

Технико-экономический анализ струнного транспорта Юницкого в сравнении с существующим городским общественным транспортом

Рентабельность эксплуатации городской трассы струнного транспорта Юницкого (СТЮ) и ее окупаемость зависят от многих факторов: от стоимости дороги, инфраструктуры и подвижного состава, объема перевозок, эксплуатационных издержек и цены билета.

Стоимость принципиально новой транспортной системы не является определяющим фактором при принятии решения о ее строительстве. Так было всегда, во все исторические времена — новая система и ее элементы всегда были дороже существующих транспортных систем. Например, железная дорога и железнодорожный подвижной состав дороже дороги для гужевого транспорта и ее подвижного состава: лошади, телеги, дилижанса. Пароход дороже парусника. Самолет дороже паровоза, а аэропорт — железнодорожного вокзала. Автомобильная дорога дороже грунтовой дороги, а автомобиль — лошади и телеги. Однако это не препятствовало использованию новых транспортных систем, так как, кроме экономических, рассматривались и другие, неэкономические факторы, которые становились определяющими.

Транспортная система, как таковая, и ее стоимость мало интересует потребителя, который, оплачивая проезд, приобретает транспортную услугу, и, таким образом, опосредованно оплачивает строительство и эксплуатацию системы. Качество этой услуги и интересует, в первую очередь, потребителя: комфортность, безопасность, всепогодность, экологичность, доступность. Стоимость же транспортной системы в транспортной услуге играет не доминирующую роль, а лишь входит составной частью в экономическую составляющую услуги.

Технико-экономические характеристики существующих транспортных систем, все элементы которых отлажены в производстве и выпускаются серийно в течение многих десятилетий, некорректно сравнивать с внедрением новой транспортной системы, первые участки трасс которой будут выполняться по индивидуальным проектам (это касается всех элементов системы: путевой структуры, опор, инфраструктуры, подвижного состава). При этом удорожание на первом этапе внедрения не нужно рассматривать только экономически, как существенный недостаток. Скорее, наоборот, — будут созданы новые производства и новые рабочие места, которые принесут значительно больше в доходную часть городского бюджета, чем произведенные затраты на их создание*. Поэтому необходимо рассматривать окупаемость и рентабельность эксплуатации не первого участка трассы СТЮ, а последующих участков, когда будет налажено серийное производство.

Для расчетов приняты сегодняшние цены в строительстве: смонтированные металлоконструкции (из недефицитных марок сталей, которые используются для изготовления арматуры и железнодорожных рельсов) — 2500—3000 USD/т; смонтированные железобетонные конструкции (из бетона марок 300-400) — 300—400 USD/куб. м; бетон, уложенный в конструкцию — 100—150 USD/куб. м.

* Необходимо отметить, что создание принципиально новых транспортных систем и их элементов, в частности подвижного состава, в современных условиях чрезвычайно дорого. Например, разработка нового аэробуса А-380 обошлась ЕС в 20 миллиардов евро, создание поезда на магнитном подвесе в СССР (который так и не был создан) — 5 миллиардов рублей, поезда на магнитном подвесе «Трансрапид» (Германия) — 6,5 миллиарда евро, монорельса в г. Москве — 100 миллионов USD, новой марки легкового автомобиля — 1 миллиард USD. В случае с СТЮ инвестору нет необходимости вкладывать средства в разработку струнной транспортной системы, так как эту работу выполнил более чем за 25-ти летний период времени разработчик. На первых этапах реализации необходимы лишь дополнительные, сравнительно невысокие затраты на привязку системы к конкретным природно-климатическим условиям, сертификацию и создание рабочих мест на территории заказчика для мелкосерийного изготовления путевой структуры, опор и транспортных модулей как для конкретной трассы СТЮ, так и для выполнения дополнительных заказов, в том числе и из-за рубежа.

Расход материалов и ориентировочная стоимость серийной двухпутной трассы СТЮ (без инфраструктуры и подвижного состава) в условиях города представлены в таблице 1 (учитывалась только конструктивная часть, без дополнительных архитектурно-планировочных решений, которые могут быть приняты из эстетических, представительских и иных соображений; данные приведены для условий российского города).

Таблица 1

Материал	Расход на 1 км трассы	Стоимость смонтированной конструкции, тыс. USD/км
1. Сталь (традиционные, недефицитные марки)	160—200 т	400—600
2. Железобетон	200—250 куб. м	60—100
3. Бетон	100—150 куб. м	10—25
4. Прочие материалы	—	30—75
ИТОГО		500—800

С учетом инфраструктуры и подвижного состава (в среднем из расчета: 2 транспортных модуля вместимостью до 45 пассажиров на 1 км протяженности трассы) стоимость серийной двухпутной трассы СТЮ составит в условиях города 1,1—1,5 млн. USD за километр.

Таким образом, СТЮ является исключением из правил, так как стоимость серийной трассы второго уровня будет примерно такой же, как и у существующих наземных городских транспортных систем:

- троллейбусная линия — две полосы движения (туда и обратно, шириной 3,5 м каждая), дорожная одежда, контактная сеть с электроизоляторами и поддерживающими канатами, столбы, поддерживающие контактную сеть, силовые кабели, трансформаторные подстанции, городская земля, занимаемая системой — будет иметь стоимость на уровне стоимости конструктивной части СТЮ (500—800 тыс. USD/км). С учетом инфраструктуры (остановочные площадки и павильоны, троллейбусный парк и др.), подвижного состава и земли, занимаемой инфраструктурой, стоимость 1 км двухпутной троллейбусной линии составят те же 1,1—1,5 млн. USD/км, что и у СТЮ.
- трамвайная линия — рельсы, шпалы (или плиты), щебеночная и песчаная подушки, земляные работы, асфальтобетонное или железобетонное дорожное покрытие, закрывающее шпальную решетку, контактная сеть с электроизоляторами и поддерживающими канатами, столбы, поддерживающие контактную сеть, силовые кабели, трансформаторные подстанции, городская земля, занимаемая системой, также будет иметь стоимость на уровне, если не выше, стоимости конструктивной части СТЮ (500—800 тыс. USD/км). С учетом инфраструктуры (остановочные площадки и павильоны, стрелочные переводы и разворотные круги, трамвайное депо и др.), подвижного состава и земли, занимаемой инфраструктурой, стоимость 1 км двухпутной трамвайной линии также составят те же 1,1—1,5 млн. USD/км, что и у СТЮ.

Для сравнения приводим стоимость других транспортных систем второго уровня, которые используются в настоящее время в качестве городского общественного транспорта: монорельсовая дорога — 15—25 млн. USD/км и более, поезд на магнитном подвесе — 30—40 млн. USD/км и более, мини-метро — 20—30 млн. USD/км и более.

Кроме описанного варианта СТЮ (макроСТЮ, с широкой колеей 2 м, аналогом транспортного модуля которого в наземном транспорте является автобус) разработаны также варианты:

1. МиниСТЮ, который будет примерно в 1,5—2 раза дешевле макроСТЮ (колея 1,5 м; вместимость модуля, аналогом которого является микроавтобус, — 7—15 человек);

2. МикроСТЮ, который будет дешевле миниСТЮ примерно в 1,5—2 раза, а макроСТЮ — в 3—4 раза (колея 1 м, вместимость модуля, аналогом которого является легковой автомобиль, — 4—6 человек).

Несмотря на уменьшенные габариты таких вариантов транспортной системы, они будут иметь достаточно высокую пропускную способность в городских условиях: миниСТЮ — до 3 млн. пассажиров в год, микроСТЮ — до 1 млн. пассажиров в год.

Для объективного сравнения технико-экономических и других показателей различных городских транспортных систем рассмотрим их с точки зрения предоставляемой ими транспортной услуги, которая непосредственно и оплачивается потребителем:

Комфортность

- СТЮ даст человеку возможность наряду с комфортным решением основной функциональной задачи — быстрой и безопасной доставкой пассажира — решать эстетические функции. Большая площадь остекления, комфортные сидения, мягкий бархатный путь превратят обычную дорогу в наслаждение окружающим городским пейзажем с высоты птичьего полета. Каждый транспортный модуль будет снабжен системой климата — контроля, причем исходный воздух будет чист, т.к. будет забираться на высоте 5—6 м (а не у поверхности асфальта, как на существующем городском транспорте), в нем будут отсутствовать, в отличие от автомобильных дорог, запах горюче-смазочных материалов и нагретого на солнце асфальта, выхлоп продуктов горения потока автомобилей и т.п.

- Движение рельсовых автомобилей по струнной путевой структуре не зависит от погодных и дорожных условий (ветер, дождь, снег, туман, гололед и др.), на трассе нет светофоров, пересечений в одном уровне с другими видами транспорта и пешеходами, поэтому средняя скорость движения на СТЮ будет выше, чем в существующем наземном транспорте. Это повысит комфортность для пассажиров, т.к. они быстрее и в более безопасных и комфортных условиях воспользуются транспортной услугой.

- Высокая частота следования транспортных модулей (каждые 2—3 минуты, а в часы пик — 1—2 мин.) и относительно небольшая их вместимость позволят избежать скопления пассажиров на остановках, ускорят посадку — высадку пассажиров и, в конечном итоге, повысят комфортность транспортной услуги.

- Благодаря малым размерам подвижного состава и пониженной его вместимости (в сравнении с автобусом, троллейбусом и трамваем), рельсовые автомобили СТЮ будут следовать с высокой частотой (каждые 2—3 минуты, а в часы пик — 1—2 мин.). Поэтому пассажиры не будут долго стоять на остановке в ожидании транспорта, что особенно важно в экстремальных погодных условиях (сильный мороз, ветер, проливной дождь, жара и т.д.), а также для стариков, детей, людей с ослабленным здоровьем.

- Автобусы, троллейбусы и трамваи, из-за своих больших габаритов, в значительной степени способствуют образованию «пробок» на городских улицах, создавая дискомфорт не только для своих пассажиров, но и для пользователей других видов городского общественного транспорта, а также личных автомобилей и такси.

- Электрическая сеть существующего электрифицированного городского транспорта является его слабым местом, т.к. часто случается обесточивание линий, обрывы медного провода, разрушение электроизоляторов, короткие замыкания и т.п., что нарушает график движения городского транспорта и создает дискомфорт пассажирам.

Безопасность

- Самым опасным для рельсового транспорта является разрушение путевой структуры. Рассмотрим вероятность этого в СТЮ. СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы» допускает расчетные напряжения в высокопрочной проволоке пролетных строений мостов, равные,

например, для проволоки диаметром 5 мм 10.750 кгс/см^2 , при этом предельные (разрушающие) напряжения для этой проволоки составляют 17.600 кгс/см^2 . За весь срок эксплуатации (100 лет) напряжения растяжения в струне путевой структуры макроСТЮ будут изменяться от 8.635 до 10.750 кгс/см^2 , при этом температура (от $+45^\circ\text{C}$ до -55°C) даст диапазон изменения напряжений в струне на 2.000 кгс/см^2 , максимальный ветер (скорость 250 км/час) — 30 кгс/см^2 , максимальное оледенение (20 кг льда на погонный метр рельса-струны) — 25 кгс/см^2 , подвижной состав (два модуля в сцепке, движущиеся в середине пролета) — 60 кгс/см^2 . В этом случае запас прочности струны по напряжениям от подвижного состава составит: $(17.600 \text{ кгс/см}^2 - 10.750 \text{ кгс/см}^2) / 60 \text{ кгс/см}^2 = 114$ раз. Нигде в транспортной технике сегодня нет таких (стократных) запасов прочности, а в СТЮ он создается благодаря особенной, присущей только струнной системе, кинематической схеме нагружения струны внешними нагрузками (поперечными по отношению к струне). Из приведенного примера следует, что обрыв струны произойдет только в том случае, если по СТЮ поедет вместо расчетного модуля весом 6 тонн транспортное средство, вес которого превышает 600 тонн, либо если скорость ветра превысит 1000 км/час , либо если ударит мороз ниже -200°C , что нереально.

- Рельсовый автомобиль СТЮ имеет высокую устойчивость движения по путевой структуре благодаря двухребордным колесам, независимой подвеске каждого колеса и высокой аэродинамичности корпуса. На действующих моделях масштаба $1:15$, $1:10$ и $1:5$, а также на опытном участке СТЮ моделировались различные аварийные ситуации. Например, разрушение двух промежуточных опор подряд, посторонние металлические предметы высотой 3 см на обоих рельсах, сильный боковой ветер и землетрясение силой 10 баллов по шкале Рихтера, действующие одновременно, не приводят к сходу рельсового автомобиля со струнной путевой структуры при невысоких скоростях движения (до 80 км/час).

- Подвижной состав СТЮ может эксплуатироваться при ураганном ветре. Например, чтобы сбросить рельсовый автомобиль с пути, сила давления бокового ветра должна превысить вес модуля, для чего ветру необходимо иметь скорость более 600 км/час , что нереально.

- В России на дорогах (автомобильных и железных) ежегодно гибнет $35\text{—}40$ тыс. человек, причем этот показатель с годами ухудшается. В городах повышенную аварийность и гибель пассажиров и пешеходов на дорогах создают, в основном, автобусы, троллейбусы, трамваи, микроавтобусы. В среднем по стране за последующие $50\text{—}100$ лет (срок службы СТЮ) на указанных дорогах общей протяженностью 800 тыс.км погибнет около $2\text{—}4$ млн. человек и $20\text{—}40$ млн. получают травмы, станут инвалидами и калеками, или на один километр протяженности дорог: $2\text{—}5$ чел./км и $25\text{—}50$ чел./км соответственно. Аварийность на поднятой над землей на второй уровень рельсовой системе СТЮ будет значительно ниже, чем у современных скоростных железных дорог, проложенных по поверхности земли (например, по огражденным и поднятым над землей высокоскоростным железным дорогам Японии за 40 лет перевезено порядка 10 млрд. пассажиров и ни один из них не погиб). Цена $2\text{—}5$ человеческих жизней и $25\text{—}50$ случаев инвалидности людей на 1 км существующих дорог превышают стоимость 1 км трасс СТЮ. Только одно это оправдывает строительство рельсовых дорог второго уровня на базе струнных технологий, как более безопасных и менее затратных, чем традиционные балочные конструкции пролетных строений.

- На электрифицированном городском транспорте существует опасность поражения высоким электрическим напряжением обслуживающего персонала и пассажиров.

Всепогодность

- СТЮ является всепогодным транспортом. Поэтому ни проливной дождь, ни ураганный ветер, ни снежные заносы на улицах не повлияют на график движения подвижного состава. СТЮ сможет работать и при наводнениях, когда наземный городской транспорт будет парализован, а также при землетрясениях и других стихийных бедствиях. Не повлияет на работу СТЮ и обесточивание города (в результате стихийных бедствий или сбоя в работе электростанций или электрических сетей).

- Путьевая структура СТЮ зимой не требует очистки от снега и льда, в то время как содержание проезжей части городских дорог в надлежащем состоянии в условиях продолжительной зимы с обильными снегопадами требует затрат в 10—20 тыс.USD в год на один километр протяженности улиц (сюда входит не только зарплата занятых на уборке снега людей, но и стоимость снегоуборочных машин и самосвалов для вывоза снега, расход горюче-смазочных материалов, ухудшение дорожно-транспортных условий на период уборки снега и увеличение дорожно-транспортных происшествий с повреждением транспортных средств, травматизмом и гибелью людей, простой общественного городского транспорта и личного транспорта, опоздания на работу из-за образования «пробок», расход антиобледенительных реагентов и др.). За срок службы СТЮ (50—100 лет) экономия на этом составит в городском бюджете около 2 млн.USD/км, что значительно превышает стоимость строительства 1 км трассы СТЮ.

Экологичность

- Крупногабаритные, тяжелые, мощные автобусы, троллейбусы и трамваи являются основным источником шума в городах, а шум по вредному воздействию на здоровье городского жителя выходит в настоящее время на первое место. Источником шумов в трамвае являются стыки в рельсах, большая неподрессоренная масса стальных колес, колесной тележки и самого трамвая, неровный путь, уложенный на балластную подушку, токосяем. У троллейбуса — мощный двигатель с редуктором, протектор шин, токосяем. У СТЮ указанные источники шумов отсутствуют.

- Существующий городской транспорт является источником вибраций почвы, что оказывает вредное воздействие не только на людей, но и на городские здания и сооружения. СТЮ не будет создавать вибраций почвы благодаря высокой ровности пути, отсутствию стыков в рельсе (он будет сварен в одну плеть), задемпфированности колеса, рельса-струны и железобетонных опор, малой неподрессоренной массе стального колеса модуля и малой массе самого модуля.

- Контактная сеть троллейбуса и трамвая часто искрит и создает радиопомехи и электромагнитное загрязнение городской окружающей среды.

- Контактная сеть трамвая и троллейбуса, нависающая над улицей, многочисленные растяжки, идущие не только к столбам, но и к стенам зданий, электроизоляторы, столбы на тротуарах ухудшают облик городской застройки, ее эстетическое восприятие, являются визуальным вторжением и представляют собой визуальную экологическую опасность.

- Из-за большой массы подвижного состава существующего городского транспорта, приходящейся на одного пассажира, высокого сопротивления его движению (аэродинамическое сопротивление, сопротивление качению колеса, сопротивление, создаваемое в токосяеме), подвижной состав имеет избыточную мощность привода: 3—4 кВт и более на одного пассажира для автобуса, троллейбуса, трамвая (а при малой загрузке, что, в основном, и имеет место — 10—15 кВт/пасс.), 5—6 кВт/пасс. и более для микроавтобуса, 20—50 кВт/пасс. и более для такси и личных автомобилей. У модулей СТЮ (сухой вес около 3 тонн при вместимости до 40—45 пасс.) мощность двигателя составит 1,5—2 кВт/пасс., поэтому при одинаковой транспортной работе по расходу энергии СТЮ будет экологичнее существующего городского общественного транспорта в 1,5—2 раза, легковых автомобилей — в 10—20 раз и более.

- СТЮ является самым экологически чистым транспортом среди известных (в том числе в сравнении с троллейбусом и трамваем) благодаря стальному колесу и стальному рельсу (сопротивление качению колеса модуля ниже чем у резинового колеса троллейбуса в 20—30 раз), высокой аэродинамичности корпуса (лучше, чем у троллейбуса и трамвая в 5—6 раз) и меньшей материалоемкости подвижного состава, на разгон и торможение которого, в основном, и затрачивается энергия (80—100 кг сухого веса на пассажира, против 150—300 кг/пасс. у трамвая и троллейбуса). Соответственно, при одинаковой транспортной работе СТЮ меньше

всего загрязнит городской воздух продуктами горения топлива (при использовании двигателя внутреннего сгорания) или меньше всего потребит электрической энергии (для электрифицированного варианта).

- В качестве топлива для дизеля транспортного модуля СТЮ (в неэлектрифицированных вариантах исполнения) планируется использовать синтетический бензин — диметиловый эфир, синтез которого из метана может быть организован в любом городе (например, он производится в г. Москве на простейшей установке). Продукты горения такого топлива (вода и углекислый газ) аналогичны продуктам сгорания метана и природного газа и являются экологически чистыми. Такое топливо в 1,5—2 раза дешевле традиционного дизельного топлива и является идеальным, т.к. двигатель заводится на любом морозе, его ресурс увеличивается в 1,5—2 раза, а в продуктах горения отсутствует сажа и вредные вещества (свинец, сера и др.).

Доступность

- Трасса СТЮ может быть проложена по застроенной территории, по скверам, паркам и другим городским территориям, где не могут быть проложены трамвайные и троллейбусные линии. В отдельных случаях трассы СТЮ могут пройти через жилые и офисные здания, торговые комплексы и другие городские здания и сооружения, т.е. в непосредственной близости от мест формирования пассажирских потоков. Эти возможности транспорта второго уровня используются в настоящее время при трассировке монорельсовых дорог в различных городах мира. Поэтому, с точки зрения пешеходной доступности, СТЮ будет предпочтительнее наземных видов городского транспорта.

- По цене билета СТЮ будет на уровне городского тарифа за проезд в общественном транспорте, поэтому он будет доступен всем слоям населения, в том числе малообеспеченным.

Другие экономические и неэкономические факторы

- Для прохождения трассы СТЮ по городу не нужны мосты, путепроводы, подземные и надземные пешеходные переходы, многоуровневые развязки, устройство которых на традиционных городских дорогах зачастую превышает стоимость самих дорог.

- СТЮ является транспортом второго уровня, т.к. путевая структура в нем поднята над землей на опоры. Благодаря этому уменьшается изъятие земли под дорогу: промежуточные опоры на 1 км двухпутной трассы отнимают 15—20 м² земли, анкерные — 40—50 м². Для сравнения: троллейбусное, автобусное и трамвайное сообщение отнимают 0,7 га/км (7.000 м²/км) ценной городской земли (ее стоимость 0,5 млн.USD/га и более).

- Квадратный метр проезжей части городских дорог, рассчитанной на пропуск тяжелых автобусов и троллейбусов, стоит примерно столько же, сколько стоит квадратный метр площади нового жилого дома (500—800 USD/ м² и более). При этом проезжая часть российских дорог уступает по прочности и долговечности зарубежным (в ряде зарубежных стран толщина дорожной одежды достигает 1,5 м и более), поэтому с течением времени стоимость дорожного полотна будет расти, как за счет увеличения расхода материалов, так и за счет роста цен на них.

- Асфальтобетонное покрытие городских дорог ежегодно требует заделки температурных трещин, выбоин, ямочного ремонта, устранения «наплывов» асфальта и др., а один раз в 10—15 лет — нанесения нового слоя асфальтобетонного покрытия. Это ежегодно может обходиться в среднем в 5—10 тыс.USD/км, а за 50—100 лет (срок службы СТЮ) — в 0,25—1 млн.USD/км.

- Движение в СТЮ будет осуществлено без перекрестков и светофоров, которые, в основном, и создают в существующем городском транспорте перерасход топлива, загазованность воздуха и смог, а также являются основной причиной «пробок» и шума на городских улицах.

- В рельсе-струне СТЮ могут быть размещены городские линии связи (проводные и опτικο-волоконные), на анкерных опорах — узлы радио-релейной и сотовой связи.

- На опорах СТЮ могут быть размещены фонари освещения улиц, для которых, в этом случае, не потребуются фонарные столбы.

- На каждой анкерной опоре СТЮ, совмещенной с остановкой, могут быть размещены одноуровневые или многоуровневые (в том числе подземные) магазины, пункты общественного питания, различные пункты обслуживания населения (мастерские, пункты размена валюты и т.п.), места для отдыха и развлечения горожан и т.д., поэтому анкерные опоры и станции окупятся самостоятельно.

- На каждой промежуточной опоре СТЮ может быть предоставлено по два рекламных места (по одному с каждой стороны), поэтому такие опоры окупятся самостоятельно и независимо от путевой структуры. Дополнительные рекламные места, по типу растяжек, как поперечных, так и продольных, могут быть размещены снизу, под струнной путевой структурой. Кроме того, днище транспортного модуля СТЮ, представляющее собой ровную поверхность, является дополнительным местом для нанесения рекламных надписей и изображений, при этом струнный путь, являющийся визуально «прозрачным», не будет доминировать на втором уровне.

- Автобусы и троллейбусы являются основными причинами разрушения асфальтобетонного покрытия городских улиц (из-за большой нагрузки на ось, частого торможения на светофорах и остановках и высокой температуры шин летом, когда асфальт и так размягчен солнцем), образования колеи и наплывов асфальта в районе остановок общественного транспорта.

- Трамвайный путь ухудшает ровность дорожного полотна городских улиц, ослабляет дорожное покрытие, а на участке нахождения шпал дорожное полотно, как правило, устраивается сборно-разборным из железобетонных плит, что приводит к повышенному шуму при движении по нему городского автомобильного транспорта.

- В отличие от троллейбусных и трамвайных линий СТЮ не требует дорогостоящей контактной сети из дефицитной меди (которую необходимо периодически менять) с ее поддерживающими столбами, растяжками, электроизоляторами, силовыми кабелями, электрическими подстанциями.

- Легче будет бороться с «зайцами» (безбилетниками), т.к. оплачивать можно не проезд, а вход на поднятую над землей остановку (как и в метро, где оплачивается вход на станцию).

Окупаемость и рентабельность СТЮ в городе

1. При средней вместимости модуля 30 пасс., средней дальности поездки 3 км, средней скорости движения 30 км/час (максимальная скорость на перегоне 80 км/час) и 250 рабочих днях в году, один водитель перевезет в год по городской трассе СТЮ:

$$n_{пасс.} = \frac{30пасс.}{3км} \cdot 30км/час \cdot 8час/день \cdot 250дней/год = 600.000пасс./год$$

При годовой заработной плате водителя 250.000 руб. и заработной плате обслуживающего персонала СТЮ, приходящейся на одного водителя и равной 500.000 руб., заработная плата персонала СТЮ в цене билета составит:

$$C_{з.л.} = 750.000руб/год : 600.000пасс./год = 1,25руб./пасс.$$

2. Перевезя в год 600.000 пассажиров, один водитель расходует топлива (средняя мощность, развиваемая двигателем модуля, с учетом участков холостого хода — торможения и остановок на станциях — составит 40 кВт):

$$Г = 40кВт \cdot 0,25л/кВт \cdot час \cdot 8час/день \cdot 250дн./год = 20.000л/год$$

При цене топлива 15 руб./л., стоимость топлива в цене билета составит:

$$C_{\text{топл.}} = 20.000 \text{ л/год} \cdot 15 \text{ руб./л} : 600.000 \text{ пасс./год} = 0,5 \text{ руб./пасс.}$$

3. При стоимости серийного типового участка трассы СТЮ протяженностью 3 км (т.е. равной средней дальности поездки пассажиров; из этих типовых участков может быть составлена трасса любой протяженности), равной 75 млн. руб. (или 900.000 USD/км) и амортизационных отчислений 2% в год (срок службы 50 лет), амортизационные отчисления за трассу и инфраструктуру составят 1,5 млн. руб./год (для 3-х километрового участка).

4. При стоимости серийного транспортного модуля Ю-362 (максимальной вместимости до 40—45 пасс.), равной 2,5 млн. руб. и амортизационных отчислениях 10% в год (срок службы 10 лет), амортизационные отчисления на подвижной состав, приходящиеся на 1 пассажира, составят:

$$C_{\text{н.с.}} = 2.500.000 \text{ руб.} \cdot 0,1 : 1.680.000 \text{ пасс./год} = 0,15 \text{ руб./пасс.},$$

где: 1.680.000 пасс./год — количество пассажиров, которых перевезет один модуль в год при двухсменной работе и 350 днях работы модуля в году (15 дней в году — ремонтно-профилактические работы).

Себестоимость проезда и доход от эксплуатации 3-х километрового типового участка СТЮ (при цене билета 11 руб./пасс.) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатель	Показатели эксплуатации СТЮ в зависимости от количества проданных билетов, млн. билетов в год			
	1	2	5	10
1 Себестоимость проезда пассажира, руб./пасс. в том числе:				
1.1. Заработная плата персонала СТЮ, руб./пасс.	4,10	3,30	2,80	2,50
1.2. Стоимость топлива, руб./пасс.	1,25	1,25	1,25	1,25
1.3. Амортизационные отчисления на трассу и инфраструктуру, руб./пасс.	0,50	0,50	0,50	0,50
1.4. Амортизационные отчисления на подвижной состав, руб./пасс.	1,50	0,75	0,30	0,15
1.5. Прочие затраты, руб./пасс.	0,15	0,15	0,15	0,15
1.5. Прочие затраты, руб./пасс.	0,70	0,65	0,60	0,45
2 Доход от эксплуатации 3-х километрового участка трассы СТЮ (при цене билета 11 руб./пасс.), млн. руб. в год				
	6,9	15,4	41,0	85,0

Из данных, приведенных в табл. 2 следует, что трасса СТЮ высокорентабельна даже при малом пассажиропотоке (1 млн. пасс/год), т.к. при цене билета 11 руб. каждый проезд пассажира даст доход в 6,9 руб. при затратах на этот проезд 4,1 руб. (рентабельность более 150%).

Благодаря высокой рентабельности эксплуатации СТЮ, путевая структура, опоры, инфраструктура и подвижной состав могут быть выполнены на более высоком, представительском уровне, который будет в 2—3 раза дороже описанного эконом-уровня. Например, корпус рельса-струны может быть выполнен из нержавеющей стали (это защитит

рельс от коррозии на весь срок службы путевой структуры и сделает трассу очень красивой); каждая остановка может быть оборудована лифтами (это облегчит подъем на второй уровень пассажиров с ослабленным здоровьем и инвалидов); опоры могут быть отделаны природным камнем и т.п. Кроме того, транспортные модули могут быть выполнены с улучшенным интерьером и отделкой салона, с климат-контролем и др.

Строительство городских трасс СТЮ станет выгодным вложением капитала для инвесторов. Например, вложив в 3-х километровый участок СТЮ 120 млн. руб. (из расчета 1,4 млн. USD/км с инфраструктурой и подвижным составом), инвестор окупит вложения при объеме перевозок 5 млн. пасс./год примерно за 3 года, при 10 млн. пасс./год — за 1,5—2 года. За срок службы трассы (минимум 50 лет), она даст доход более 2 млрд. руб. при первоначальных вложениях в 120 млн. руб. При выполнении транспортной системы более дешевой, на эконом-уровне, она окупится еще быстрее и даст инвестору более высокий доход.

При малых пассажиропотоках целесообразнее будет использовать миниСТЮ (объем перевозок до 3 млн. пасс./год) или микроСТЮ (до 1 млн. пасс./год). Эти трассы будут дешевле и окупятся быстрее.

© А.Э. Юницкий, 1977—2005

Генеральный директор — генеральный конструктор

ООО «Струнный транспорт Юницкого»

тел./факс (095) 116-15-48

e-mail: info@unitsky.ru

http:// www.unitsky.ru