

М.А. Орлов, А.М. Широков

ПРОТИВОРЕЧИЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ РАЗВИТИЕ



ПИОНЕРСКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ А. ЮНИЦКОГО

Если нужно получить качественно новый эффект, целесообразнее сразу отказаться от прототипа, навязываемого условиями задачи. Прототипом должна быть идеальная машина (идеальный способ)...

Прогрессивными и действующими в течение долгого времени оказываются только те тенденции, которые приближают реальную машину к идеальной.

Генрих Альтшуллер

Алгоритм изобретения
Москва, 1973

Деятельность Анатолия Эдуардовича Юницкого представляется нам примером, который достоин был бы включения в книгу Генриха Альтшуллера и Игоря Верткина «Как стать гением: жизненная стратегия творческой личности».

Анатолий Юницкий родился в 1949 году в Гомельской области. В 1973 году он окончил Белорусский политехнический институт** и получил специальность инженера путей сообщения. Еще школьником он увлекается моделированием ракет, строит и запускает двух- и трехступенчатые ракеты-модели собственной конструкции. Это было время первых полетов в космос, время триумфа ракетостроения. Перед окончанием института Анатолий познакомился с идеей доктора технических наук Нурбея Гулия о накопителе энергии на основе раскрученного маховика. И вскоре (1977 год) мысли о космических полетах соединились с идеей маховика ... самого себя выносящего в космос! Чем не идеальный способ?! Но эта идея зачеркивала перспективу ракетного освоения околоземного космоса! Во время триумфа советской ракетной техники это прозвучало настолько еретично, что Анатолий без промедления был записан КГБ (Комитет государственной безопасности в экс-СССР) в «диссиденты» (инакомыслящие!) и против него была организована кампания личной дискредитации. Но из подмосковного Звездного Городка - центра подготовки советских космонавтов - пришло первое признание, что и позволило Анатолию выстоять!

Да, это была невероятная идея, превосходящая по выдумке причуды самого барона Мюнхгаузена, утверждавшего, что он вытащил себя из болота за собственную косичку, да еще и вместе с лошастью! Больше четверти века прошло с того времени. У этой идеи по-прежнему больше противников, чем сторонников. И все же человечество уже имеет как минимум один спасательный круг в виде

* Материалы предоставлены А.Э.Юницким – автором ОТС и СТС.

** В настоящее время Белорусская государственная политехническая академия.

«Общепланетного транспортного средства (ОТС)» для открытия новой эры – эры геокосмической индустриальной цивилизации и спасения Природы на Земле. Природы, а значит, и самого человечества. Об этом изобретении мы рассказываем далее в разделе *Геокосмическая индустриальная цивилизация*.

Работая над расчетами полетов в космос на ОТС, Анатолий искал новые материалы и конструкции для фантастического маховика, охватывающего Землю по экватору и раскручиваемого до первой и второй космических скоростей. И здесь он делает второе открытие, близкое по значимости ОТС.

В 1982 году Анатолий Юницкий создает идею «Струнной транспортной системы (СТС)», практической реализации которой он и посвятил в дальнейшем свою деятельность. Это еще один спасательный круг для человечества! Эту идею мы рассматриваем здесь в разделе *Высокоскоростная струнная транспортная система*.

Анатолий Юницкий многократно применял принципы *ТРИЗ* для разработки своих более чем 80 изобретений. Мы покажем, как идеи *ТРИЗ* проявляются в ОТС и СТС. Наше внимание к изобретениям Анатолия Юницкого объясняется еще и нашей профессиональной специализацией – *управление развитием сложных систем*. Транспортные системы были и остаются важнейшим системообразующим фактором цивилизации. Оба автора в своих лекциях любят повторять образный тезис, когда-то высказанный Александром Михайловичем Широковым: государства, а значит и все человечество, развивались вдоль дорог и вместе с дорогами.

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

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 ведет 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, сдерживанию внешней торговли и туризма, повышению смертности населения.

С каким транспортом человечество входит в новое тысячелетие? Будет ли цивилизация медленно стагнировать, оставаясь в плену психологической инерции – безальтернативного поклонения автомобилю и самолету? Будет ли железная дорога, превратившаяся в железные кандалы и наручники (по крайней мере для Европы), и далее поглощать ресурсы на поддержание своей морально устаревшей техноструктуры? Наконец, наступит ли понимание того, что наша планета сейчас не более надежна, чем “Титаник“, на котором тоже не хватало спасательных средств и на котором не было надежных средств прогнозирования и управления?!

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ СТРУННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА (СТС)

Общие сведения о современных транспортных системах

1. Железнодорожный транспорт. В его современном понимании зародился в начале 19 века, хотя первые колейные дороги существовали еще в Древнем Риме. Во всем 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. Объем земляных работ в среднем около 50 тыс. м³/км. Отнимает у землепользователя много земли - около 5 га/км, а с инфраструктурой - до 10 га/км.



В сложных географических условиях требуется 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 населенных пунктов. Пассажирские поезда в течение года выбрасывают на 1 км полотна и полосы отвода до 12 тонн мусора и 250 кг фекалий.

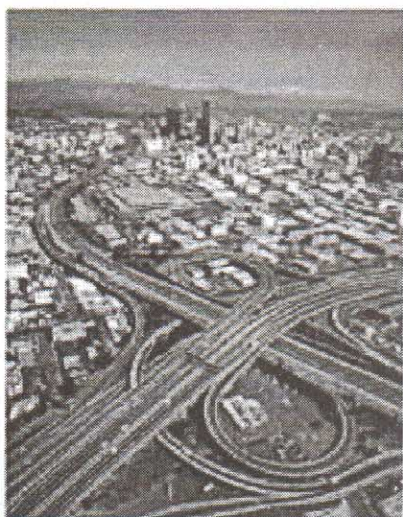
Железнодорожный транспорт в огромных количествах потребляет воду и загрязняет водные бассейны. Например, общее потребление воды объектами железнодорожного транспорта одной только России составляет около 1 млрд. м³/год, при этом сточные воды предприятий транспорта содержат нефтепродукты, фенол, креозол, смолы, соли тяжелых металлов. Попадая в водоемы, стоки ухудшают качество воды, условия жизни обитателей водных бассейнов, так как один грамм нефтепродуктов делает непригодной для питья 2 тонны воды.

В год под колесами 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. Объем земляных работ превышает 50 тыс. м³/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 ее 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, противоблужденительные 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), причем 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.

Негативное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду и человека в результате высокой концентрации автомобилей в городах, суперавтомобилизация урбанизированных зон ставит задачу поиска альтернативных решений. 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 энергоемкий вид транспорта. У современных самолетов суммарный выброс вредных веществ в атмосферу достигает 30...40 кг/100

пассажиро-километров. Основная масса выбросов самолетов концентрируется в районах аэропортов, т.е. около крупных городов - во время прохода самолетов 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 200 000 человек. На восстановление содержания такого количества кислорода в атмосфере необходимо несколько тысяч гектаров соснового леса или еще большая площадь планктона океана.

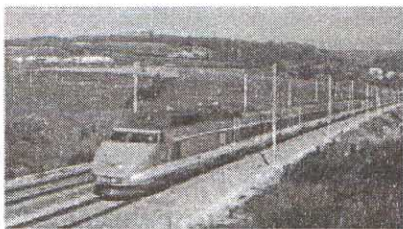


Каждый пассажир во время многочасового полета за счет космического естественного гамма-излучения получает дополнительную дозу облучения в несколько тысяч микрорентген (доза облучения в салоне самолета достигает 300...400 мкР/ч при норме 20 мкР/ч).

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 ценные.

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.

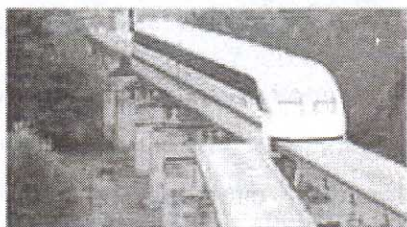
Стоимость километра дорог - 10...20 млн. USD, одного вагона - 2...3 млн. USD. Воздействие на окружающую среду более сильное, чем у обычных железных дорог. Например, экологи оценивают экологические последствия для России при строительстве высокоскоростной железной дороги "С.Петербург - Москва", как второй Чернобыль. При этом себестоимость проезда по данной дороге составит 123 USD/пасс. (протяженность трассы 660 км). Другой пример: по оценкам экспертов, если такая густонаселенная страна, как Китай, с его ограниченными и уязвимыми сельхозугодиями, в XXI веке сориентируется 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" протяженностью 29 км будет стоить около 1,5 млрд. USD (без учета стоимости земли и затрат на снос зданий и строений). На строительство необходимо много железобетона, стали, т.к. балки пролетных строений должны быть массивными (хотя длина пролета 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 задает переменную частоту тока для создания бегущего магнитного поля вдоль путевой структуры), КПД линейного электродвигателя - 40 %. После перемножения получим общий энергетический КПД 13,6 %, т.е. чуть выше, чем у паровоза.

Без комментариев: Китай принял решение о начале строительства в 2001 году трассы «Трансрапид» в густонаселенной юго-восточной части своей территории.

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



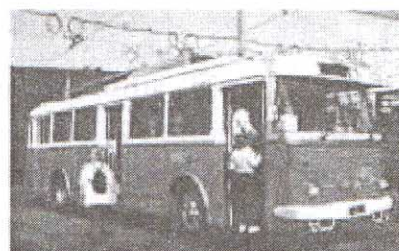
Солнечной системе, но даже в нашей галактике, поэтому можно представить его опасность для всего живого), что обеспечивает подвес на высоту 10...20 см. Скорость движения до 500 км/ч. Катушки, находящиеся в вагоне с пассажирами, охлаждаются тремя криогенными контурами: жидкого гелия, газообразного гелия и жидкого азота. В случае скачкообразной потери

сверхпроводимости произойдет взрыв катушек с эквивалентом в несколько килограммов тротила. Стоимость километра трассы 20...30 млн. USD, одного вагона - более 10 млн. USD.

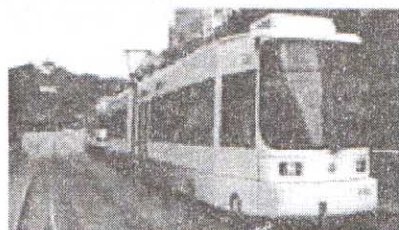
6. Монорельс - получил развитие в США, Канаде, Франции и др. странах. Движение колесной кабинки осуществляется по балке (ALVEG) или под балкой (SAFEGE). Балка должна иметь большое поперечное сечение, благодаря которому и обеспечивается устойчивость кабины. Характеризуется большим расходом материалов на пролетные 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 твердым 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 подвесного транспорта, где вагоны с пассажирами передвигаются по тросам, подвешенным на легких металлических опорах. Такая конструкция является достаточно дешевой, 1,5...2 млн. USD/км, однако здесь нельзя достичь высокой, более 50 км/ч скорости.



Выше перечислены основные виды транспорта, причем каждый из них имеет свои разновидности. Например, разновидностью самолета является экранолет, 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 самолетов с укороченными крыльями для полета 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 еще больше удорожают обустройство скоростных магистралей.

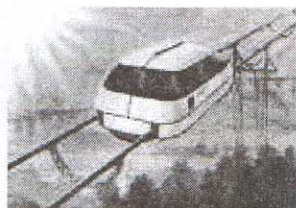
Результаты системного анализа

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 ресурсоемкость транспортной системы (потребность в строительных материалах и конструкциях, объем земляных работ, расход черных и цветных металлов и т.п.) также должна быть на уровне канатной дороги.
2. Транспортный модуль обеспечит комфорт для пассажира на уровне современного автобуса 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 протяженности 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 пересчете 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.

Основные технико-экономические характеристики СТС

СТС представляет собой принципиально новую скоростную коммуникационную систему. Основой СТС являются два специальных токонесущих рельса-струны (изолированные друг от друга и опор), по которым на высоте 10...20 м (или более, при необходимости) движется четырехколесный высокоскоростной электромобиль. Благодаря высокой ровности и жесткости струнной путевой структуры на СТС легко достижимы скорости движения в 250...350 км/час (в перспективе до 500...600 км/час). Струнные элементы натянуты до суммарного усилия 300...500 тонн и жестко закреплены в анкерных опорах, установленных с шагом 1...3 км. Поддерживающие опоры установлены с шагом 20...100 м.



Трассы СТС легко совмещаются с линиями электропередач, линиями связи, в том числе оптоволоконными, ветряными и солнечными электростанциями. СТС может строиться как технологические и специализированные трассы, грузовые, пассажирские и грузопассажирские транспортные линии; низкоскоростные (до 150 км/час), среднескоростные (150...300 км/час) и высокоскоростные (свыше 300 км/час) магистрали. Пропускная способность двухпутной трассы до 500 тыс. пасс./сутки и до 1 млн. тонн грузов/сутки. По пропускной способности заменит современный нефтепровод, причем трасса СТС будет дешевле, а себестоимость транспортировки нефти будет в 1,5...2 раза ниже, чем по нефтепроводу.

При сопоставимом сравнении (одинаковая пропускная способность, скоростные параметры и т.п.) СТС дешевле автобанов (в 2...3 раза), обычных (в 1,5...2 раза) и скоростных (в 5...10 раз) железных дорог, монорельсовых дорог (в 3...4 раза), поездов на магнитном подвесе (в 10...20 раз). Экологически чище, экономичнее, технологичнее, безопаснее любой другой известной скоростной транспортной системы. По оценкам экспертов, ниша в мировой экономике для СТС превышает триллион долларов США (при создании в XXI веке сети скоростных дорог во всем мире в размере 10 % от существующей сети автомобильных дорог).

СТС представляет собой размещенную на опорах предварительно напряженную растянутую канатно-балочную конструкцию, по которой движутся специальные электромодули грузоподъемностью до 5000 кг и вместимостью до 20 пассажиров (рис. 53 - 54). Запитка электрической энергией осуществляется через колеса, 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 размещенные с провесом внутри пустотелого рельса (рис. 55). Рельс монтируется таким образом, чтобы после фиксации струн путем заполнения полости рельса твердеющим заполнителем, например, на основе цемента 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 жестко крепятся на анкерных опорах, размещенных 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,

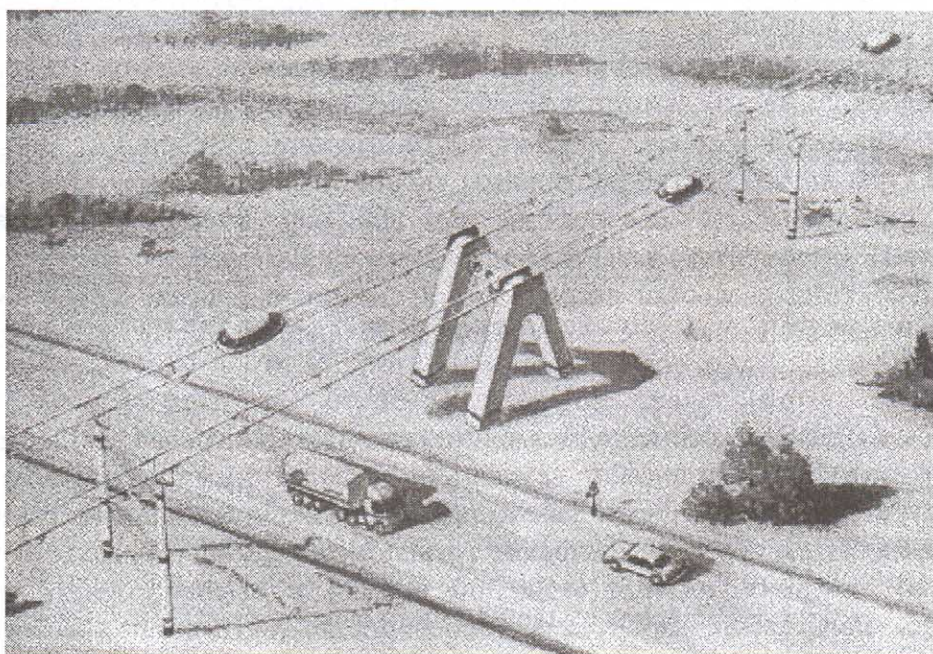


Рис. 53. Пересечение трассы с автобаном

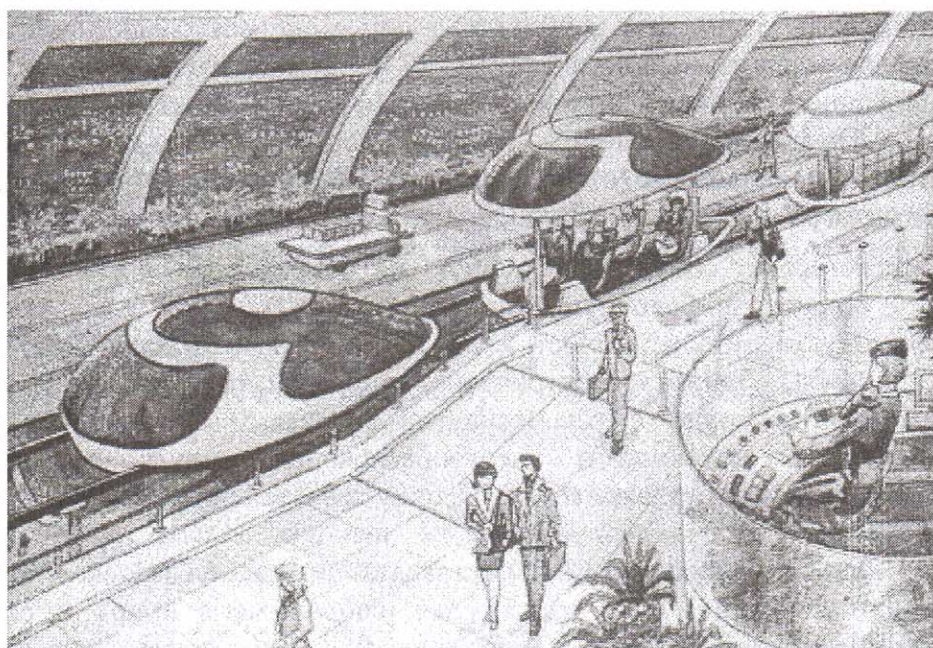
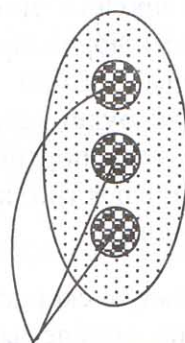


Рис. 54. Вокзал

длина пролета 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, причем незначительную - 25 тонн при пролете 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, уравниваются друг друга.



Струны из проволоки

Рис. 55. Разрез рельса

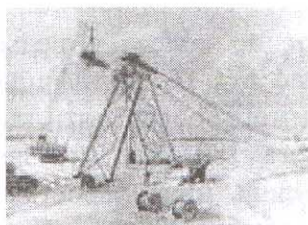


Рис. 56. Монтаж струн на анкерных опорах трассы СТС

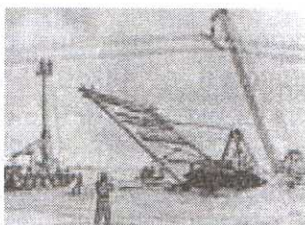


Рис. 57. Возведение промежуточных опор трассы СТС

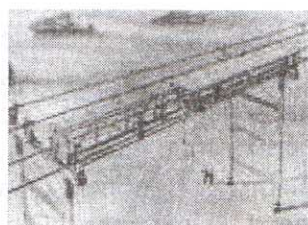


Рис. 58. Завершающая стадия строительства трассы СТС - технологическая платформа для монтажа путевой структуры

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. Расчетный перепад температур принят равным 100°C . 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 подойдет проволока, выпускаемая сегодня промышленностью для стальных канатов (предел прочности этой проволоки до 250 кгс/мм^2 , а также - для предварительно напряженных железобетонных конструкций и канатов висячих и вантовых мостов. Для головки рельса-струны по своим физико-механическим свойствам подходит сталь, используемая для изготовления железнодорожных рельсов. СТС спроектирована с очень жесткой путевой структурой. Например, при пролете 50 м абсолютный статический прогиб пути от сосредоточенной нагрузки в

5000 кгс, размещенной в середине пролета, составит всего 12,5 мм или 1/4000 от длины пролета. 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 еще ниже - до 5 мм, или 1/10 000 пролета. 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.

Надежность путевой структуры и опор СТС как строительной конструкции будет на уровне надежности 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 надежным 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.

СТС могут строиться как технологические и специализированные трассы: вывоз мусора за пределы мегаполисов; доставка руды из карьеров на обоганительную 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 магистралями.

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 дешевым - 5...8 USD/1000 пасс./км и до 2...5 USD/1000 тонно/км.

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

С 2006 г. трасса, введенная в строй, начнет 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, расчетная 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 объем которой к 2020 г. достигнет 20 млрд. USD. Поэтому программа СТС станет очень привлекательной для инвесторов и полностью может быть реализована за счет 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" протяженностью около 30 тысяч километров может быть создана в течение ближайших 10 лет за счет 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 протяженностью 21 тыс. км и стоимостью около 40 млрд. USD окупилась бы свое создание за 4...5 лет!

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

ТРИЗ-реинвентинг СТС

В СТС реализованы следующие принципы ТРИЗ (табл. 18).

Таблица 18.

№№	Принцип	Применение
01	Изменение агрегатного состояния объекта	Предварительное натяжение каждой струны близко к пределу прочности материала проволоки
02	Предварительное действие	Вокзалы СТС находятся прямо в центре города в отличие, например, от аэропортов
03	<i>Дробление</i>	<i>Вместо тяжелых энергоемких поездов небольшие высокоскоростные модули</i>
04	<i>Замена механической среды</i>	<i>Улучшение механической структуры – повышение ровности пути</i>
05	<i>Вынесение</i>	<i>Вся дорога вынесена: вверх над домами и землей! (Или вниз – под землю или под воду!)</i>
06	Использование механических колебаний	Частота собственных колебаний струны доведена до предельно высоких значений для уменьшения времени затухания колебаний
08	Периодическое действие	Между пассажирскими модулями движутся грузовые
09	Изменение окраски	Модули меняют окраску от прозрачной до непрозрачной по желанию пассажиров
11	<i>Наоборот</i>	<i>Не тяжелые поезда и насыпные дороги, а быстрые модули на легких рельсах-струнах</i>
12	<i>Местное качество</i>	<i>Струнный рельс идеально ровный; трасса может проходить по прямой между соединяемыми пунктами на оптимальной высоте</i>
17	Применение композиционных материалов	Струнный рельс представляет собой композиционную конструкцию
19	<i>Переход в другое измерение</i>	<i>Трасса перенесена вверх по координате высота!</i>

Применение СТС позволит: кардинально сократить число авиационных маршрутов на расстояния до 2000 км, сохранив самолеты только для трансокеанских перелетов и на расстояния свыше 2000 км; кардинально изменить нагрузку на автомобильные дороги и снять проблему пробок на автобанах; принципиально реконструировать (сократить) и реструктурировать систему железных дорог, сохранив их только для крупных грузовых артерий.