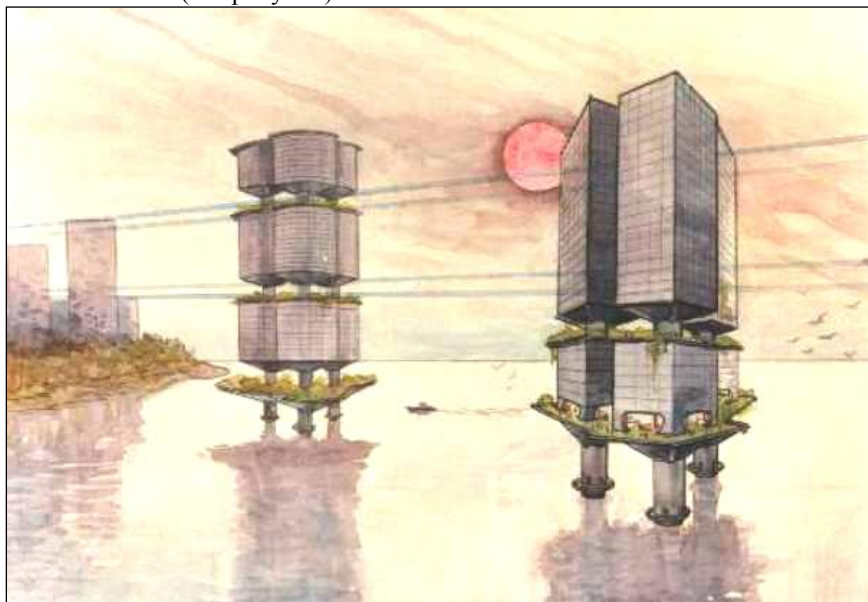
6. Появится возможность создания глобальной высокоскоростной инфраструктуры СТС в сжатые сроки (в течение 10...15 лет), что создаст мультипликативный эффект в других отраслях промышленности.

## 92. Каким образом СТС будет способствовать решению демографических проблем?

Вдоль трасс СТС, в пределах пешеходной доступности, благодаря экологической чистоте транспортной инфраструктуры и бесшумности движения экипажей, могут быть построены линейные города, гармонично вписанные в окружающую природную среду. При этом не понадобится вырубать лес, строить автомобильные дороги и тому подобным образом нарушать биогеоценоз в зоне застройки. Здесь легко будет развить также сельское хозяйство и экологически чистую промышленность. Это будут очаги рационально организованного общества. Создание таких линейных городов 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 другой вещью. Так будут заложены зародыши будущей жизни общества, жизни в единении с природой, а не в противопоставлении ей.

Необходимо помнить, что основной ресурс, который потребляют существующие транспортные системы, в первую очередь высокоскоростные, причём наиболее ценный ресурс (о чём обычно забывают) - это земля. В Европе, особенно Западной, гектар земли стоит миллионы долларов, т.к. она либо изымается из сельскохозяйственного оборота, либо выделяется за счёт уменьшения рекреационных зон, или исключается из возможной застройки, повышая таким образом её плотность и ухудшая условия жизни миллионов людей. Например, западные эксперты прогнозируют, что если Китай возьмёт курс на широкомасштабное строительство высокоскоростных дорог, которые изымают из землепользования свыше 3 га земли на каждый километр протяжённости, то в первой четверти 21-го века в стране начнётся голод, соизмеримый по масштабам с голодом в годы культурной революции, стоивший жизни более 30 млн. человек.

СТС отнимет под опоры только около 0,01 га/км земли, но если опоры выполнить в виде зданий, которые в совокупности и создадут линейный город, то под трассу дополнительной земли не потребуется вообще. Более того, такой линейный город может быть построен по неосвоенной сегодня, но пригодной для жизни территории, например, по шельфу моря, вдоль берега, на расстоянии 1...2 км и более от него (см. рисунок).



Линейный город по трассе СТС на шельфе моря

Каждая анкерная опора СТС здесь легко может быть совмещена с необычным и архитектурно выразительным высотным жилым домом, зданием морского отеля, ресторана, спортивно-оздоровительного комплекса, отсыпанного вокруг неё в виде острова пляжа и т.п., которые будут соединены друг с другом высокоскоростной и всепогодной, не боящейся штормов, трассой. Такое решение увеличило бы территорию, например, Израиля на 300...500 км<sup>2</sup> (30...50 тыс. га), Японии - на 10...20 тыс. км<sup>2</sup> (1...2 млн. га).

### **93. СТС может использоваться в военных целях?**

Конечно, как и любая другая транспортная система. Например, мотострелковая дивизия с лёгким вооружением (около 10 тыс. человек) может быть перебросена на расстояние 1000 км в течение 3,5...4 часов. Кроме того, по трассе могут постоянно курсировать специально оборудованные модули с мобильными ракетными установками, которые не могут быть обнаружены внешними средствами наблюдения.

### **94. Как СТС будет пересекать границу между странами?**

Экипажи СТС движутся на высоте без остановок, поэтому для их пересечения границы между государствами, как и в авиации, требуется лишь воздушный коридор. Таможенный контроль и досмотр пассажиры и грузы могут пройти лишь на конечных пунктах - пунктах отправления и прибытия.

Например, в настоящее время в Калининградской области нарушается Российская Конституция относительно свободного передвижения товаров и людей. На пути этого перемещения в любую другую российскую область пролегают три границы и три таможни. СТС снимет эту проблему, т.к. Беларусь, Литва или Польша (в зависимости от варианта прокладки трассы) могут предоставить только воздушный коридор для транзитных грузо- и пассажироперевозок.

### **95. Какие геополитические преимущества получит Россия, например, в случае реализации СТС в ресурсо-добывающих регионах страны?**

Около 80% промышленного потенциала РФ расположено к западу от Урала, а 80% топливных ресурсов - к востоку от него. Это вынуждает перевозить ежегодно сотни миллионов тонн топлива. Очевидно, что пока не будут разработаны безопасные реакторы для АЭС, необходимо для этого региона найти дополнительные источники энергии. Один из них - уголь самого крупного в Европейской части Печорского бассейна. Его ресурсы почти в 2 раза больше, чем Донбасса. Кроме того, печорские угольные пласты по сравнению с донбасскими мощнее, условия разработки благоприятнее, значительно выше производительность труда шахтёров, а себестоимость добычи ниже.

СТС позволит резко увеличить экспорт печорского угля, особенно обогащённого, т.к. сегодня он неконкурентоспособен на мировом рынке из-за высокой стоимости транспортировки к потребителям. Например, американский коксующий уголь в портах отгрузки стоит 47 USD/т, а энергетический уголь, доставленный из ЮАР в Нидерланды, - 30 USD/т. Уголь, доставленный по СТС из печорского бассейна в порт Калининграда стоил бы на 20...30% дешевле. Кому продавать печорский уголь? Конечно же скандинавским странам, которые сегодня его покупают даже в далёкой Колумбии.

Как известно, в Швеции решено прекратить строительство АЭС и заменить их ТЭС на газе и угле. Целесообразно было бы предложить Швеции, которая уже давно является признанным поставщиком горного оборудования, совместно с РФ осваивать новые районы Печорского бассейна. Аналогичные предложения могут быть сделаны Финляндии, Норвегии, другим западноевропейским странам и странам Балтии. Это позволит Печорскому бассейну стать крупнейшей базой Европы не только коксующихся, но и энергетических углей.

Практически вся добывающая промышленность Российской Федерации сосредоточена в труднодоступных и малоосвоенных северных территориях, освоение которых без иностранных инвестиций России не под силу. Например, правительством РФ составлен список из 250 подобных месторождений, запас сырья в



которых составляет общую сумму 12 триллионов USD (нефть, газ, уголь, медь, серебро и др.). Из нефтегазовых месторождений наиболее перспективным является Тимано-Печорское (регион между Архангельском и Северным Уралом, разведанные запасы нефти 2,4 миллиарда тонн), откуда в перспективе планируется поставлять в Европу до 75 млн. тонн нефти в год.

Восточнее этого региона, сразу за Северным Уралом, расположен ещё один очень перспективный нефтяной бассейн: Приобское нефтяное месторождение (разведанные запасы нефти также 2,4 миллиарда тонн), по соседству с которым расположены нефтяные поля Тюмени, где сейчас добывается свыше половины всей российской нефти. Освоение Тимано-Печорского нефтяного бассейна влечёт за собой освоение Приобского месторождения, а созданная для этих целей коммуникационная инфраструктура СТС позволит перейти к освоению и морского шельфа Северного Ледовитого океана, где запасы нефти и газа ещё более значительны.

В целом речь идёт о включении в мировую экономику региона, где топливные запасы столь велики, что могут повлечь за собой геополитические изменения в масштабе всей планеты, т.к. Европа и Запад в целом смогут уменьшить или вовсе исключить свою зависимость от региона Персидского залива. Эксперты считают, что кто будет контролировать эти источники топлива, будет контролировать, например, и Германию.

Полуостров Ямал - самая молодая из обширных территорий Субарктики, район особой уязвимости природы. По существу это несколько обширных глыб льда мощностью до 50 метров, как бы севших на мель и перекрытых 1...2-х метровым слоем морских глин. Сама же высота Ямала над уровнем моря не достигает и 20 м. Пожалуй, нигде в мире нет другого столь уязвимого для современной техники пространства, которое на физических картах скорее следовало бы изобразить белым цветом оледенений, чем зелёной низменностью.

По оценкам экспертов в результате непродуманной организации разработки природных ресурсов Ямала загублено свыше 6 млн. га пастбищных земель. На их рекультивацию потребуются гигантские финансовые вложения - по оценкам, до 50...100 млрд. USD. В случае использования СТС для создания коммуникационной инфраструктуры, экологические последствия освоения месторождений северных территорий России, в первую очередь полуострова Ямал, будут сведены к минимуму.

В этой связи необходимо отметить, что в будущем именно экология будет определять стоимость освоения северных территорий. Это видно хотя бы из опыта других стран. Например, первоначальная проектная стоимость газопровода на Аляске (США) составляла 600 млн. USD, но после протестов общественности и экологических организаций его строительство было заблокировано. Затем, после осуществления всех природоохранных мер, что особенно дорого в условиях вечной мерзлоты, газопровод был построен, но обошёлся он уже в 5 млрд. USD.

Ключевым вопросом всех без исключения северных проектов является то, каким образом российская нефть будет доставляться в Европу. От этого в конечном счёте зависит, какой регион Европы будет развиваться особенно быстро. Предлагаемый вариант доставки нефти с помощью СТС позволит осадить значительную часть иностранных инвестиций в густонаселённых районах России, по которым пройдёт струнная трасса, а также в Калининградской области и в Калининградском порту. В перспективе СТС может быть продлена на север и восток, а также на запад и юг, и по ней может поставляться на Запад значительная часть российского сырья северных месторождений, а в Россию - западная промышленная продукция и продовольствие.

Программа СТС стыкуется также с перспективными планами поставок в Европу нефти из Казахстана (50 млн. тонн в год) и Азербайджана (25 млн. тонн в год), т.к. все указанные транспортные коммуникации могут быть объединены с помощью СТС в районе г. Смоленска. В такой концепции освоения северных территорий будут заинтересованы не только нефтяные и газовые компании РФ (в частности, Газпром), но и правительство России (министерства экономики, экологии, финансов и др.), местные органы власти, которым нефте- и газодобытчики

оставляют сегодня после себя исковерканную и загаженную тундру, на восстановление которой требуются сотни лет, а также - правительство Беларуси и западные инвесторы, способные оценить эффективность своих инвестиций (ожидаемый общий объем инвестиций 200 млрд. USD). Если у струнной инфраструктуры будет один хозяин (это под силу, например, Газпрому РФ), то может проводиться такая ценовая политика, когда доставка российского сырья северных территорий в Европу станет бесплатной, т.к. эти затраты войдут в стоимость пассажирских билетов. При этом проезд пассажиров по СТС будет стоить дешевле, чем по железной дороге. Это сделает российскую продукцию более конкурентоспособной на Западе и позволит дополнительно получать значительную прибыль.

## Прочие вопросы

### 96. Самый серьёзный недостаток СТС?

Единственный существенный недостаток СТС, к сожалению до настоящего времени ещё не преодолённый, - нет ни одного построенного километра трасс СТС. Но таким недостатком в своё время страдали, как известно, автомобильные и железные дороги, самолёты и поезда на магнитном подвесе, электромобили и любые иные изобретения, созданные когда-либо человеком.

Устранение данного недостатка СТС легко достижимо в настоящее время, т.к. в различных отраслях техники уже существуют и эффективно работают все составные элементы струнной транспортной системы. Например, отличительной особенностью проекта является создание идеально ровного и очень жёсткого пути движения для колеса транспортного модуля. Достигается это за счёт стальных струн, натянутых до высоких усилий. Но такое решение очень близко к конструкции висячих и вантовых мостов, где за столетия накоплен значительный практический, экспериментальный и теоретический потенциал, который в полной мере использовался при работе над проектом СТС.

Транспортный модуль СТС по своей сути является разновидностью высокоскоростного электромобиля, который, правда, не везёт с собой аккумуляторы, а через колёса подключён к промышленной электрической сети, что, впрочем, является одним из его основных преимуществ. Опыт создания электромобилей ведущими корпорациями мира также использовался в работе над СТС. Более того, плохая аэродинамика современного автомобиля не позволила бы достичь высоких скоростей движения в СТС. Поэтому была разработана уникальная форма корпуса транспортного модуля, не имеющая аналогов, например, и в авиации - его коэффициент аэродинамического сопротивления составляет всего  $C_x=0,075$  (решение запатентовано в ряде стран).

Степень проработанности СТС в настоящее время такова, что её работоспособность и реализуемость не вызывает сомнений ни у автора и разработчиков, ни у экспертов и государственных органов Беларуси, России и Украины.

### 97. Зачем нужен испытательный полигон СТС?

Основным этапом в практической реализации СТС станет создание испытательного полигона для полномасштабной опытно-промышленной отработки путей структуры транспортной системы. Полигон представит собой научно-исследовательский комплекс с лабораторным корпусом, конструкторским бюро, сборочным цехом, блоком автономного энергообеспечения, хозяйственно-складскими и другими помещениями и опытной трассой СТС.

Опытная трасса будет строиться поэтапно:

1) Вначале будет построен один пролёт между анкерными опорами (1000 м). В промежутке будет установлено 20...25 промежуточных опор с пролётами от 10 до 100 м и высотой от 1 до 20 м. На этом участке будет отработана технология возведения промежуточных и анкерных опор, натяжения и анкеровки струн, формирования рельса-струны и путевой структуры, а также испытана технологическая оснастка. Будут проведены статические испытания путевой структуры и опор, а также будет исследована динамика движения и поведение транспортного модуля;

2) После успешных испытаний будут внесены коррективы в конструктивные решения транспортной линии и модуля и трасса будет продлена на 2 км, до протяжённости 3 км. Это позволит развивать скорость до 250 км/час и можно будет начинать исследования высокоскоростного движения (скорость выше 200 км/час), режимов разгона и торможения, а также систем управления и нештатных режимов движения;

3) На последнем этапе трасса будет продлена до 15 км, причём на её концах будут выполнены кольцевые участки диаметром около 1000 м каждый с переменными радиусами кривизны) и стрелочные переводы. Это позволит закольцевать трассу и достичь предельной скорости движения 500...550 км/час. Здесь бу-

дуг отработаны высокоскоростные режимы движения, повороты трассы и основные элементы инфраструктуры (стрелочные переводы и станции).

Ориентировочная стоимость первых двух этапов 25 млн. USD, срок исполнения 2,5...3 года. Примерно таких же затрат средств и времени потребует третий этап.

Исследования и испытания отдельных узлов, агрегатов и элементов транспортной линии, модуля и инфраструктуры будут также осуществляться на специально созданных лабораторных стендах.

После опытно-промышленной отработки СТС на полигоне, её стандартизации и сертификации, высокоскоростная транспортная система нового поколения может быть рекомендована к использованию как в развитых, так и в развивающихся странах. Если полномасштабные испытания подтвердят теоретические исследования и испытания моделей путевой структуры и подвижного состава СТС, осуществлённые в рамках Проекта Хабитат, то СТС будет предложена мировому сообществу как наиболее экологически чистая, наименее ресурсо- и капиталоемкая и наиболее экономичная транспортная система, отвечающая требованиям XXI века.

На полигоне необходимо решить следующие задачи:

1) Струнная путевая структура не относится к балочным или канатным конструкциям, поэтому в СТС не может быть использован накопленный мировой опыт строительства и эксплуатации мостов и путепроводов, монорельсовых и канатных дорог, а также других транспортных систем. Поэтому рельса-струна, являющаяся основой путевой структуры СТС, должна быть оптимизирована экспериментально (жёсткость рельса, усилие натяжение струн, оптимальная длина пролёта, подбор и физико-механические характеристики заполнителя и т. д.) и испытана при низких (до 200 км/час), средних (200...300 км/час) и высоких (300...500 км/час) скоростях движения по ней транспортного модуля.

2) Электрический модуль СТС имеет четыре стальных колеса с "автомобильной" (независимой) подвеской, причём каждое колесо имеет две реборды (гребни), что принципиально отличает его от подвижного состава железных, автомобильных и монорельсовых дорог. Кроме того, модуль движется по двум предварительно напряжённым жёстким нитям (рельсам-струнам), имеющим большую протяжённость и точечное опирание на жёсткие (анкерные) и гибкие (промежуточные) опоры. Такая схема высокоскоростной путевой структуры является принципиально новой в мировой практике, поэтому она предопределяет особую, до настоящего времени экспериментально не изученную динамику движения. Необходимо экспериментально установить частоту и амплитуду колебаний рельса-струны, колёс, подвески колёс, корпуса модуля, опор; причины появления резонансных частот в элементах путевой структуры, модуля и опор и др.;

3) Высокоскоростное движение небольших по размерам модулей на высоте 20...30 м над поверхностью земли требует особого подхода к их аэродинамике, к оптимизации формы корпуса и к определению влияния климатических факторов - ветра, дождя, снега, оледенения, высоких и низких температур и др.;

4) Опоры и опорные элементы СТС (анкерные, промежуточные, тормозные) отличаются от опор мостов, эстакад, канатных дорог и линий электропередач как конструктивно, так и характером действующих на них статических и динамических нагрузок и специфическими требованиями, предъявляемыми к ним. Всё это требует экспериментальных исследований;

5) Новые решения в путевой структуре и подвижном составе требуют нетрадиционных решений и в инфраструктуре транспортной системы, что также должно быть экспериментально апробировано (стрелочные переводы, элементы вокзалов, станций, грузовых терминалов и др.);

6) Новая транспортная концепция требует своих подходов к стандартам, поэтому на СТС должны быть экспериментально оптимизированы конструктивные стандарты (форма и геометрические размеры головки рельса и опорной части двухребордного колеса, ширина колеи путевой структуры, расстояние между встречными транспортными линиями, габариты транспортного модуля и др.), электротехнические стандарты (напряжение и вид силового электрического тока -

постоянный или переменный, - частота переменного тока и др.), технологические, эксплуатационные и др. стандарты.

### **98. Сколько лет работает над СТС автор?**

Около 20 лет, но если взять предысторию (работу над общепланетным транспортным средством - системой для широкомасштабного освоения околоземного космического пространства в будущем, основанной на неракетных принципах, от которой, собственно, и “отпочковалась” СТС), то работы начались около 25 лет назад.

Этот срок может показаться значительным, но если вспомнить историю развития техники, то и автомобильный и железнодорожный транспорт имели более длительную предысторию. Поезда на магнитном подвесе потребовали больше времени на разработку, хотя и финансировались не в пример СТС - только ФРГ потратила на это миллиарды DM. Бывший СССР также занимался магнитным подвесом, потратив за десятилетия на это несколько миллиардов USD, но так и не построив ни одного километра трасс. Более простые изобретения, такие, как фотография, от идеи до реализации потребовали более 100 лет. Поэтому работу над подобными крупными разработками, как СТС, изобретателю необходимо начинать в достаточно молодом возрасте - только в таком случае он имеет шанс увидеть своё реализованное изобретение собственными глазами.

Много лет у автора ушло (около десяти) только на проработку самой идеи, выкристаллизацию сути, определение расчётных схем и технико-экономический анализ. Годы ушли на расчёты, обоснования, получение сопутствующих технических решений, проработку основных узлов и элементов, наработку своих, собственных только СТС, стандартов и т.д. и т.п. Несколько лет потребовалось на патентование принципиальной схемы струнной системы в ведущих странах мира, в чём, собственно, главной проблемой было не само патентование, а отсутствие финансирования (на это потребовалось около 100 тыс. USD). Правда, по мнению независимых экспертов, стоимость созданных автором за этот период времени нематериальных активов достигла одного миллиарда USD.

Нереализованность СТС к настоящему времени обусловлена не её недостатками или нерешёнными научно-техническими проблемами, а отсутствием серьёзного финансирования. Все работы, вот уже в течение 25 лет, ведутся за счёт автора, финансовые возможности которого весьма ограничены. Без патентов же, первые из которых получены только в 1997 г., ни о каком привлечении инвестиций в программу не могло быть и речи. Работа по привлечению инвестиций, собственно, начнётся только в 2000 г.

К сожалению, на жизненном пути автору не встретился человек, подобный С.В.Рахманинову. Известно, что этот композитор, пианист, дирижёр, проживавший в эмиграции в США, однажды встретил в двадцатые годы также эмигрировавшего (и уже известного к тому времени) авиаконструктора И.И.Сикорского. Этот далёкий от техники человек поверил бедствующему конструктору, которому никто не верил и не делал заказов. Он дал ему 5 тыс. USD (по сегодняшним деньгам - 500 тыс. USD): “Я верю тебе. Сможешь вернуть деньги - верни, не сможешь, ну и ладно”. Неизвестно, без этой помощи состоялась бы вертолётная промышленность США?

### **99. В чём разница между вложениями в программу СТС и в конкретную трассу СТС?**

Такая же, как, например, между вложениями в программы “Автомобиль” и “Автомобиль ВАЗ 2110”. В первом случае подразумевается автомобиль вообще, который может иметь сотни различных вариантов воплощения (сотни конкретных марок), как хороших, так и плохих. За счёт удачных решений, как в техническом, так и в экономическом отношениях, программа “Автомобиль” процветает вот уже более ста лет и будет успешно существовать, пока на смену не придёт что-либо более совершенное, например, СТС-программа. Программа же “Автомобиль ВАЗ 2110” может быть и неудачной, если другие марки автомобилей окажутся лучше и “ВАЗ 2110” проиграет в конкурентной борьбе.

Примерно то же самое и с СТС. Можно построить, причём не совсем удачно, какую-либо конкретную трассу СТС, например, “Москва - Н.Новгород”. По ряду причин трасса может оказаться убыточной, поэтому тот, кто вложил деньги в неё, понесёт потери. Но тот, кто вложил деньги в СТС-программу, ничего не потеряет. Отрицательный опыт - тоже опыт. Поэтому следующая транспортная линия, например, “Минск - Москва”, будет построена с учётом полученных результатов, будет высокоприбыльной и перекроет все предыдущие риски и потери. Мировая статистика свидетельствует, что вложения в НИОКР на стадии завершения научной программы дают отдачу с коэффициентом 1:100 или даже 1:1000.

### **100. Где гарантии, что реализация СТС-программы завершится успехом?**

Гарантией является сама СТС-программа, тот мощный потенциал, который заложен в неё изначально. Успех даже не будет зависеть от конкретных людей (как и от автора, впрочем), от их конкретных удач или ошибок в ходе реализации программы. Вспомним первые шаги авиации. Сколько было ошибок, неудачных решений, сколько самолётов не взлетело вообще, а среди взлетевших - разбилось? Бьются они и сейчас. Ну и что? Авиация создала мощнейшую нишу в мировой экономике и не собирается её никому уступать. А ведь самолёты учились летать тогда, когда об аэродинамике, на чём, собственно, и основана вся авиация, ещё никто толком ничего не знал, в том числе и конструктор, проектировавший самолёт.

Вспомним также недавнее прошлое, когда закладывались ракетостроение и современная космонавтика. Какие сложнейшие задачи пришлось решить конструкторам! Возьмём только две из них: устойчивость ракеты и горение топлива в реактивном двигателе. По устойчивости ракета похожа на карандаш, поставленный на острие. Что может быть более неустойчивым, о какой точности запуска можно вести речь? Конструкторы не испугались трудностей, и сегодня нет более точных систем, чем ракетные - космический корабль стартует с мчащейся с огромной скоростью Земли и успешно садится в заданном районе другой планеты, движущейся на расстоянии в сотни миллионов километров. А проблема горения топлива, когда на квадратный метр камеры сгорания реактивного двигателя приходится тепловая мощность, достигающая миллиона киловатт? Казалось бы, нет таких материалов, способных не расплавившись выдержать эту нагрузку, но конструкторы и здесь нашли решения.

Или взять поезд на магнитном подвесе “Трансрапид” (ФРГ), точнее, проблемы его подвеса над дорогой. Если взять обычный магнит и поднести его, скажем, к скрепке, то возможны два варианта:

- 1) скрепка осталась лежать на столе;
- 2) скрепка подпрыгнула и прилипла к магниту.

Но, оказывается, возможен и третий, фантастический вариант - скрепка повисла в воздухе, не касаясь ни стола, ни магнита. Именно этот вариант реализован в “Трансрапиде”.

Ни одной подобной сложной проблемы нет в СТС. Струнная система - это просто механика, образно говоря “железо”, где всё давным-давно известно и апробировано в технике: и колесо, и привод колеса, и рельс, и путь, и путевая структура, и опоры, и системы управления и т.д. и т.п. Расчёты путевой структуры и опор - это строительная механика, которой пользуются проектировщики мостов, зданий и сооружений. Движение экипажа по СТС - это динамика строительной конструкции плюс динамика и аэродинамика четырёхколёсного автомобиля.

То же можно сказать и относительно других проблем в СТС - они либо решены где-либо в современной технике, либо их решение не представляет сложностей при привлечении известных знаний в теории и практике строительных конструкций, железнодорожном строительстве, авто- и авиастроении, электротехнике, электронике и др.

### Вопросы относительно СТС задавали:\*

- Аксёненко Н.Е. - первый вице-премьер Правительства России, Министр путей сообщения России, г. Москва
- Анфимов О.Г. - президент АО "Межреспубликанская электротехническая и приборостроительная корпорация", г.Москва
- Байбаков Н.К. - академик, экс-председатель Госплана СССР, г. Москва
- Басин Е.В. - председатель Госстроя России, г. Москва
- Березин В.Ф. - заместитель министра транспорта России, г. Москва
- Био Даниель - заместитель Исполнительного директора Центра ООН по населённым пунктам (Хабитат), г.Найроби
- Блохин А.В. - министр по делам Федерации и национальностей Российской Федерации, г. Москва
- Бондарчук Б.Е. - председатель Союза развития России, г.Москва
- Быстров Л.Г. - президент инвестиционно-финансовой группы "Инициатива Запад - Восток", г.Москва
- Вильямс Б. - эксперт Отдела строительной инфраструктуры и технологий Центра ООН по населённым пунктам (Хабитат), г.Найроби
- Виноградов С.Г. - председатель ассоциации патентных поверенных Беларуси, г. Минск
- Волк И.П. - лётчик-космонавт СССР, заместитель директора НИИ в г.Жуковском
- Высоцкий М.С. - вице-президент Академии наук Беларуси, генеральный конструктор МАЗа, г. Минск
- Гайсёнок В.А. - председатель Государственного комитета по науке и технологиям Беларуси
- Гоман В.В. - председатель комитета Госдумы по проблемам Севера России, г. Минск
- Грач Л.И. - Председатель Верховной Рады Автономной Республики Крым, г. Симферополь
- Гришанович А.П. - директор Белорусского инновационного фонда Госкомитета по науке и технологиям Белоруссии, г.Минск
- Грищенко В.В. - руководитель Центра по созданию горно-климатического курорта "Красная Поляна", г.Сочи
- Датук Яха Баба - чрезвычайный и полномочный посол Малайзии в России, г.Москва
- Денисевич В.В. - начальник управления транспорта Совета Министров Беларуси, г. Минск
- Денисов Н.И. - управляющий делами Конституционного Суда Беларуси, г. Минск
- Денисов С.И. - министр промышленности, транспорта, связи и торговли Республики Карелия, г. Петрозаводск
- Джохал Д. - помощник Генерального Секретаря ООН, г.Найроби
- Дочкал М. - глава представительства фирмы "Шкода" в г.Москве
- Дрозд В.А. - председатель комитета по инвестициям, заместитель Министра экономики Беларуси, г.Минск
- Забродоцкий Ю.Н. - президент Академии Нового Мышления, г.Москва
- Злотникова Т.В. - председатель Комитета по экологии Госдумы России, г. Москва
- Зубов В.М. - губернатор Красноярского края России, г. Красноярск
- Казанцев Е.Д. - заместитель министра транспорта России, г. Москва
- Капитула П.А. - помощник Президента Беларуси, г. Минск
- Капуцкий Ф.Н. - ректор Белорусского государственного университета, г. Минск

---

\* должности должностных лиц указаны на момент времени, когда были заданы вопросы

- Карпов Н.И. - глава города-курорта Сочи  
Кобб С. - почётный сенатор Гавайских островов, США  
Козловский Н.И. - заведующий кафедрой теоретической механики Белорусского государственного университета, г. Минск  
Корнеев С.А. - первый секретарь Постпредства России при международных организациях в г.Вене  
Коссов В.В. - заместитель министра экономики России, г. Москва  
Кресс В.М. - губернатор Томской области России, председатель комитета по науке Совета Федерации России, г. Томск  
Круглик С.И. - статс-секретарь, первый заместитель председателя Госстроя России, г. Москва  
Кудашов В.И. - председатель Государственного патентного Комитета Беларуси, г. Минск  
Куницын С.В. - председатель Совета Министров Автономной Республики Крым, г. Симферополь  
Латышев В.В. - глава Администрации г.Сочи  
Лебедь А.И. - губернатор Красноярского края России, г. Красноярск  
Лемеш Я.М. - директор Института независимой экспертизы инвестиционных и кредитных проектов, г.Минск  
Линг С.С. - премьер-министр Беларуси, г. Минск  
Ли Цяньжу - первый секретарь по вопросам науки и техники посольства Китая в Беларуси, г. Минск  
Липатов А.И. - президент Русской Академии, г.Москва  
Лужков Ю.М. - мэр г.Москвы  
Лукашенко А.Г. - президент Республики Беларусь, г. Минск  
Лукашов А.В. - министр транспорта и коммуникаций Беларуси, г. Минск  
Лукьянчук А.Ю. - первый заместитель начальника Экономического Управления Президента России, г. Москва  
Магаринос К. - генеральный директор Организации ООН по промышленно-му развитию, г.Вена  
Маринич М.А. - министр внешнеэкономических связей Беларуси, г. Минск  
Мартынюк В.И. - начальник управления научно-технической политики Министерства транспорта России, г. Москва  
Маруно Ёо - заместитель Генерального директора ЮНИДО, г.Вена  
Маслов Н.В. - заместитель председателя Госстроя России, г. Москва  
Никитенко П.Г. - президент Фонда "Таймин" (Тайвань - Минск), г.Минск  
Никитин А.Н. - генеральный директор ассоциации "Космонавтика - человечеству", г.Москва  
Николс Р.В. - президент Нью-Йоркской Академии наук  
Ничкасов А.И. - заместитель министерства архитектуры и строительства Беларуси, г. Минск  
Новицкий Г.В. - заместитель премьер-министра Беларуси  
Норкин К.Б. - начальник Управления мэра г.Москвы  
Орджоникидзе С.А. - заместитель Министра иностранных дел России, г. Москва  
Парамонова Т.В. - заместитель председателя Центрального банка России, экс-председатель Центрального банка России, г. Москва  
Пекарь Ф.Н. - заместитель начальника Управления науки, техники и инвестиций министерства транспорта и коммуникаций Беларуси, г. Минск  
Петух П.П. - председатель Минского облисполкома  
Плескачевский Ю.М. - директор Института механики металлополимерных систем АН Беларуси, г.Гомель  
Прокопович П.П. - заместитель премьер-министра Беларуси, г. Минск  
Рубцов Г.С. - председатель Высшего экономического совета Автономной Республики Крым, г.Симферополь  
Румас Н.Ф. - министр финансов Беларуси, г. Минск  
Садовничий В.А. - ректор Московского государственного университета



- Сазонов А.Ю. - министр предпринимательства и инвестиций Беларуси, г. Минск
- Сапожников В.В. - проректор по научной работе Петербургского государственного университета путей сообщения, г. С.-Петербург
- Севастьянов В.И. - председатель Мандатной комиссии Госдумы России, лётчик-космонавт СССР, г. Москва
- Сибиряков С.А. - руководитель Департамента межрегионального взаимодействия Министерства по делам Федерации и национальностей России, г. Москва
- Скорбеж А.А. - первый заместитель министра предпринимательства и инвестиций Беларуси, г. Минск
- Сторчевус В.К. - директор Исполнительного бюро Центра ООН (Хабитат) в г.Москве
- Тёпфер К.  
Тимербулатов Т.Р. - заместитель Генерального Секретаря ООН, г.Найроби  
- президент финансово-строительной корпорации "Конти", г.Москва
- Туан Пэй-Лунь - глава представительства Тайваня в Беларуси, г. Минск
- Тур А.Н.  
Фролов В.П. - заместитель Министра экономики Беларуси, г. Минск  
- председатель специализированного Учёного Совета технических наук Русской Академии, г.Москва
- Хохлов В.А.  
Хурсевич С.Н. - президент АКБ "Токобанк", г.Москва  
- начальник отдела экономики федеративных отношений Министерства экономики России, г. Москва
- Цах Н.П.  
Цепов Б.А. - министр транспорта России, г. Москва  
- постоянный Представитель России при международных организациях в Найроби, посол России
- Чилингаров А.Н.  
Чуйко С.Я. - заместитель председателя Госдумы России, г. Москва  
- ответственный секретарь Российского Собрания Инвесторов, г.Москва
- Шамузафаров А.Ш.  
Шейман В.В. - председатель Госстроя России, г. Москва  
- государственный секретарь Совета Безопасности Беларуси, г. Минск
- Шершнёв Л.И. - президент Фонда национальной и международной безопасности России, г.Москва
- Шимов В.Н.  
Шмидт Г.И. - министр экономики Беларуси, г. Минск  
- генеральный директор Консорциума "Строймонтаж", г.Москва
- Шойгу С.К. - вице-премьер Правительства России, Министр России по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Москва
- Шорт Д. - заместитель главного секретаря Европейской конференции Министров транспорта, Франция
- Явлинский Г.А.  
Янсма Х. - председатель фракции "Яблоко" Госдумы России, г. Москва  
- главный советник интермодальной транспортной структуры Министерства транспорта Голландии

### Часть 3. Варианты практической реализации СТС

#### 3.1. СТС как экологически чистая альтернатива суперавтомобилизации общества

В конце XX века произошла городская революция - впервые в истории человечества половина населения мира стала жить в городах.

Стамбульская конференция ООН по населённым пунктам отметила, что городская революция будет развиваться на протяжении следующих трёх десятилетий, когда городское население вырастет настолько, что оно в два раза превысит численность сельского населения. В городах станет проживать на 2,5...3 миллиарда человек больше, чем сейчас. Для этих людей потребуется жильё, инфраструктура, рабочие места и достойные XXI века условия жизни.

Города являются сейчас и будут оставаться в будущем глобальными финансовыми, промышленными и коммуникационными центрами, где сосредоточено все богатство культурного многообразия и где динамично протекает политическая жизнь, центрами, обладающими огромным производственным, творческим и инновационным потенциалом. Но города стали также и громадным рассадником нищеты, насилия, перегруженности коммуникациями и постоянно деградирующей окружающей среды. Неустойчивые структуры потребления в этих плотно населённых городах, концентрация промышленности, интенсивная экономическая деятельность, большое скопление автомобилей и неэффективная система удаления и переработки отходов - всё это говорит о том, что главными проблемами человечества в будущем станут проблемы городов, так как именно в них будет сконцентрирована не только основная часть земной цивилизации, но и все её основные проблемы - экологическая, сырьевая, продовольственная, энергетическая, демографическая и др.

Рассмотрим города с точки зрения обеспечения их транспортными коммуникациями.

Улицы и перекрёстки, площади и автостоянки, мосты и путепроводы, гаражи и автозаправки и многое другое в современных городах построены для автомобиля и под автомобиль. Он подчинил себе города в большей степени, чем построивший их человек, нуждающийся, как биологический вид, совсем в иных условиях проживания.

Автомобиль в городе – основной источник загрязнения воздуха (до 80%) и шума (до 90%). Загрязнению продуктами горения топлива, истирания шин и дорожного покрытия, дорожной пылью, антиобледенительными солями и др. подвергаются и прилегающие территории. Автозаправки, моечные станции, авторемонтные мастерские и др. элементы городской транспортной инфраструктуры также вносят вклад в загрязнение. Покрытая панцирем дорог земля не дышит, изменяет естественные режимы движения поверхностных и грунтовых вод, а также – изымается из биосферной системы генерирования кислорода и очистки воздуха зелёными растениями именно в местах массового проживания людей.

Миллионы человек ежедневно садятся в городах за руль автомобиля и часами находятся в замкнутом пространстве небольшого объёма в состоянии стресса, вдыхая при этом грязный воздух, насыщенный парами горюче-смазочных веществ, выхлопов потока машин, испарениями нагретого асфальта.

Городские автомобили ежедневно лишают на планете жизни более тысячи человек, несколько тысяч делают калеками и инвалидами, а негативному воздействию подвергают миллиарды человек.

Транспортная подвижность городского населения постоянно растёт и в ряде мегаполисов люди будут совершать в 2000 г. в три раза больше поездок, чем в 1980 г. А из-за дальнейшей урбанизации к 2025 г. их число может увеличиться в 6 раз.

Представителем таких мегагородов является Мехико, самый большой город в мире. Его население превышает 20 млн. человек, живущих на площади около 2000 км<sup>2</sup>. Каждый день в Мехико совершается свыше 30 млн. поездок на более чем 3 млн. автомобилей и средств общественного транспорта.

Стоит отметить и ежедневное потребление ресурсов в таких городах, которые необходимо доставить транспортом к каждому жителю. В среднем, на 1 млн. жителей приходится около 1000 тонн питьевой воды и 2000 тонн еды в день. Помимо этого производится 2000 тонн отходов и 900 тонн вредных для окружающей среды веществ. Например, в Мехико 100% всех свинцовых выбросов в атмосферу и 82% угарного газа производятся автомобильным транспортом, который значительно ухудшает состояние воздуха.

Основная причина формирования городов, мегаполисов, массовой концентрации людей – это обеспечение транспортной доступности. Доступность рабочих мест, учебных, оздоровительных и культурных центров, мест массового отдыха и развлечений, обеспечение возможности физического контакта людей друг с другом – вот что стягивало в одно место сначала тысячи, затем миллионы людей. Так зародились города, пространственный облик которых вначале формировал пешеход, затем, в течение столетий, транспортное средство, ведомое лошадью, а в 20-ом веке – железная дорога (в том числе трамвай и метро) и автомобиль (в том числе автобус и троллейбус). Исторически именно транспортные коммуникации сформировали пространственный облик современных городов и мегаполисов, их пространственный каркас.

Только из-за необходимости обеспечения транспортной доступности в современных городах образовалась такая сверхвысокая концентрация жилой и промышленной застройки, людей и связанных с ними потоков вещества и энергии, теплового и газового обмена. Это приводит к разрушению естественных растительных сообществ, обеднению фауны, изменению микроклиматических, геологических и гидрогеологических характеристик местности, абсолютному численному доминированию человека, а также предельным антропогенным преобразованиям коренного ландшафта. Уже сегодня до 50% всех болезней людей в городах можно отнести к "градообразующим". В первую очередь это болезни, ставшие результатами скученности проживания, а также - загрязнённости воздуха, шума, вибрации и электромагнитных излучений.

Использование времени человеком является ограниченным ресурсом, так как в сутках по-прежнему всего лишь 24 часа, а продолжительность средней человеческой жизни по-прежнему ограничена 80-ью годами. В развитых странах валовой национальный продукт на душу населения превышает 20 тыс. USD при примерно 2-х тысячах часов рабочего времени в год. Таким образом, очень грубо, один час цивилизованной человеческой жизни можно оценить в среднем в 10 USD. Поэтому ежедневная экономия одного часа времени на одного жителя для цивилизованного государства экономически более оправдана, чем экономия на душу населения в день 10 литров бензина, 100 кг угля или 10 кг хлеба. В то же время во многих городах мира дорога на работу и домой занимает почти половину всего рабочего дня. В индонезийской столице г. Джакарта считается обычным делом тратить ежедневно на дорогу от 4-х до 6-ти часов. В США всё чаще число автомобилей достигает предела пропускной способности дорог. Подсчитано, что эта проблема обходится стране в 1 млрд. USD ежедневно из-за сниженной продуктивности, потери времени и ухудшения здоровья людей.

Поскольку роль транспортных коммуникаций в жизни будущих поколений горожан столь велика, то пространственный облик городов будущего необходимо формировать, опираясь на иные транспортные технологии и градостроительные концепции.

Представим себе шахматное поле, где клетки – естественный природный ландшафт, а линии, разделяющие клетки – линейные города шириной 500 м, преимущественно коттеджной застройки (рис. 1).

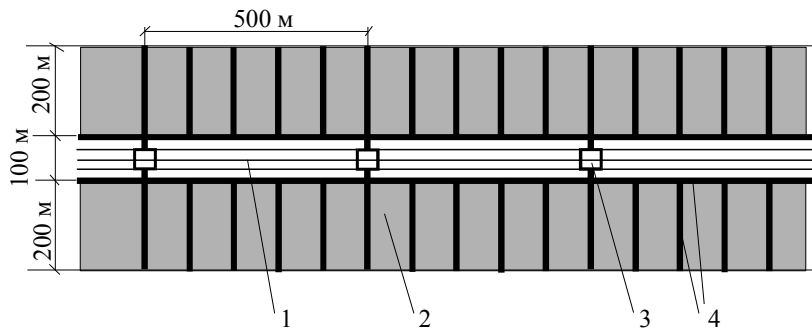


Рис. 1. Линейный город:

1 - многопутные скоростные "зелёные" трассы (прямые, обратные, запасные); 2 - зона коттеджной застройки; 3 - высотные офисные, производственные здания и сооружения, культурные, торговые, оздоровительные и др. центры; 4 - пешеходные дорожки.

По средней линии такого города, в зелёной полосе шириной 100 м, над деревьями, т.е. на высоте 50 м и более проходят высокоскоростные "зелёные" транспортные коммуникации. Зелёные в том смысле, что они безопасны, не угрожают жизни и здоровью людей (обеспечивается экологическая чистота, бесшумность, безопасность скоростного перемещения и т.д.) и не нарушают гармонию окружающей природной среды, в том числе ландшафта. При протяжённости такого города 50 км и средней скорости путешествия 200 км/час, максимальное время в пути для его жителя будет 15...20 мин (из конца в конец города), а средневзвешенное время - 10...15 мин. Офисные, производственные и другие здания и сооружения массовой концентрации людей будут также размещены в средней зелёной зоне города и будут находиться для жителей в пределах пешеходной доступности. При расстоянии между такими зданиями в 100...500 м пешеходу потребуется не более 3...5 мин, чтобы добраться до них. Одновременно в каждом здании будет и станция транспортной сети, размещённая на крыше или верхних этажах, куда пассажиры смогут попасть с помощью эскалаторов или скоростных лифтов.

При плотности проживания 1 человек на погонный метр города (или 500 м<sup>2</sup> земли/чел.), в таком городе будет проживать 50 тыс. чел., а в "шахматном" зелёном мегаполисе (рис. 2), образованном 100 такими пересекающимися линейными городами (по 50 на каждой стороне, или через 1 км друг от друга) сможет проживать в комфортных условиях 5 млн. человек на площади 2550 км<sup>2</sup>.

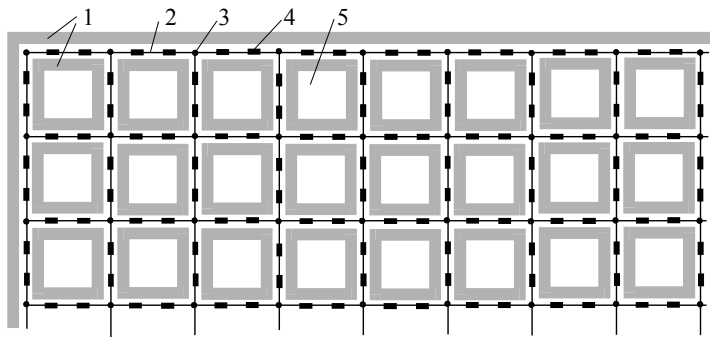


Рис. 2. Зелёный (шахматный) мегаполис:

1 - зона застройки линейного города; 2 - "зелёные" скоростные транспортные коммуникации; 3 - станции пересадки пассажиров; 4 - станции посадки-высадки пассажиров; 5 - природный парк.

Из любой точки такого мегаполиса можно будет попасть в любую другую сделав одну пересадку. Максимальное время в пути (из угла в угол) – 35 мин, средневзвешенное время – 15...20 мин. Предельная пропускная способность одной транспортной линии в 500 тыс. пасс./сутки (в обоих направлениях) и в 100 тыс. тонн грузов/сутки, обеспечит в часы пик проезд по мегаполису свыше 2 млн. человек (для всей коммуникационной сети).

Концентрация людей (около 2000 чел./км<sup>2</sup>) в таком городе-деревне будет в несколько раз ниже, чем в современных городах. Мегаполис будет действительно зелёным, так как не будет закатан в асфальт и будет только пешеходным. А жители по утрам будут просыпаться не от приступа астмы или шума машин, а от пения птиц.

Нужно ли это человечеству, когда и так множество городов построено? Но ведь построили город для развлечений – Лас-Вегас, в пустыне. А города для гармоничной жизни тем более можно и нужно строить. И мест на планете более прекрасных, чем пустыня, для этого предостаточно.

Для реализации такой концепции необходим принципиально новый ноосферный транспорт. СТС полностью удовлетворяет этим требованиям.

Низкая материалоёмкость путевой структуры (однопутная трасса – до 150 кг/м), малые вертикальные нагрузки на поддерживающие опоры (до 50 тонн при пролёте 100 м), произвольная длина пролётов (от 20 м до 1000 м и более) и высота опор (от 5 м до 100 м и более), обеспечат внедрение СТС в существующую инфраструктуру, не затрагивая здания и коммуникации, не нарушая ландшафт. Малое отчуждение земли под опоры на трассе (до 0,05 га/км) оставит больше места зелёным насаждениям.

Высокий энергетический КПД электропривода, минимальные механические и аэродинамические потери обеспечат скоростную, безопасную и комфортную доставку пассажиров и грузов с меньшими, в 5...10 раз, энергетическими затратами, чем у автомобиля. Например, при скорости 200 км/час двигатель модуля будет развивать мощность 35 кВт, а расход горючего (если пересчитать электроэнергию в бензин) при этом составит около 0,1 литра на 100 пассажиро-километров. Компактные станции и вокзалы будут совмещены с верхними этажами и крышами городских зданий и не потребуют дополнительного отчуждения земли.

Малые поперечные размеры рельса-струны (100 x 200 мм) с "защитами" в него энергетическими и информационными коммуникациями, в том числе с экологически чистыми оптико-волоконными линиями связи, по которым могут передаваться сотни телевизионных программ и миллионы телефонных переговоров, исключат и другие нетрадиционные загрязнения – путевая структура не будет давать тень и визуального вторжения.

Малая мощность, невысокое электрическое напряжение (около 1000 В), отсутствие скользящих электроконтактов, сделают СТС более слабым источником электромагнитных загрязнений, чем троллейбус. Ущерб Природе на протяжении всего жизненного цикла СТС будет минимальным – на стадиях строительства, эксплуатации и демонтажа после окончания срока службы.

Протяжённость скоростной коммуникационной сети описанного выше шахматного мегаполиса составит 5 тыс. км, а стоимость - около 8 млрд. USD (то есть примерно столько же, сколько будет стоить скоростная железная дорога "С.Петербург - Москва" протяжённостью 660 км, или трасса "Берлин - Гамбург" протяжённостью около 300 км для поезда на магнитном подвесе "Трансрапид"). Для обслуживания мегаполиса в часы пик потребуется около 50 тыс. электромодулей общей стоимостью около 1 млрд. USD (для сравнения: суммарная стоимость только 2...3 млн. легковых автомобилей в современном мегаполисе достигает 20 млрд. USD).

Благодаря низкой стоимости коммуникационной системы и подвижного состава, малым затратам энергии на высокоскоростное перемещение и невысоким эксплуатационным издержкам, себестоимость проезда по СТС будет ниже, чем на любом другом известном городском транспорте - около 0,1 USD/пасс. при средней дальности поездки 25 км.

Пешеходные линейные города легко вписываются и в существующую систему городов (рис. 3).

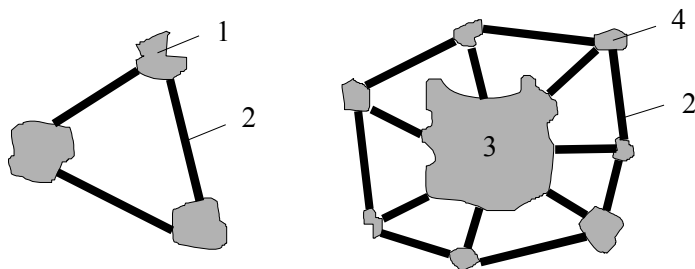


Рис. 3. Линейный город в системе городов:

1 - существующий город; 2 - линейный город; 3 - существующий мегаполис; 4 - город-спутник (аэропорт)

Например, линейными городами могут быть соединены малые и средние города, расположенные в 50...150 км друг от друга. Эффективной будет и соединение с мегаполисом и друг с другом городов-спутников и аэропортов. По предлагаемой коммуникационной системе пассажир из центра мегаполиса сможет добраться до любого города-спутника или аэропорта за 20...25 минут при себестоимости проезда 0,3...0,5 USD/пасс.

Линейный экополис может быть также создан вокруг существующего города или мегаполиса в виде радиально-кольцевой структуры диаметром 50...80 км (рис. 4). Это позволит со временем рассредоточить крупнейшие города, создать "безотходные" системы расселения с сохранением как существующего природного ландшафта, так и исторических и культурных центров, приблизив процессы городского метаболизма к естественным процессам.

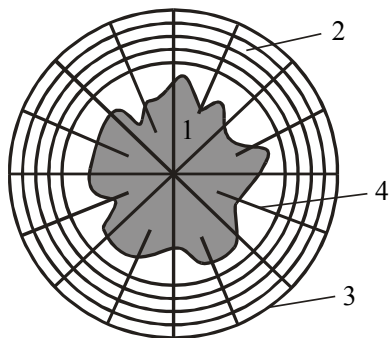


Рис. 4. Линейный кольцевой город:

1 - существующий город;  
2 - кольцевой линейный город;  
3 - кольцевая скоростная трасса СТС;  
4 - радиальная трасса СТС.

Таким образом, СТС обеспечит новую концепцию создания городов в XXI веке. Это будут экологически чистые линейные города, в которых в пределах пешеходной доступности от скоростных экологически чистых и безопасных струнных трасс будут находиться жилые, производственные, офисные, культурные и иные здания и сооружения, гармонично вписанные в Природу во всём её многообразии: в полях, лесах, на шельфе моря, в горах, тайге, пустыне, джунглях и любом другом месте, которое даровал нам Бог.

Если озаботиться судьбой 3 млрд. потенциальных жителей городов и хотя бы для 1 млрд. из них создать достойные XXI века условия жизни, труда и отдыха, то человечеству понадобится создать около 200 подобных шахматных мегаполисов и построить 2 млн. километров высокоскоростных дорог, из них - 1 млн. км по самим мегаполисам и около 1 млн. километров - для их связи друг с другом и с существующими городами. Такая задача под силу мировому сообществу, так как, например,

только в США для обеспечения жизнедеятельности 250 млн. человек построено за последние 100 лет более 5 млн. километров более дорогих и более экологически опасных, и к тому же низкоскоростных транспортных коммуникаций.

### **3.2. СТС как основа потребительского рынка нетрадиционных возобновляемых ресурсов Сибири**

Качественная питьевая вода - важнейшая составляющая системы жизнеобеспечения человечества. Подсчитано, что общая потребность в экологически чистой воде с учетом производства продуктов питания, медицинских препаратов, пива, различных напитков составляет как минимум 10 миллиардов тонн в год. Причем дефицит такой воды возрастает ежегодно в геометрической прогрессии. И это дефицит ничем не может быть перекрыт, так как вода является единственным продуктом потребления, который не может быть заменён каким-либо иным продуктом.

Таким образом, потребность человека в чистой питьевой воде выше, например, потребности в нефти в 5 раз (сегодня добывается около 2 млрд. тонн нефти в год), угля - в 3 раза. И уже сегодня высококачественная природная вода стоит на Западном рынке дороже нефти в 6...8 раз (1 USD/литр против 0,15 USD/литр), угля - в 20...30 раз. Поэтому рынок экологически чистой природной питьевой воды будет самым крупным потребительским рынком в XXI веке.

По данным Всемирной организации здравоохранения около двух миллиардов человек на Земле уже сегодня страдает от нехватки питьевой воды. Лишь один человек из десяти в мире пьёт природную воду. Остальные - обработанную химикатами, хлорированную, опреснённую. Для некоторых регионов водная проблема более злободневная, чем продовольственная и топливная. Опреснённую морскую воду употребляют жители стран Персидского залива. Без привозной воды не может обойтись население Алжира, Гонконга, Сингапура. Если исходить из арабских позиций, то для них проблема поддержания водного баланса становится проблемой жизнеобеспечения, приобретая приоритет в рамках национальной безопасности. Эксперты не исключают, что в начале XXI века на Ближнем Востоке не избежать войны уже не за землю, а за воду.

Исследования последних лет расширили наше представление о влиянии "водного фактора" на заболеваемость и генофонд человеческой популяции и эти данные вызывают большую тревогу. До 80% заболеваний обусловлено употреблением загрязненной воды. От того, что мы пьём, зависит здоровье не одного поколения.

Вода составляет 65% веса тела взрослого человека, она содержится даже в костях и зубной эмали. Питательные вещества и соли всасываются в кровь только в растворенном виде. Любые химические процессы, происходящие в живой клетке, возможны лишь в присутствии воды. Без жидкости активность мозга снижается, но выпитые с промежутком четыре стакана воды за день способны поддерживать и приумножить жизненную энергию. Вода также вымывает из организма всё то, что ему уже не нужно и просто вредно. Важно только, чтобы та вода, которую мы пьём, была чистой и безопасной.

Вода - универсальный растворитель. Даже в самой чистой содержится более 800 химических веществ. Все они нужны нашему организму, если этот комплекс минеральных веществ сбалансирован и содержится в необходимой концентрации. Если нет, то от постоянного употребления такой воды наша жизнь станет лет на десять короче.

Модная сегодня идея поставки питьевой воды в виде льда айсбергов - не лучший вариант решения водной проблемы. Во-первых, этот лед - дистиллированный. Дистиллированную воду пить так же вредно, как и грязную. Во-вторых, этот лёд не такой уж и чистый. Например, одна из причин запрета использования сильнейшего ядохимиката ДДТ (дуста) - его нашли в печени пингвинов. Ведь вода в природе, испаряясь и попадая в облака, месяцами мигрирует в атмосфере, пока не выпадет в виде снега в Арктике или Антарктиде. Превращаясь в лёд, дистиллированная вода снега уже содержит атмосферную грязь, необязательно тех-

ногенную. Например, в доисторические времена это были выбросы вулканов и пыльных бурь, а также патогенная микрофлора, кстати до сих пор замороженная во льдах, но в случае размораживания могущая привести к невиданным болезням.

Гомеопатия подтверждает, что у воды есть молекулярная память. Разбавленное в миллионы раз лекарство лечит. Поэтому заменит ли нам чистую природную воду водопроводная вода, пропущенная сквозь фильтр и изначально загрязненная пестицидами, гербицидами, нитратами, фосфатами, хлорорганическими соединениями (например, диоксин ядовитее цианистого калия в 68 тысяч раз, а он образуется при кипячении хлорированной воды), солями тяжелых металлов и т.д.? Фильтр ведь не только задерживает водные загрязнения (эффективность не выше 80...90%), но и частично поглощает содержащиеся в воде и нужные нам минеральные компоненты, нарушая природный баланс минеральных веществ. При этом гомеопатическая память о вредных веществах проходит сквозь фильтр, усиливаясь на нем (там повышенное содержание вредных веществ) и в дальнейшем отравляет наш организм. А водное отравление куда опаснее пищевого, поскольку вода и растворенные в ней вещества и соли тяжелых металлов полностью участвуют во всех биохимических процессах организма.

Ни одна страна мира не располагает такими запасами высококачественной природной питьевой воды, как Россия, возьмем тот же Байкал.

Озеро Байкал уникально. Воды в нем больше, чем в Балтийском море. По гидрохимическим свойствам байкальская вода не имеет аналогов на земном шаре. Это гигантское естественное водохранилище, пятая часть всех пресных вод планеты. А если учитывать лишь чистую, которую можно пить, то в Байкале находится половина ее мировых запасов, причем лучшая. Жизнедеятельность органического мира озера устроена так, что живые его фильтры (эндемики) действуют пока безупречно. Вода во многих зонах озера чистая. Но и организмы-аборигены способны жить только в такой стихии. Они гибнут, попав в единственно вытекающую из Байкала реку Ангару, хотя воду там трудно отличить от байкальской.

Природная "фабрика "Байкал" вот уже в течение миллионов лет ежегодно дополнительно производит 60 миллиардов тонн (60 кубических километров) бесценного жидкого минерала, приносимого 300 реками, впадающими в Байкал, и вытекающего после очистки в озере через Ангару в Северный Ледовитый океан.

При очистке воды, которая длится годами, из нее уходит вся молекулярная память о предыдущих загрязнениях. При этом содержащийся в воде комплекс микроэлементов, поступивших из многочисленных минералов, встречающихся на пути следования дождевой и родниковой воды в озеро, подвергается балансировке. Чтобы получить из морей столько опресненной воды как в Байкале (просто пресной, а не изумительной байкальской, богатой полезными микроэлементами), пришлось бы затратить свыше 1000 триллионов USD. Для сравнения: все золото, добытое по сей день на Земле, оценивается в 1000 раз дешевле. С экономической точки зрения озеро Байкал стоит дороже нефтяного моря такого же объема, что в сотни раз превышает стоимость всех мировых запасов нефти.

В юго-западной части Байкала изучены месторождения "возобновляемой" в естественных условиях ультрапресной воды. Запасы уникальной ультрапресной питьевой воды в Байкале огромны и практически не исчерпаемы. Байкальская вода не требует никакой дополнительной переработки, консервантов или газирования, так как представляет из себя экологически чистую, слабоминерализованную воду, насыщенную кислородом, даже на дне, от которого до поверхности более полутора километров. Родниковая вода (а в Байкале именно такая) с глубины 500 метров и ниже сформирована свыше 100 лет назад, то есть в "доиндустриальный период" и абсолютно не содержит техногенных токсикантов, солей тяжелых металлов, хлорорганических соединений и патогенной микрофлоры.

Ещё чище вода в другом крупнейшем российском водоеме - озере Таймыр, что находится за Северным Полярным кругом на одноименном полуострове.

Меньшая часть человечества живет в северных широтах. Здесь людям нужно тепло. Большая же часть живет в тропиках и субтропиках. Им нужен холод. Человеку холод нужен не в меньшей степени, чем тепло. Поэтому и были изобретены холодильник и кондиционер. Получить холод значительно труднее, чем те-



пло. Например, КПД тепловой машины "энергия  $\rightarrow$  тепло" может быть близким к 100%. КПД же обратного процесса "энергия  $\rightarrow$  холод" намного ниже: не более 5...10% (КПД тепловой электростанции 30...40%, линии электропередач 80...90%, холодильника, где, собственно, и создается холод - 10...15%).

Высококачественный пищевой природный лёд сегодня стоит на мировом рынке 3000 USD/т и более, т. е. дороже меди и алюминия. Талая же вода полезнее обычной, т. к. длительное время сохраняет жидкокристаллическую структуру и является целебной.

Природа наделила Россию, в первую очередь Сибирь, ресурсами, которые могут стать основным экспортным потенциалом XXI века, а именно - высококачественной природной ультрапресной водой и сибирским морозом.

Российскую питьевую воду целесообразнее поставлять на рынок Европы и Азии (Индия, Китай и др.) в виде льда и хранить его в специальных терминалах - холодильниках. Поднятая с глубины 500 метров байкальская вода будет заморожена зимой в специальных цехах с использованием природного мороза.

Для реализации такой программы необходимо принципиально новый ноосферный транспорт XXI века. Он должен быть дешёвым, т. к. основной потребитель находится на расстоянии 5...8 тыс. км от Байкала и 6...10 тыс. км от Таймыра, поэтому цена питьевой воды на рынке и её конкурентоспособность будут определяться только транспортными издержками. Он должен быть скоростным и комфортным, так как от длительной транспортировки и тряски вода испортится, а лёд просто растает. Он должен быть экологически чистым, так как придет в густонаселённые регионы Европы и Азии. Он должен иметь высокую пропускную способность, так как речь идёт о поставках в сотни миллионов и миллиарды тонн в год. Он должен быть реализуем в сложных географических и климатических условиях, так как трассы необходимо будет прокладывать в зоне вечной мерзлоты, через болота, тайгу и горы. Только СТС удовлетворяет этим требованиям.

Для реализации программы "Живая вода России" потребуется построить около 30 тыс. км грузопассажирских трасс СТС общей стоимостью около 40 млрд. USD (с инфраструктурой).

Трассы будут строиться поэтапно и также поэтапно станут окупаться не только за счет грузовых, но и пассажирских перевозок.

С технической точки зрения такая задача будет более простой, чем, например, строительство железных дорог в пору их расцвета. Например, в США за десять лет, с 1850 г. по 1860 г., было построено около 35 тыс. км железных дорог, а с 1880 г. по 1890 г. - уже свыше 115 тыс. км. Киркой и лопатой, так как тогда ещё не было ни бульдозеров, ни экскаваторов, ни подъемных кранов, ни грузовых автомобилей. Трассы СТС строить проще, тем более в начале XXI века при наличии самой современной техники, мощной и незагруженной промышленности и строительной индустрии, не только России, но и других заинтересованных стран Европы и Азии.

С экономической точки зрения программа весьма привлекательна. При объеме поставок свыше 100 тыс. тонн питьевой воды в сутки себестоимость транспортировки по СТС составит около 3 USD/1000км, или на среднее расстояние 6,5 тыс. км - около 20 USD/т. С учетом отпускной цены воды, стоимости водоподготовки и других затрат (в том числе замораживания), себестоимость её у потребителя будет 50 USD/т (5 центов/литр). При оптовой цене пищевого льда, например, в Париже или Дели 250 USD/т (25 центов/кг) вся сеть дорог СТС окупится в течение одного года при поставке природного льда в объёме всего 200 млн. тонн в год, или в пересчёте на одного потенциального потребителя - 0,2 кг/сутки.

Поскольку речь идет не только об экономической выгоде, но и о здоровье миллиардов человек в XXI веке, то можно так построить маркетинг и менеджмент, чтобы каждый потенциальный потребитель высококачественной природной питьевой воды из Сибири стал бы акционером программы. Поэтому всю программу можно будет реализовать преимущественно за счёт акционерного капитала. При этом программа в своей затратной части будет примерно такой же, что и евротоннель (скоростная железная дорога "Лондон - Париж" с тоннелем под Ла-Маншем и с инфраструктурой), построенная преимущественно за счет средств

акционеров), а по эффективности, актуальности и полезности - на порядки выше.

Сибирская бутилированная природная вода будет представлена на мировом рынке в широком ассортименте - артезианская, озерная, минерализованная, ультрапресная, лечебно-оздоровительная, пищевой лёд, в том числе реликтовый, и т. д. В России и за рубежом будет создано около миллиона новых высокооплачиваемых рабочих мест. В течение нескольких лет после введения в строй сети трасс СТС можно будет выйти на объемы поставок воды порядка 1 млрд. тонн/год и годовую прибыль около 200 млрд. USD. Если поставлять эту воду в виде пищевого льда, то для получения такого же количества искусственного холода необходимо ежегодно сжигать не менее одного миллиарда тонн угля в электростанциях суммарной мощностью около 200 млн. кВт и иметь соответствующие мощности холодильных установок. Можно представить, какой ущерб планетарной экологии был бы нанесен. Программа же "Живая вода России" является экологически чистой и с точки зрения ноосферной термодинамики, так как общий тепловой баланс на планете останется неизменным.

При поддержке Правительства Российской Федерации и успешном акционировании программа "Живая вода России" может быть реализована к 2010 г. Первые участки трасс СТС, например, "Иркутск - Красноярск - Томск - Омск - Тюмень - Екатеринбург", "Москва - Минск", "Москва - Нижний Новгород - Казань - Екатеринбург", "Париж - Мадрид", "Пекин - Дели" и др. могут быть построены уже в 2005 - 2006 г.г. Эти участки будут самокупаемыми в течение 3...4 лет за счёт пассажирских и грузовых перевозок, поэтому к завершению строительства всей сети водных трасс СТС значительная часть построенных участков уже окупится.

Реинвестируя половину средств, заработанных с помощью СТС на программе "Живая вода России", можно будет построить в России в течение 40...50 лет недостающий миллион километров дорог. Причем дорог скоростных, которые простоят 100 лет, а не развалятся через 2...3 зимы, и не утонут в болоте или в вечной мерзлоте. Дорог, которые зимой не надо будет чистить от снега и льда и посыпать песком и антиобледенительными солями, а также - латать каждый сезон.

СТС позволит соединить Европу и Азию с Америкой сухопутной грузопассажирской скоростной трассой "Лондон (Париж) - Москва - озеро Байкал - Якутск - Берингов пролив - Калгари - Нью-Йорк". Такая трасса протяжённостью около 21 тыс. км и стоимостью около 40 млрд. USD окупилась бы своё создание за 3...4 года. По этой трассе природный пищевой лёд Сибири может быть поставлен, наряду со льдом Аляски (природа происхождения этого льда иная, чем байкальского, поэтому его качество будет значительно ниже) на рынок Америки. А рынок этот значительно более обширный, чем, например, рынок газированных напитков типа "Кока-Кола", объём продаж которого за многие десятилетия превысил триллион долларов.

Могут быть предложены десятки вариантов прокладки струнных трасс, стратегически и геополитически важных практически для всех континентов и стран мира. Если СТС будет доведена до серийного производства в России, то именно Россия сможет занять ключевые позиции в формировании новой коммуникационной мировой политики XXI века.

В настоящее время по программе СТС ведутся переговоры в США, Канаде, Малайзии, Израиле, Китае, Тайване, ряде европейских стран. Но больше всего в такой высокоскоростной коммуникационной системе XXI века нуждается Россия как самая большая страна мира с самой малоосвоенной территорией и с самыми плохими дорогами. Прошло более ста лет с высказывания великого русского писателя Николая Васильевича Гоголя, справедливое и сегодня, о том, что в России две беды: плохие дороги и дураки. Реализация СТС продемонстрирует всему миру, что в России в новом столетии будут самые лучшие дороги и делают это умные люди. И старт этот может быть сделан в Сибири.

## Литература

1. Проект Центра ООН по населённым пунктам (Хабитат) FS-RUS-98-S01 "Устойчивое развитие населённых пунктов и улучшение их коммуникационной инфраструктуры с использованием струнной транспортной системы". - Найроби - Москва, 1998 г.
2. Иванов В.Н., Сторчевус В.К. Экология и автомобилизация. - Киев, "Будівельник", 1983. - 88с.
3. Юницкий А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе.- Гомель, "Инфотрибо", 1995. - 337 с.
4. Юницкий А.Э. Линейная транспортная система. Международная заявка на изобретение РСТ/В94/00065 от 08.04.94. Заявитель "NTL Neue Transportlinien GmbH" (Германия) и Юницкий А.Э.
5. Юницкий А.Э. Линейная транспортная система. Патент Российской Федерации № 2080268. МПК В61В 5/02, В61В 13/00, Е01В 25/22. Приоритет 08.04.94 г., зарегистрирован 27.05.97 г.
6. Юницкий А.Э., Савчук В.П., Савенков В.А., Варьвильская О.Н. Анализ колебаний пролётных строений струнной транспортной системы. / Тезисы докладов Белорусского конгресса по теоретической и прикладной механике "Механика-95", Минск, 1995, с. 253-254.
7. Юницкий А.Э., Савчук В.П., Савенков В.А., Варьвильская О.Н. К динамике струнной транспортной системы. / Тезисы докладов Белорусского конгресса по теоретической и прикладной механике "Механика-95", Минск, 1995, с. 253-254.
8. Юницкий А.Э. Высокоскоростной наземный транспорт СТС. / Тезисы докладов международной научно-практической конференции "Ресурсо- и энергосберегающие технологии на транспорте и строительном комплексе", Гомель, 1995, с. 69-70.
9. Юницкий А.Э. Создание струнной транспортной системы (СТС) "Париж - Москва". / Материалы международной конференции по развитию коммуникационной системы "Париж – Берлин – Варшава – Минск – Москва." Минск, 1998, с.81-84
10. Юницкий А.Э. Транспортное средство для струнных транспортных систем (2 варианта). Патент Российской Федерации по заявке № 97500229/49(005129) от 18.10.96 г. МКПО 12-03. Патентообладатель Юницкий А.Э.
11. Юницкий А.Э. Рельс для струнных транспортных систем. Патент Российской Федерации по заявке № 97500230/49(005130) от 18.10.96 г. МКПО 12-03, 25-01. Патентообладатель Юницкий А.Э.
12. Anatoly E. Yunitsky. Linear transport system. Letters patent Republic of South Africa № 95/2888, 07.04.1995. International classification B65G.
13. Юницкий А.Э. Транспорт грядущего века. Журнал "Логистика", № 2, 1999. с.10-11.
14. Постановление Администрации г. Сочи от 10.09.1997 №628 "О включении инвестиционной программы "Струнные транспортные системы А.Э.Юницкого в Федеральную целевую программу "Социально-экономическое развитие города-курорта Сочи на период до 2010 года". Сочи, 1997.