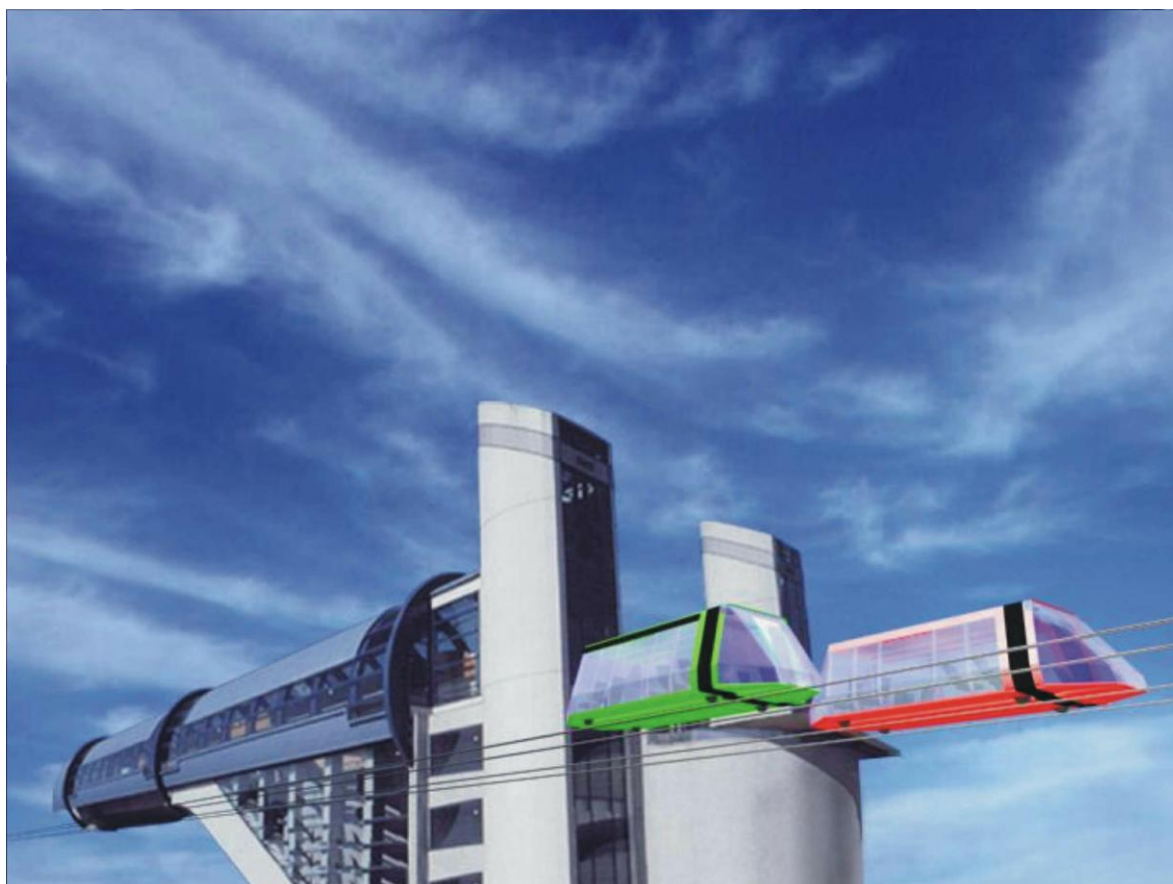


**ОАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
КОМПАНИЯ ЮНИЦКОГО»**

КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

**СТРУННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА
«ШЕРЕМЕТЬЕВО» - «БЫКОВО» - «ДОМОДЕДОВО» -
«ВНУКОВО» - «ШЕРЕМЕТЬЕВО»**



Москва 2002

Содержание

1. Цель проекта	3
2. Краткая характеристика региона	3
2.1. Природно-климатические и экономические условия	3
2.2. Современное состояние Московского авиационного узла и перспективы его развития	5
3. Струнная транспортная система	8
3.1. Принципиальная схема СТС	8
3.2. Линейная схема трассы	8
3.3. Путевая структура	16
3.3.1. Рельс-струна	16
3.3.2. Поддерживающий трос	18
3.3.3. Жёсткость путевой структуры	18
3.4. Опоры	20
3.5. Подвижной состав	24
3.5.1. Пассажирские транспортные модули	24
3.5.2. Грузовой эшелон	28
3.6. Организация движения пассажиров и грузов	31
4. Техничко-экономические показатели эксплуатации трассы СТС . .	32
5. Этапы реализации проекта	44

Струнная транспортная система «Шереметьево» - «Быково» - «Домодедово» - «Внуково» - «Шереметьево» (261 км)

1. Цель проекта

Цель проекта – создание транспортного кольца, связывающего аэропорты Московского авиационного узла между собой и Москвой, путём использования экологически чистой грузопассажирской струнной транспортной системы (СТС), не нарушающей окружающую среду во время её возведения и эксплуатации, не требующей вырубки зелёных насаждений, земляных работ по устройству насыпей и выемок, строительства мостов, тоннелей и транспортных развязок, и требующей землеотвод только под опоры.

Приоритетными выбраны следующие направления:

- перевозка (доставка) пассажиров к крупнейшим гражданским аэропортам Московского авиационного узла: «Шереметьево», «Внуково», «Домодедово», «Быково»;
- объединение разрозненной в настоящее время транспортной инфраструктуры крупных подмосковных аэропортов в единую транспортную сеть;
- улучшение пассажирского и грузового транспортного обслуживания Москвы и Московской области, путём строительства радиальных трасс, соединяющих города-спутники с Москвой;
- сохранение существующей инфраструктуры региона и улучшение экологической ситуации в результате снижения транспортного загрязнения региона.

2. Краткая характеристика региона

2.1. Природно-климатические и экономические условия

Трасса пройдёт по территории Московской области, расположенной в центре европейской части России.

Московская область – второй по важности субъект Российской Федерации (после Москвы), с высоким промышленным и развитым сельскохозяйственным производством, высоким научным потенциалом.

Сегодня Московская область – это 47 тыс. км² территории. Среднегодовая численность населения на 01.01.2000 г. составила 6,5 млн. человек. По этим параметрам она несколько превышает соответствующие характеристики Швейцарии.

Городское население - 80% (без Москвы). Область включает 39 административных районов, 74 города и 103 поселка городского типа. Средняя плотность населения - 40,4 чел. на км² без Москвы; 324,7 чел. на км²

с Москвой. Наиболее плотно заселены районы, прилегающие к Москве: Красногорский, Химкинский, Мытищинский, Пушкинский, Балашихинский, Люберецкий.

Природные условия для жизни населения благоприятные. Климат умеренно континентальный, средняя температура января составляет от -10 до -11 °С, июля - от +17 до +18 °С, осадков выпадает 450-650 мм в год. Область располагает значительными водными ресурсами. Водная ось Подмосковья - реки Ока, Москва (с притоками Руза, Истра, Яуза, Пахра и др.); озёра - Тростенское, Нерское, Чернок, Сенеж и др. В пределах области располагается сеть водохранилищ (Клязьменское, Можайское, Учинское, Истринское, Икшинское). Московская область расположена в подтаежной (смешанных лесов) зоне. Почвы дерново-подзолистые, суглинистые. Леса занимают 50% территории области; основные породы - ель, сосна, береза, на юге области леса с примесью дуба и липы.

Рельеф большей частью равнинный. На востоке области находится заболоченная Мещерская низменность, а на севере и западе - Смоленско-Московская возвышенность, наиболее высокая часть которой достигает отметки 285 м над уровнем моря.

В целом природные условия Подмосковья отвечают рекреационным возможностям с точки зрения эмоциональной и физической разгрузки большого скопления городского населения, а также интенсивного сельскохозяйственного использования.

Одна из сложнейших проблем области - экологическая, и это своеобразная "плата" за удовольствие быть "подстоличной". Главным источником экологической опасности, конечно, является сама Москва. На области это сказывается самым непосредственным образом: обилие свалок бытовых и промышленных отходов; рассечение единого ландшафта транспортными супермагистралями. Хотя служба охраны природы поставлена в области неплохо, но её усилий подчас не хватает.

Зоны общего загрязнения территории сформировались вокруг городов Москва (7000 кв. км), Подольск (2000 кв. км), Электросталь (2000 кв. км), Коломна (1500 кв. км), Балашиха (1000 кв. км), Мытищи (1000 кв. км).

Объёмы регионального продукта Московской области в последние годы постоянно увеличиваются. Если в 1998 году он составлял 100,6 млрд. рублей, в 1999 году - 163,7 млрд. рублей, то в 2000 году он достиг 202,1 млрд. рублей.

Промышленность Московской области тесно связана с промышленностью Москвы. Ведущие отрасли - машиностроение (энергетическое, тяжелое, транспортное, станкостроение, точное), легкая, химическая, производство стройматериалов. В области ведется добыча фосфоритов, торфа, нерудных стройматериалов.

Высокий уровень развития транспорта всех видов (кроме морского) обусловлен столичными функциями областного центра. Область насыщена радиальными линиями железных дорог, шоссе, трубопроводов, линиями электропередач. Протяженность железных дорог - 2703 км, из них 2120 км

электрифицированы. 11 радиальных линий соединены кольцевой дорогой. Автодорог с твердым покрытием - 15 тыс. км; 12 радиальных направлений также соединены двумя кольцевыми дорогами. Для области характерно интенсивное развитие пригородного сообщения по железным и автомобильным дорогам. Внутренние водные пути составляют 580 км. Системой каналов область обеспечивает выход к Балтийскому, Белому, Каспийскому, Азовскому и Черному морям.

2.2. Современное состояние Московского авиационного узла и перспективы его развития

Сегодня в ближнем Подмосковье имеются 6 гражданских аэропортов и 32 аэропорта прочего назначения. К Московскому авиационному узлу относятся четыре ведущих порта: «Быково», «Внуково», «Домодедово» и «Шереметьево» (по алфавиту). В прошлом году ими отправлено 8,6 млн. пассажиров и 102,7 тысяч тонн грузов, в том числе на международных линиях 4,6 млн. пассажиров и 41,7 тысяч тонн грузов.

На долю столичных воздушных гаваней приходится 44 процента общего объема отправок пассажиров и 45,2 процента грузов в целом по России, или 95 процентов перевозочного объема по Московской области. Четыре ведущих аэропорта имеют в общей сложности семь взлетно-посадочных полос (ВПП), обеспечивающих необходимую интенсивность полётов. Кроме того, в их ведении есть также и расчётное количество резервных ВПП на среднесрочную перспективу.

Разработчиком схемы комплексного развития Московского авиационного узла (МАУ) на период до 2015 года стал Государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт гражданской авиации «Аэропроект». В работе также приняли участие еще два отраслевых НИИ и три сторонних научно-проектных предприятия.

Специалисты «Аэропроекта» провели расчеты роста пассажирских и грузовых авиаперевозок до 2015 года, причем сделали их по двум вариантам, так называемым пессимистическому и оптимистическому.

Даже пессимистический взгляд на дальнейшее развитие гражданской авиации в России говорит, что пассажиро- и грузопоток будет заметно нарастать. Так, к 2015 году Московский авиаузел должен перевезти 31 млн. пассажиров в год. Из них через «Шереметьево» пройдет 19,2 млн. человек, услугами «Домодедово» воспользуются 7 млн. человек, «Внуково» - 5 млн., а число клиентов «Быково» останется приблизительно на нынешнем уровне - около 100 тыс. человек.

Рассматривались и конкретные проблемы каждого из аэропортов МАУ. К примеру, «Быково» практически зажат городом, что существенно мешает старейшему порту страны динамично развиваться и дальше. Кроме того, его аэровокзальное здание и во многом аэродромные коммуникации давно требуют капитального ремонта. Нет в аэропорту и современных ангаров для базового самолета ЯК-42. В кардинальной перестройке аэровокзального

комплекса нуждается и «Внуково». Требуются правительственному аэропорту и ангары под лайнеры президентской компании ГТК «Россия». Самое лучшее положение и наиболее завидные перспективы сегодня у недавно полностью реконструированного «Домодедова». Аэропорт, кроме всего прочего, имеет и две резервные ВПП, что делает его завтрашний день еще более оптимистичным. Наконец, «Шереметьево» - наиболее загруженная воздушная гавань столицы. Ему как воздух требуется новый пассажирский терминал, а также необходима капитальная реконструкция диспетчерского пункта и взлетно-посадочных полос. Комплекс «Шереметьево» совместно со своей базовой авиаккомпанией «Аэрофлот - Российские авиалинии» нашли надежных инвесторов, решили проблему землеотвода и уже в ближайшее время намерены приступить к строительству третьего терминала. Строительство нового терминала "Шереметьево-3" должно завершиться к апрелю 2004 г. По словам Генерального директора ОАО "Аэрофлот - Российские авиалинии" Валерия Окулова, проектная стоимость терминала составляет примерно \$210 млн. Окулов отметил, что проект "Шереметьево-3" - это один из главных проектов для авиакомпании. И если это начинание удастся, то «Шереметьево» и в 2015 году останется главными воздушными воротами страны.

У всех аэропортов аэродромное оборудование и взлетно-посадочные полосы находятся в достаточно приличном состоянии. «Домодедову» необходима одна или две дополнительные взлетно-посадочные «дорожки». «Внуково» требуется разобраться с реконструкцией своего изрядно обветшавшего терминала, а задача «Быково» - постепенная реконструкция комплекса, которая поможет сохранить его нынешние объёмы перевозок.

В настоящее время между Москвой и аэропортами налажено автобусное и автомобильное сообщение. Схема проезда от станций метро до четырёх крупнейших аэропортов представлена на рис.1.



Рис.1. Схема проезда общественным транспортом из Москвы в подмосковные аэропорты

Так, в настоящее время, до аэропорта «Шереметьево» можно доехать на автомашине (29 км от центра Москвы) по скоростной автомагистрали (М-10), на автобусах-экспрессах, маршрутных такси, рейсовых автобусах (№ 851 от станции метро "Речной вокзал", №817 от станции метро "Планерная"), а также на такси. Время работы муниципального автотранспорта с 5.45 до 00.30 ч. Затраты времени на проезд в другие аэропорты Подмосковья представлены в табл. 1.

Таблица 1

Время, затрачиваемое на проезд в аэропорты московской зоны

Вид транспорта	Пункт назначения		
	«Домодедово»	«Внуково»	«Быково»
Автобус	25 мин (м. Домодедовская)	35 мин (м. Юго-Западная)	-
Электropоезд	1 час 20 мин (от Павелецкого вокзала)	-	45 мин (от Казанского вокзала)

В настоящее время централизованного прямого сообщения между аэропортами московской зоны не существует. Из одного аэропорта в другой можно попасть, только сделав несколько пересадок, а это, в свою очередь, ведёт к неоправданным потерям времени и увеличению стоимости проезда. Исходя из вышеизложенного и учитывая возрастающие объёмы пассажиро- и грузоперевозок, перед администрацией Московской области встаёт острый вопрос об организации транспортного сообщения между крупнейшими авиационными узлами региона. Сделать это традиционными путями не представляется возможным, так как для строительства современных скоростных автомобильных дорог требуются огромные капитальные вложения. Кроме того, строительство ещё одного автомобильного кольца приведёт к нежелательным экологическим последствиям. Успешно решить поставленную задачу можно только при условии использования новейших достижений науки и техники в области транспортного строительства, отвечающих всем основным требованиям XXI века. Одним из таких изобретений является отечественная разработка принципиально нового вида транспорта - струнная транспортная система.

3. Струнная транспортная система

3.1. Принципиальная схема СТС

Струнная транспортная система, в основу которой положены изобретения А.Э.Юницкого, представляет собой размещённую на опорах предварительно напряжённую растянутую канатно-балочную конструкцию, расположенную на высоте от 3 до 25 м, в зависимости от рельефа местности, препятствий, транспортных коммуникаций и магистралей, водных преград, лесных массивов, застройки населённых пунктов и др.

Отличительной особенностью пути являются струны, находящиеся в теле рельса и натянутые до суммарного усилия около 250 тс на один рельс. Струны жестко прикреплены к анкерным опорам, установленным через 500...2000 м, а путевая структура поддерживается промежуточными опорами, размещёнными через 25...100 м. Струны размещены в рельсе с прогибом в несколько сантиметров, увеличивающимся к середине пролёта и уменьшающимся до нуля над опорами.

Благодаря этому головка рельса, по которой движутся колёса транспортного модуля, в статическом состоянии не имеет прогибов и стыков по всей своей длине. Имея очень высокую ровность и жёсткость путевой структуры, СТС позволит достичь скоростей движения в 150 км/час и выше.

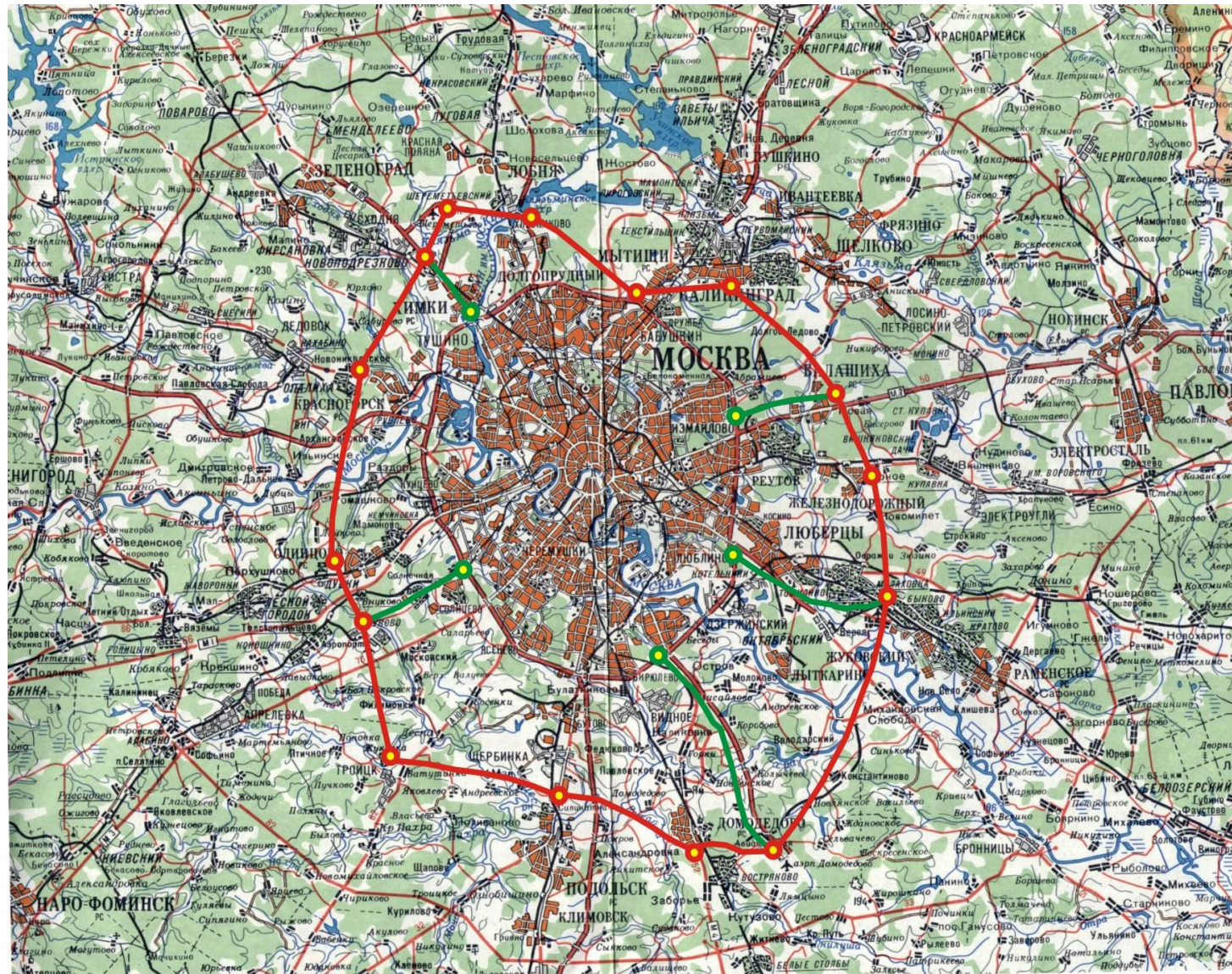
3.2. Линейная схема трассы

Трасса СТС будет выполнена в виде замкнутого кольца, соединяющего, помимо аэропортов «Шереметьево», «Внуково», «Домодедово» и «Быково», 11 крупных подмосковных городов-спутников, а именно: Химки, Долгопрудный, Мытищи, Королёв, Балашиха, Железнодорожный, Домодедово, Подольск, Троицк, Одинцово, Красногорск. Кроме самого кольца, предусмотрены радиальные трассы, соединяющие аэропорты с Москвой. Ещё одна радиальная трасса свяжет Москву с подмосковной Балашихой.

Общая протяжённость линий СТС составит 261 км, из них 199 км – протяжённость кольцевой трассы и 62 км – радиальных участков.

Схема прохождения трассы СТС показана на рис. 2-6. При поддержании проекта Администрацией Москвы радиальные трассы будут продлены до ближайших станций метрополитена.

В перспективе могут быть построены дополнительные радиальные трассы СТС, связывающие города-спутники с Москвой. Один из вариантов строительства новых радиальных трасс СТС представлен на рис. 7.



Условные обозначения:

—	Кольцевая трасса (199 км)
—	Радиальные трассы

Рис.2. Схема прохождения трассы СТС

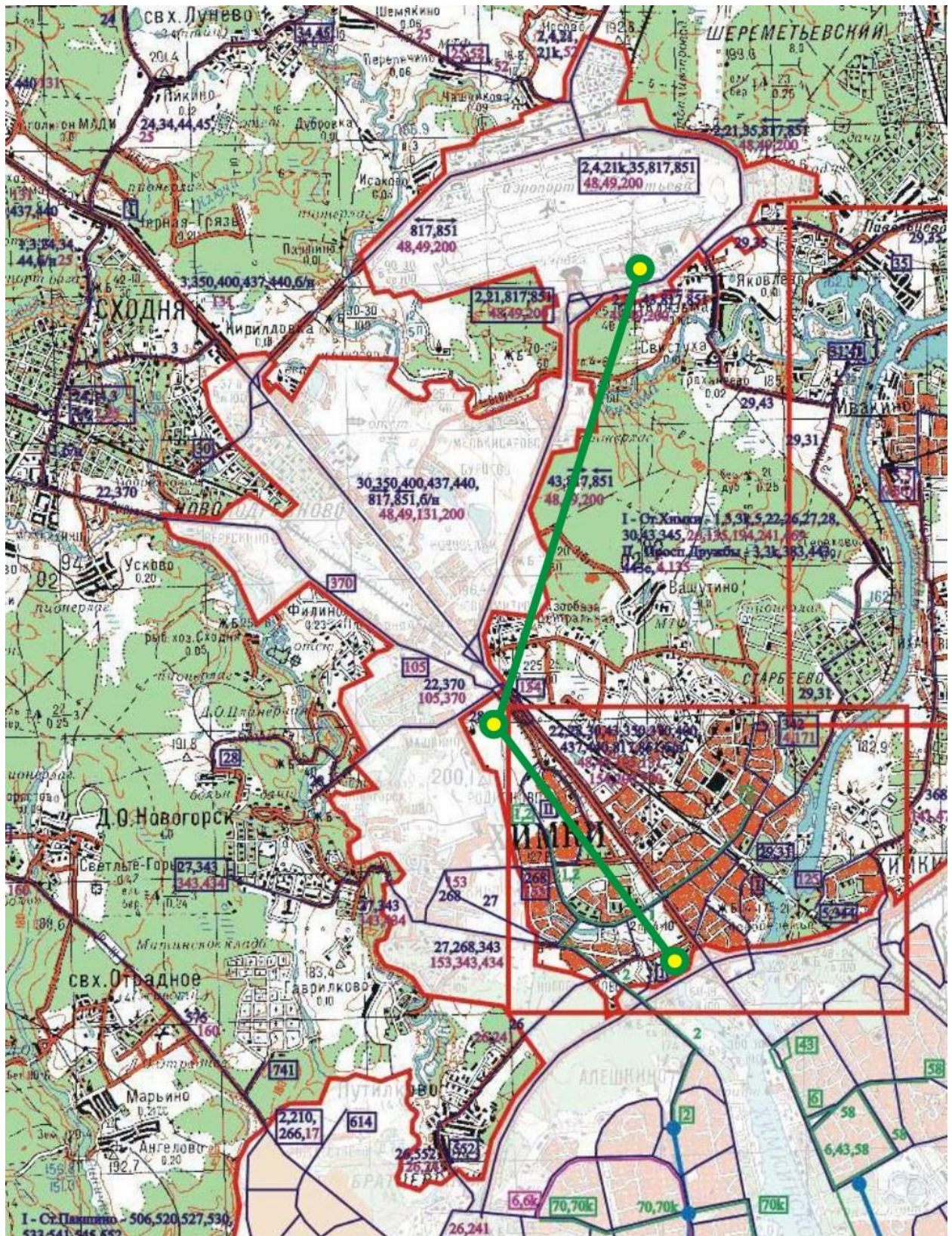


Рис. 3. Схема прохождения трассы СТС Химки ("Шереметьево") - Москва (5 км)

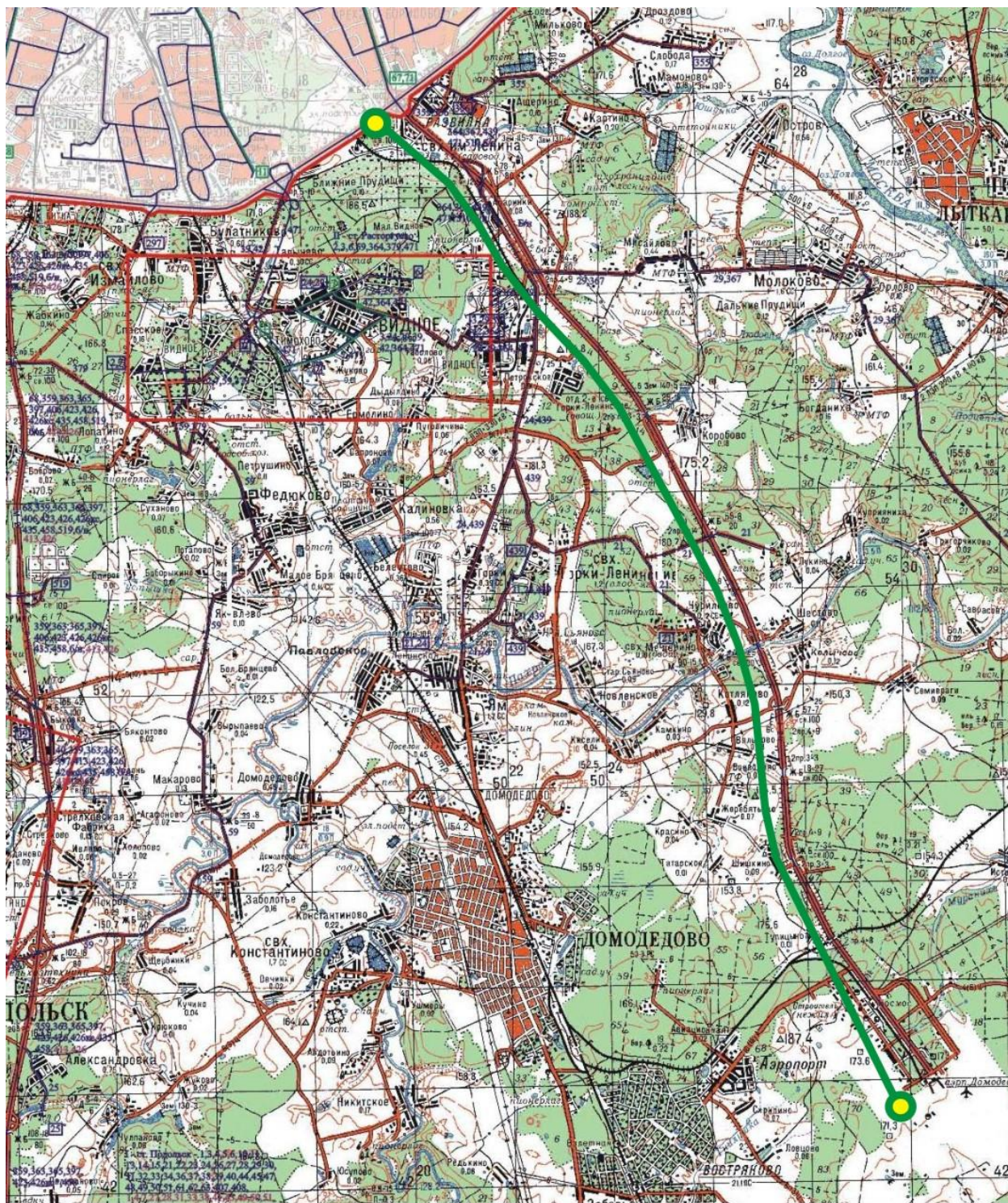


Рис. 4. Схема прохождения трассы СТС
“Домодедово” - Москва (23 км)

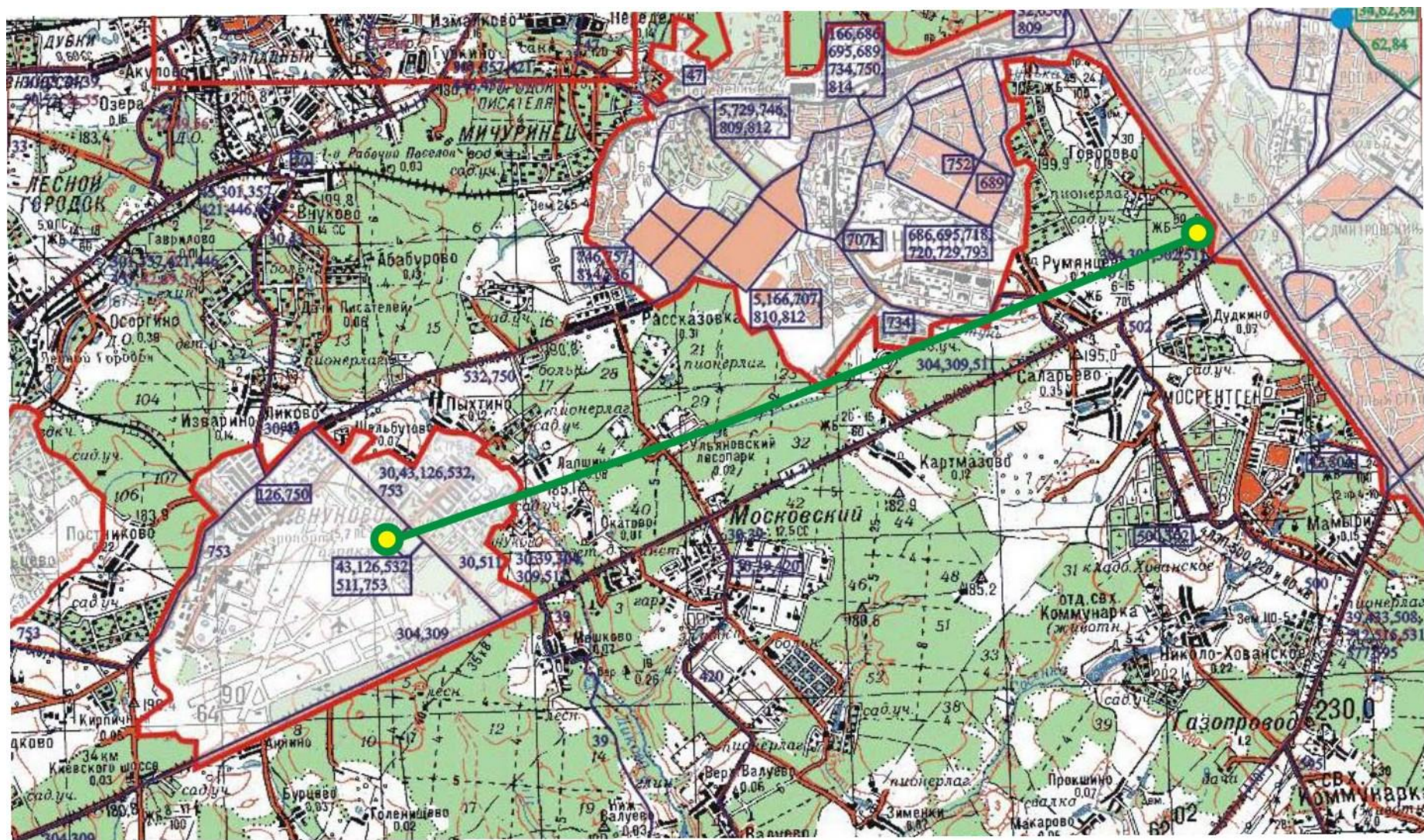


Рис. 5. Схема прохождения трассы СТС
“Внуково” - Москва (13 км)

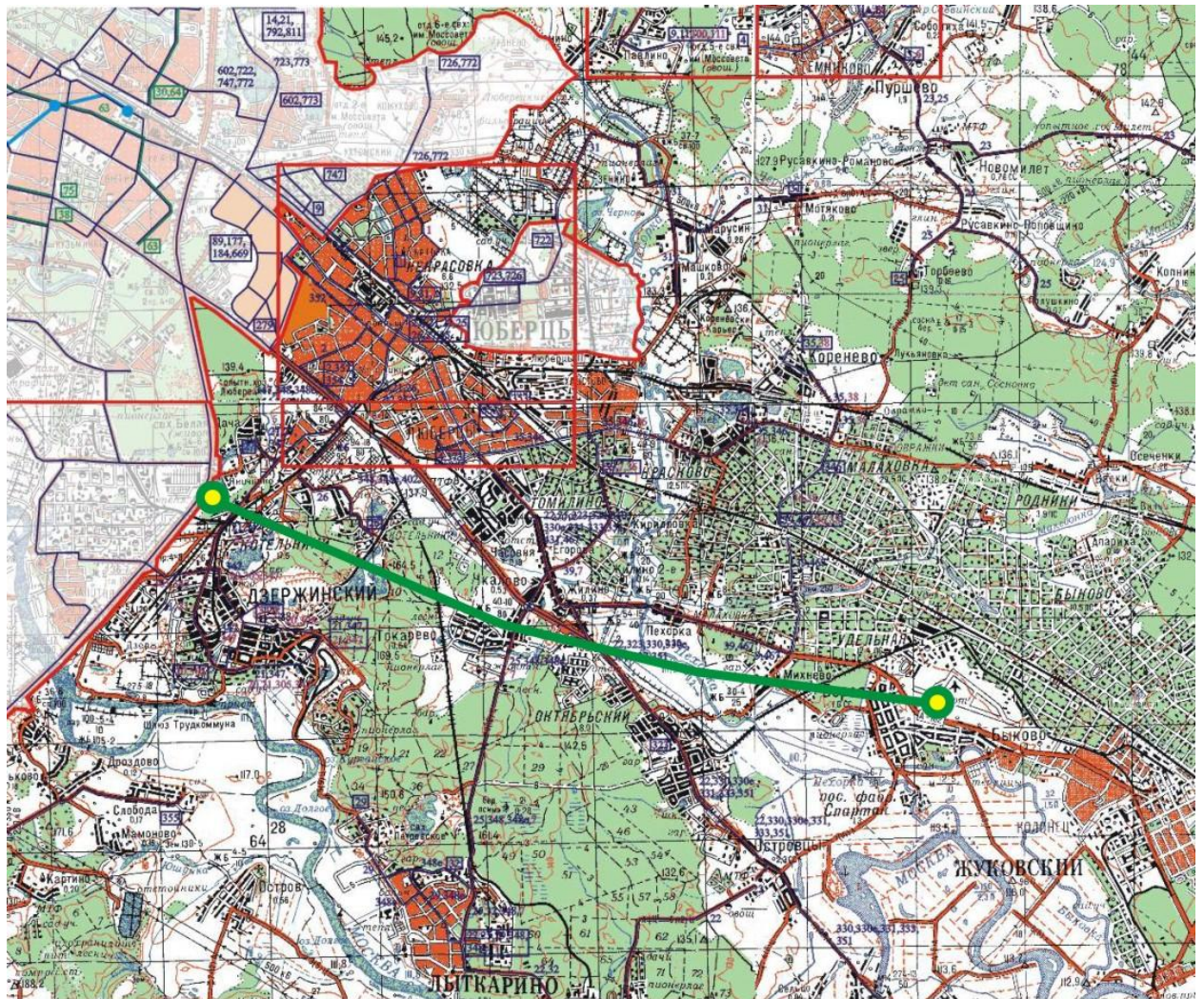
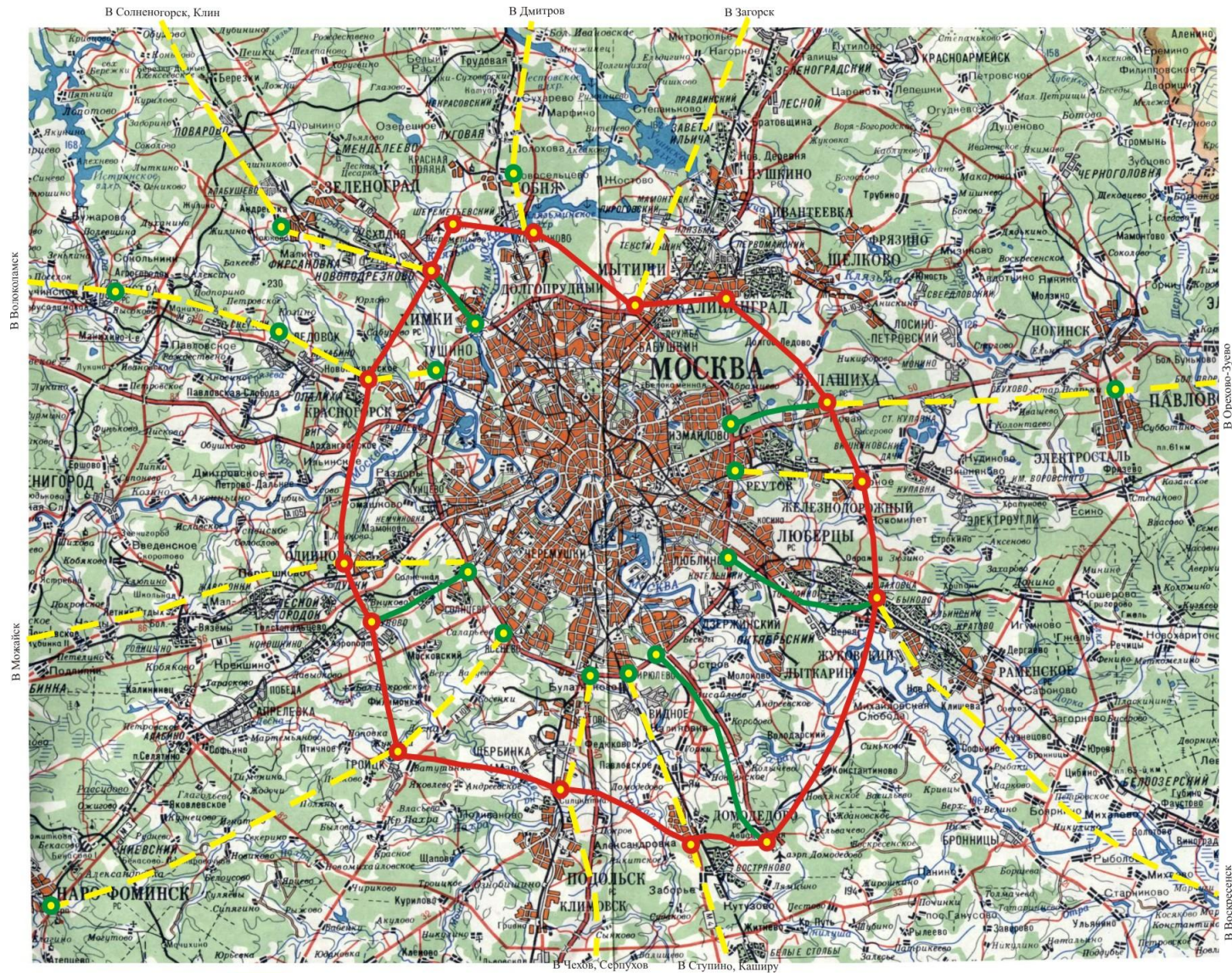


Рис. 6. Схема прохождения трассы СТС
“Быково” - Москва (12 км)



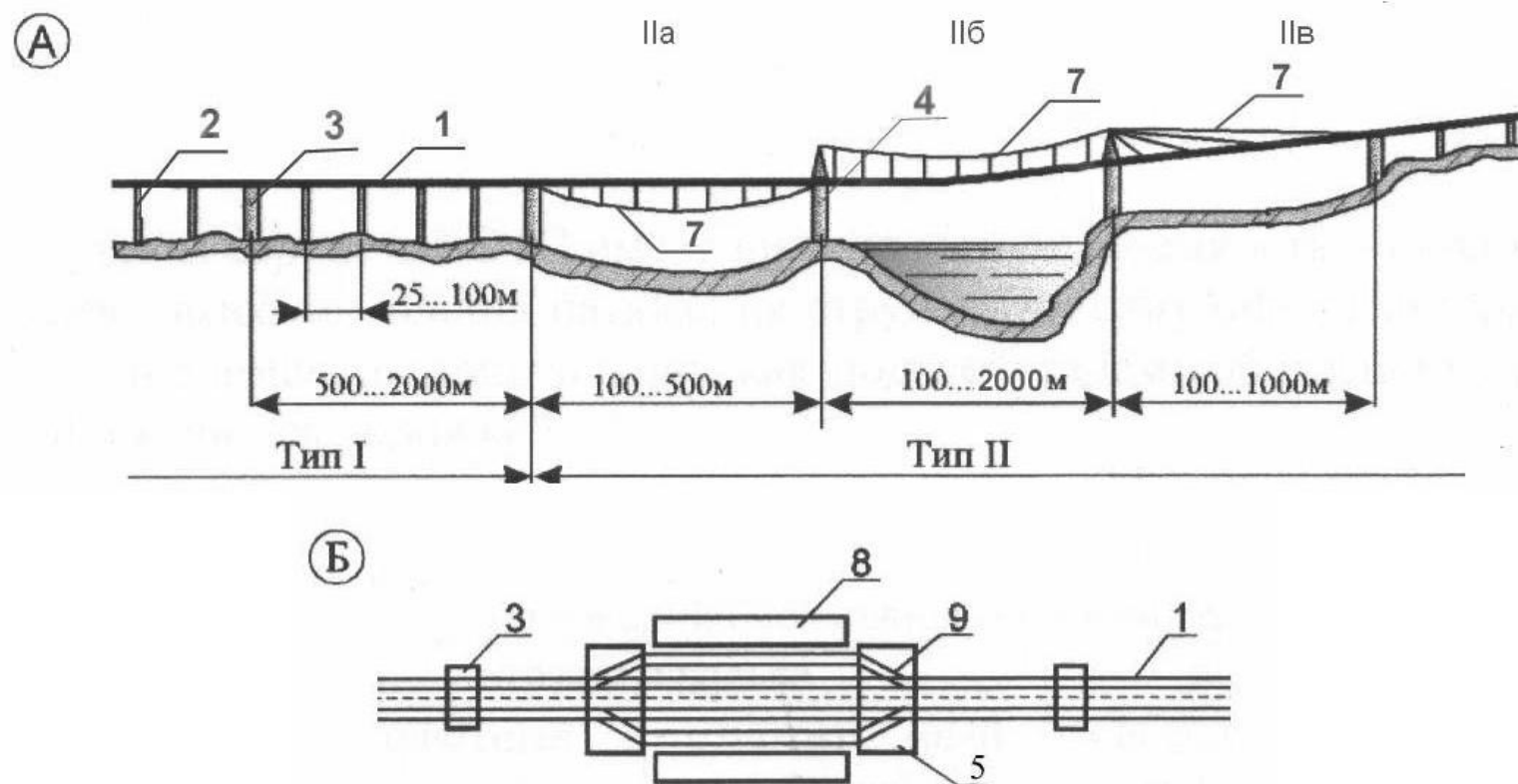


Рис.8. Линейная схема трассы:

А – вид сбоку; Б – вид сверху;

1 – двухпутная путевая структура; 2 – поддерживающая опора; 3, 4, 5 – анкерные опоры, соответственно: промежуточная, пилон, концевая, со стрелочным переводом; 7 – поддерживающий канат; 8 – промежуточная станция; 9 – участок трассы, выполненный из обычных рельсов (типа железнодорожных).

Оптимальное расстояние между промежуточными опорами на трассе - 50 м. При необходимости, на сложных участках, это расстояние может быть уменьшено до 25 м, или наоборот, увеличено до 100 м. При большей длине пролёта (современные материалы обеспечивают длину пролёта до 2000 м и выше) путевая структура должна поддерживаться с помощью вант или каната (по типу висячих и вантовых мостов) (рис. 8).

Учитывая, что СТС не критична к рельефу местности, трасса может быть проложена по кратчайшему пути - по прямой линии.

При необходимости путевая структура может иметь кривизну как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Из соображений комфортности движения (перегрузки на кривых не должны ощущаться пассажирами), радиусы кривизны на магистральных участках трассы при скорости 150 км/час должны быть не менее 2 тыс. м.

Трасса будет выполнена двухпутной. Здесь будет достаточно высокий грузопоток (свыше 2 млн. т различных грузов в год) и пассажиропоток (свыше 30 млн. пасс./год) (исходя из пессимистического прогноза роста грузо- и пассажиропотоков к 2015 году).

Прямая и обратная линии трассы смонтированы на общих опорах (рис. 9). На отдельных участках, при необходимости, прокладка линий может осуществляться независимо с разведением на расстояние до несколько сот метров друг от друга.

3.3. Путевая структура

В зависимости от длины пролёта путевая структура СТС подразделяется на два характерных типа (рис. 8):

I - обычной конструкции (пролёт до 50 м);

II - с дополнительной поддерживающей канатной конструкцией (пролёт более 50 м) с размещением каната:

а) снизу;

б) сверху - с параболическим прогибом;

в) сверху - в виде вант.

3.3.1. Рельс-струна

Головка рельса-струны изготавливается методом проката из тех же марок стали и на том же оборудовании, что и железнодорожные рельсы. Поскольку контактные напряжения смятия в головке рельса-струны под колесом модуля будут в пределах 60...80 кгс/мм² (против 100...120 кгс/мм² в железнодорожном транспорте), то долговечность головки рельса будет в несколько раз выше, а износ - значительно ниже, чем у железнодорожных рельсов.

Основные элементы грузопассажирской трассы
(в продольном направлении)

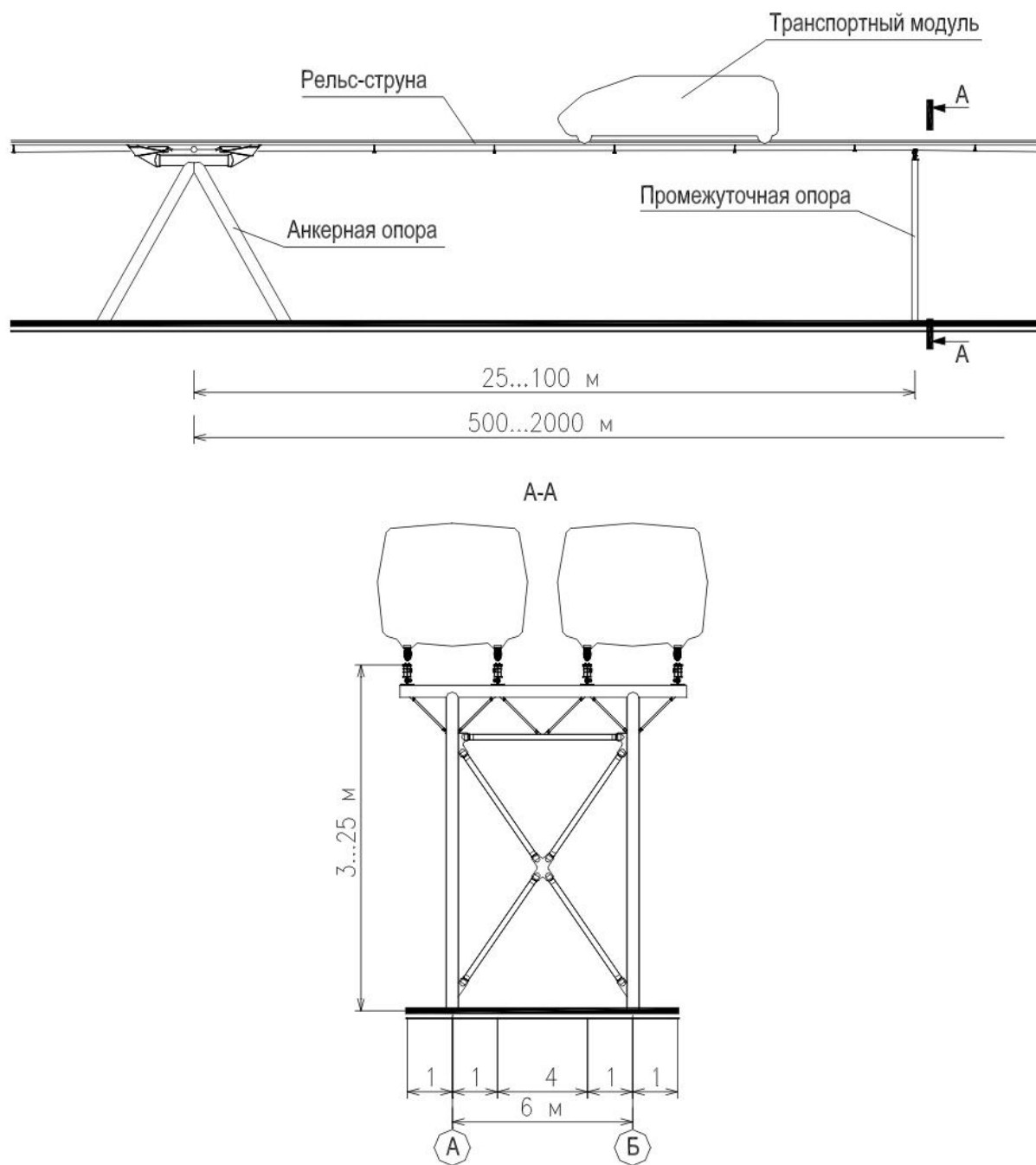


Рис. 9. Прямая и обратная линии трассы смонтированы на общих опорах

Каждый рельс имеет несколько струн (канатов) заводского изготовления, которые набраны из стальных проволок диаметром 3...6 мм и натянуты до суммарного усилия до 250 тс для одного рельса или соответственно – до 500 тс для путевой структуры и до 1000 тс для двухпутной трассы. В промежутке между анкерными опорами проволоки в струне размещены в защитной оболочке и не связаны друг с другом (они размещены в специальном антикоррозионном составе). Жесткое крепление струн осуществляется в анкерных опорах. Расчётные напряжения в канатах – 100 кгс/мм^2 (как и в канатах висячих и вантовых мостов и арматуре предварительно напряжённых железобетонных изделий).

3.3.2. Поддерживающий канат

Поддерживающий канат, как и струна в рельсе, набран из проволок (канатов), изготовленных из высокопрочной стали. Расчётные напряжения в проволоке канатов – 100 кгс/мм^2 . Проволоки помещены в защитный кожух, имеющий гидроизоляцию. Свободный объём каната заполнен специальным антикоррозионным наполнителем. Чем длиннее пролет, тем больше диаметр каната. Например, стальной канат диаметром 100 мм, благодаря низкой материалоемкости путевой структуры и её малому весу, обеспечит поддержание пролета СТС длиной в 1000...1500 метров.

3.3.3. Жёсткость путевой структуры

Путевая структура СТС имеет низкую материалоемкость - около 50 кг/м для рельса-струны, и, в то же время, - высокие усилия натяжения струн. Поэтому она характеризуется малыми прогибами элементов конструкции как под действием собственного веса (см. табл. 2), так и движущихся модулей.

Таблица 2

Прогибы конструкции СТС под действием собственного веса

Длина пролета, 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

Струны будут иметь монтажный прогиб, скрытый внутри рельса. Так, при пролёте 25...50 м относительный прогиб струны по отношению к длине пролёта составит 1/1600...1/800, а абсолютный - 1,6...6,3 см. Такой прогиб

легко размещается внутри рельса специальной конструкции, имеющего высоту 15...20 см.

В любом случае, описанные прогибы являются строительными и не влияют на ровность головки рельса, которая в ненагруженном состоянии является очень прямолинейной. Криволинейность пути в вертикальной плоскости появится при движении подвижной нагрузки, а в горизонтальной плоскости - под действием ветра как на конструкцию СТС, так и на движущиеся модули. Максимальные статические прогибы, например, под действием веса неподвижного пассажирского модуля (6000 кгс), размещённого в середине пролёта, будут в пределах: 1/800 для рельса и 1/2400 - для пролёта с поддерживающим канатом. Динамические прогибы конструкции при скоростях движения модуля 150 км/час будут несколько ниже указанных значений (в пределах 1/1000...1/2500, или в абсолютном выражении - в пределах 20...50 мм для пролёта 50 м). Приведенные данные свидетельствуют о том, что СТС является более жёсткой конструкцией (по отношению к подвижному составу), чем рельсовый железнодорожный путь, мосты и путепроводы на железных и автомобильных дорогах, относительный прогиб которых под действием расчетных нагрузок значительно выше (1/400).

Исследованы и определены конструктивные особенности путевой структуры и режимы движения модулей, при которых отсутствуют резонансные явления в рельсе-струне. Более того - колебания пути будут возникать и оставаться позади движущегося модуля, гаснуть за 0,1...0,5 сек., а следующий за ним модуль будет двигаться по невозмущенному, идеально ровному полотну.

Изменение температурных деформаций рельса-струны компенсируется изменением температурных напряжений и, вследствие этого, - изменением относительного прогиба пролёта при неизменном расстоянии между опорами, что не окажет существенного влияния на ровность путевой структуры. Струна и головка рельса при этом не будут иметь деформационных швов по длине, а их поведение при изменении температуры аналогично поведению телефонного провода или провода линии электропередач, которые также как и струны в рельсе подвешены к опорам с прогибом и тянутся без стыков на многие километры. Изменение температуры от -40 °С (зимой) до +40 °С (летом) приведет к изменению относительного прогиба пролёта в пределах 1/10000, что практически не отразится на ровности пути. При этом напряжения растяжения в струне и головке рельса увеличатся зимой примерно на 10 кгс/мм², а летом, наоборот, - уменьшатся на те же 10 кгс/мм². При меньшем перепаде температур напряженно-деформированное состояние рельса-струны будет изменяться в меньшей степени.

Учитывая низкую парусность конструкции СТС и модулей, относительный прогиб путевой структуры СТС под действием бокового ветра, имеющего скорость 150 км/час, составит величину 1/10000...1/5000, что не окажет существенного влияния на функционирование транспортной линии.

На ровность пути будет также влиять образование льда на поверхности элементов конструкции СТС при отрицательных температурах воздуха.

Однако, учитывая малые поперечные размеры рельса-струны, обтекаемость, наличие высокочастотных и низкочастотных колебаний и других факторов, затрудняющих образование наледи, её можно вообще избежать. Как показали испытания на опытном участке трассы СТС в г.Озёры Московской области, лёд на головке рельса толщиной до 10 мм не является препятствием для колеса модуля, так как при первом же проезде он скалывается и осыпается благодаря высоким контактными напряжениям в паре «колесо-рельс».

3.4. Опоры

Несущая конструкция опор подразделяется на два характерных типа (рис. 10):

- а) анкерные опоры, которые воспринимают горизонтальные усилия от струнных и тросовых элементов СТС;
- б) поддерживающие опоры, воспринимающие только вертикальную нагрузку от веса путевой структуры СТС и модулей.

Анкерные опоры, в зависимости от рельефа местности, будут размещены с шагом 0,5...2 км. Максимальные горизонтальные нагрузки испытывают только концевые анкерные опоры, устанавливаемые в местах размещения стрелочных переводов, т.е. там, где рельс-струна имеет поперечный разрыв (на них действует односторонняя нагрузка): до 1000 тс для двухпутной и до 500 тс для однопутной трассы. Промежуточные анкерные опоры (они составят более 90% от всего количества анкерных опор) не будут испытывать значительных горизонтальных нагрузок в процессе эксплуатации трассы, т.к. усилия, действующие на опору с одной и другой стороны, уравниваются друг друга.

Поддерживающие опоры, в зависимости от рельефа местности, будут установлены с шагом 25...150 м (оптимальное расстояние между ними 50 м).

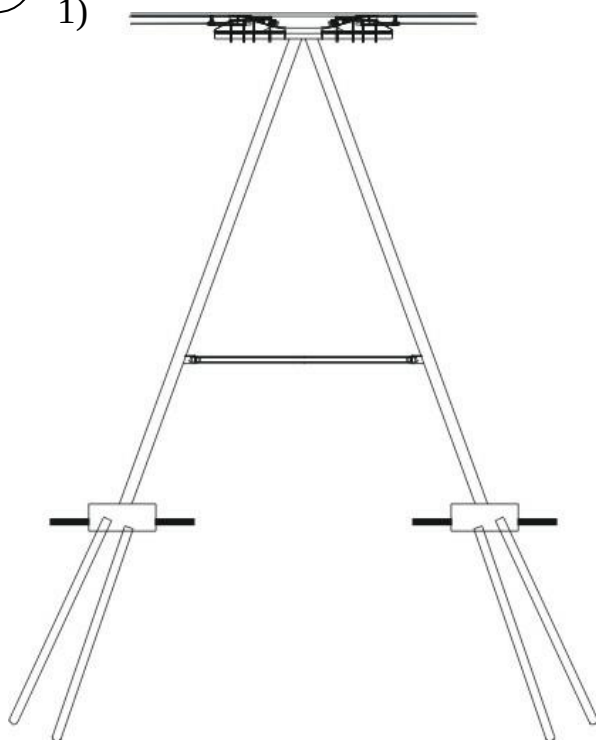
Фундаменты анкерных и промежуточных опор, в зависимости от нагрузок на них и конкретных инженерно-геологических условий, могут выполняться:

- из железобетона (буронабивные или буроинъекционные сваи с предварительным обжатием основания, забивные сваи сплошного или полого сечения, столбчатые или плитные фундаменты на естественном основании, сплошные понтонного типа при слабых грунтах и др.);
- из металла (бурозабивные, бурозавинчивающиеся).

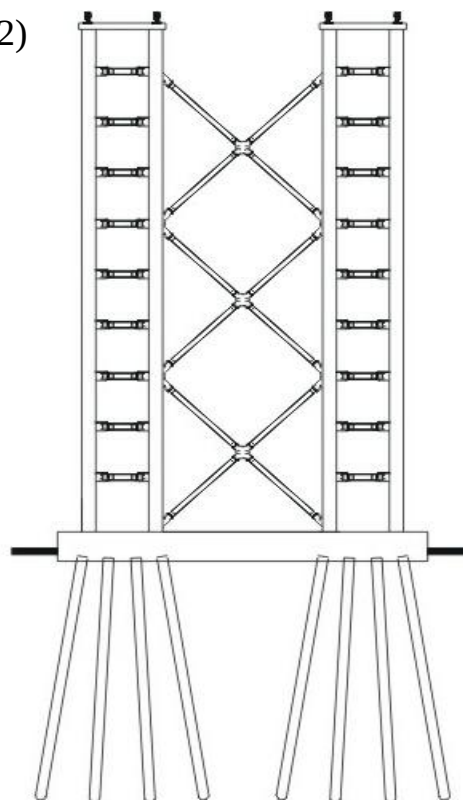
А

21

1)

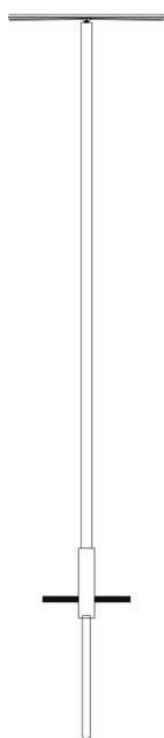


2)



Б

1)



2)

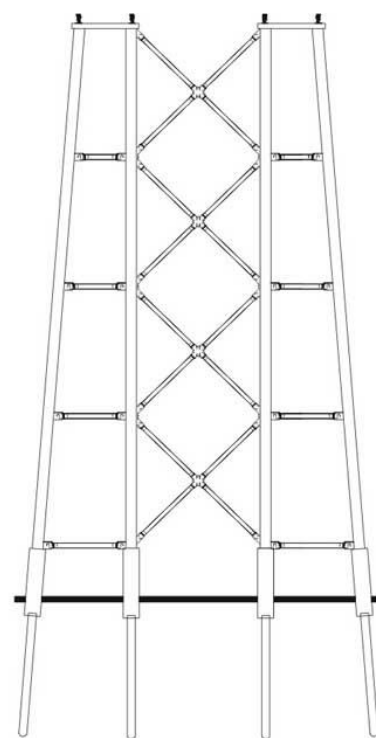
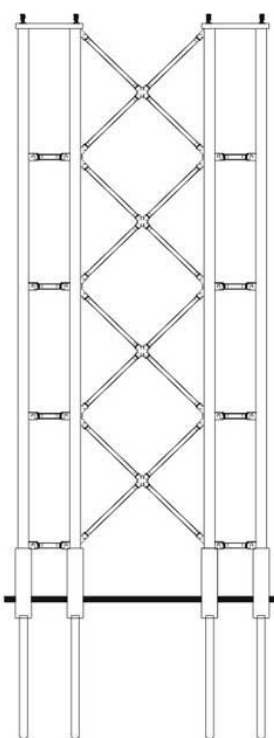
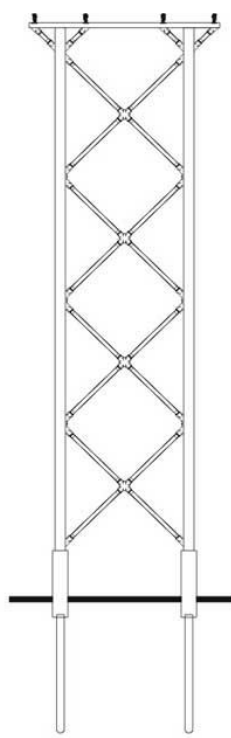


Рис. 10. Варианты конструкции опор двухпутной трассы:
А - анкерная опора трассы СТС; Б - промежуточная опора трассы СТС;
1) вид сбоку; 2) поперечный разрез.

Высота опор будет зависеть от рельефа местности и схемы прокладки продольного профиля трассы.

Варианты выполнения трасс СТС в Московской области показаны на рис. 11.

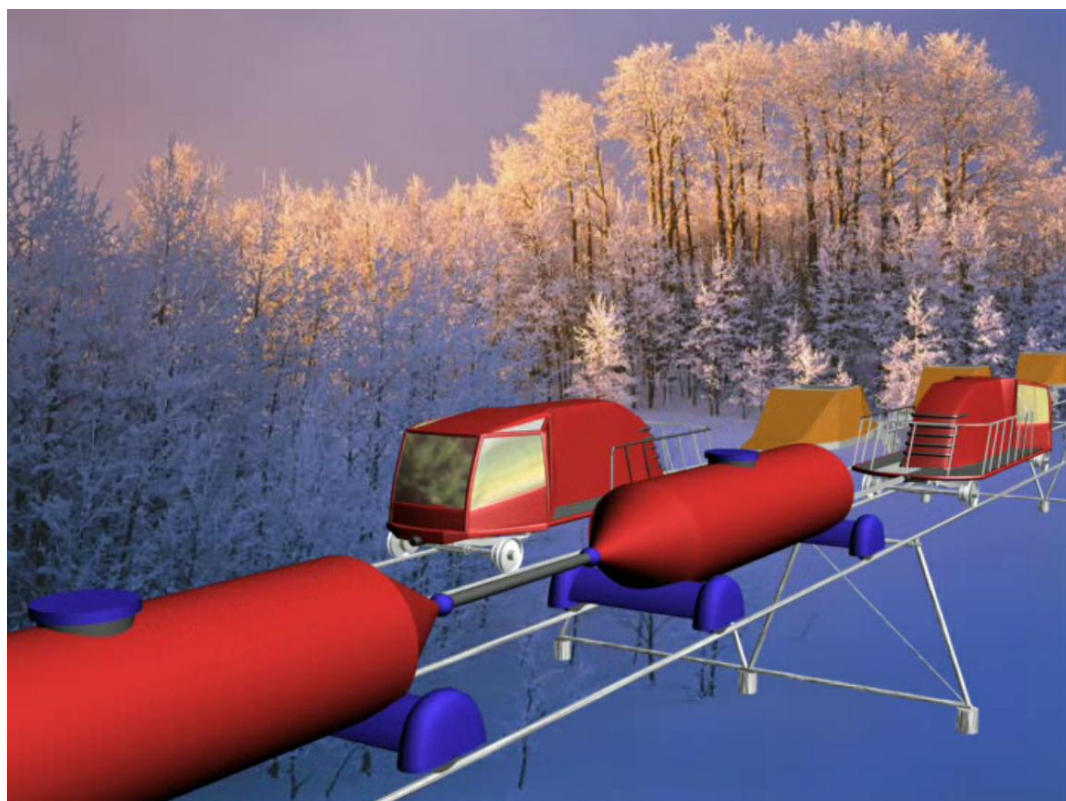


Рис. 11. Варианты выполнения трасс СТС

Поддерживающие опоры испытывают невысокие вертикальные, поперечные и продольные нагрузки (продольные усилия, возникающие, например, при торможении модулей, передаются через рельс-струну на анкерную опору). Поэтому опоры характеризуются малыми поперечными размерами, небольшим фундаментом и, соответственно, - займут небольшие участки земли и потребуют невысоких объёмов земляных работ. Это очень важно, так как приобретение земли под строительство всегда затрагивает чьи-либо имущественные права и является достаточно серьёзной проблемой. Над особо ценными землями трасса СТС, при необходимости, может пройти одним пролётом (длиной до 2000 м) на высоте 50...100 м и не потребует землеотвода. Поскольку СТС является “прозрачной” конструкцией (почти не будет давать тени), будет экологически чистой и характеризуется низким уровнем шума, она может проходить над жилыми застройками, заповедниками, заказниками и т.п.

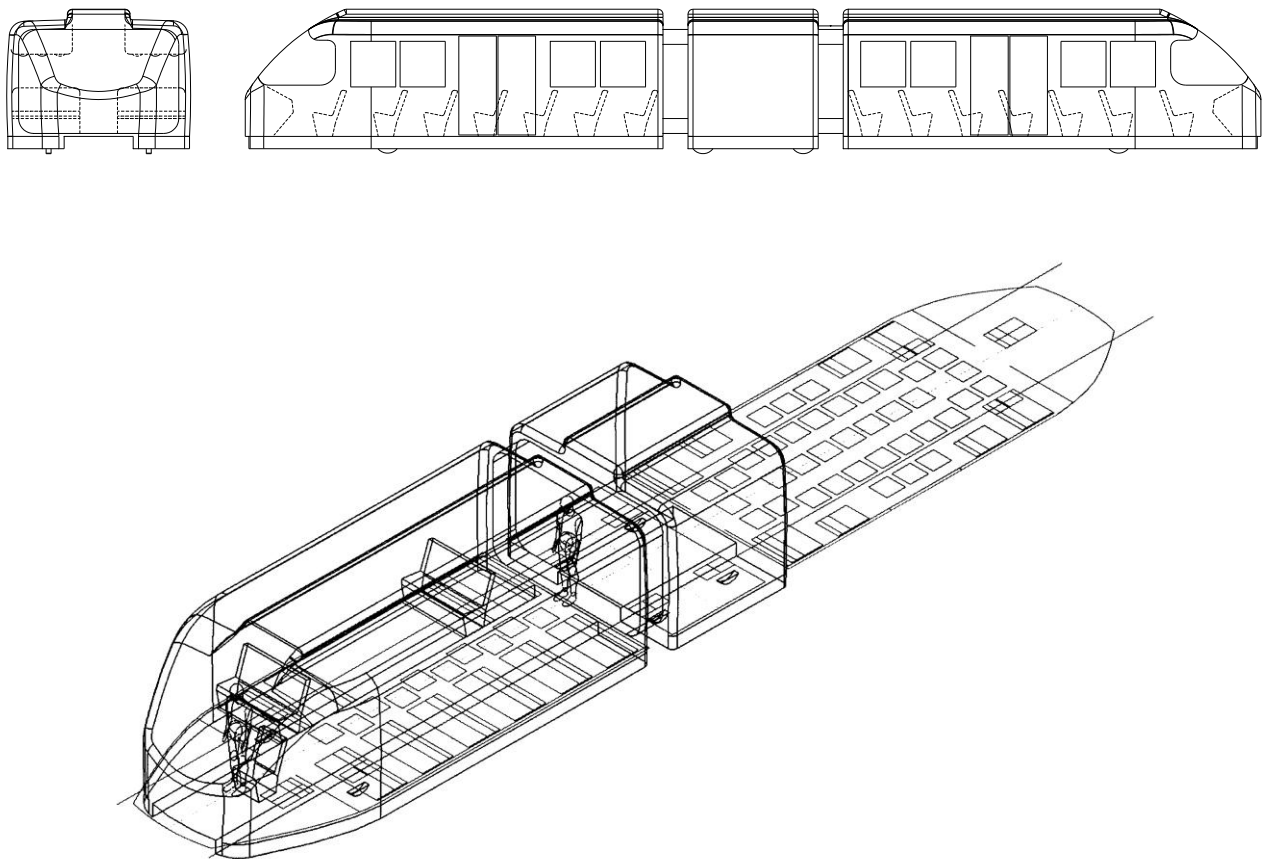


Рис. 12. Общая компоновка пассажирского модуля вместимостью 85 чел.

3.5. Подвижной состав

3.5.1. Пассажирские транспортные модули

В качестве подвижного состава для перевозки пассажиров по трассе будут эксплуатироваться специально разработанные и изготовленные пассажирские модули «Юнибусы». Такие модули с целью максимальной унификации строятся по блочному принципу. Каждый модуль состоит из трех блоков: агрегатного и двух пассажирских. Агрегатный блок располагается в середине модуля, он имеет небольшую длину, и служит в основном для размещения двигательной установки. На раму агрегатного блока опираются обращенные к середине модуля концы пассажирских блоков (см. рис. 12).

В качестве двигательной установки используется дизельный двигатель с автоматической коробкой передач - Detroit Diesel 40 E 8.7 мощностью 224 кВт, который устанавливается в агрегатном блоке продольно, у одной из боковых стенок. Над двигателем располагаются агрегаты охлаждения двигателя, системы питания, выхлопа, установка кондиционирования воздуха и т.п. Посредине агрегатного блока имеется достаточно широкий проход, соединяющий передний и задний пассажирские блоки. С другой стороны прохода могут располагаться вспомогательные помещения: туалеты, багажный отсек.

Несущая система пассажирского блока состоит из продольных элементов (лонжеронов, стрингеров) и поперечных (шпангоутов). Она может быть выполнена сборной из алюминиевых профилей, связанных обшивкой из алюминиевого листа, или формованной заодно с обшивкой из композитных материалов на основе трехслойных панелей («сэндвич»). Конструктивно корпус пассажирского блока выполняется из поперечных секций, имеющих окна или дверные проемы. В зависимости от назначения модуля корпус набирается из различных комбинаций таких секций. Соединение секций между собой производится на шпангоутах. Концевые секции – передняя и задняя – собираются отдельно и также на шпангоутах соединяются со средней частью пассажирского блока. Внешние очертания концевых секций определяются соображениями аэродинамики и эстетики (см. рис. 13).



Рис. 13. Пассажирские модули на трассе

Под полом пассажирского блока нет никаких механизмов, что позволяет получить высоту пола 170 мм от головки рельса при клиренсе (дорожном просвете) 100 мм. Такая низкая высота пола позволяет организовать станции без перронов, облегчает и ускоряет вход-выход пассажиров. Высота пола агрегатного блока от головки рельса – 420 мм, поэтому между полом пассажирского и агрегатного блоков организованы наклонные пандусы с перепадом высот 250 мм. Подвеска модуля – пневматическая, с регулируемой высотой, что позволяет на остановках опускать весь модуль на 100 мм, что еще более облегчает вход-выход пассажиров.

На случай остановки транспортного модуля на трассе СТС из-за отказа двигателя или иного агрегата, если при этом сохраняется возможность перемещения неисправного модуля способом буксировки, каждый модуль имеет в передней и задней частях стыковочные узлы для возможности присоединения следующего перед ним или позади него модуля. Соединение происходит автоматически при простом контакте модулей, без применения каких-либо дополнительных деталей или действий, даже при полном отказе бортовой и электрической сети неисправного модуля.

Кроме «Юнибусов» будут использоваться пассажирские эшелоны (см. рис. 14).



Рис. 14. Пассажирский эшелон на трассе

Такой пассажирский эшелон представляет собой колесное транспортное средство, состоящее из энергетического модуля, расположенного впереди, и 5 пассажирских модулей, соединенных между собой жесткой сцепкой (см. рис. 15). Вместимость каждого модуля – 30-60 пассажиров, эшелона – 150-300 человек. Каждый энергетический модуль оборудован дизель-генератором, а каждый пассажирский модуль – электродвигателями общей мощностью 33 кВт, что обеспечит скорость движения в 150 км/час. Питание на электродвигатели привода колес поступает от энергетического модуля. Все колеса состава выполнены приводными.

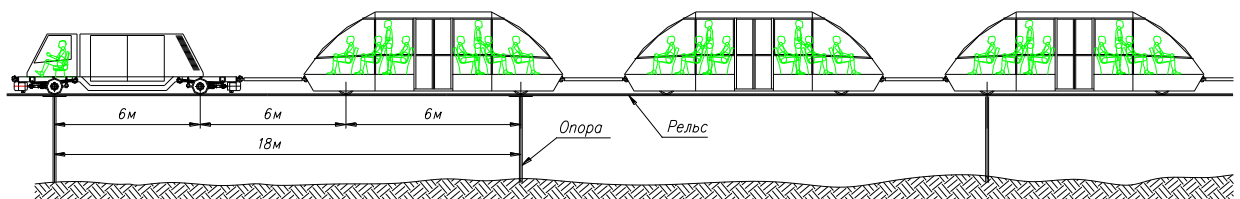


Рис. 15. Схема пассажирского эшелона

Пассажирский модуль представляет собой 4-х колесное шасси с несущим кузовом. Вагон оборудован сидениями и поручнями для стоящих пассажиров. В центральной части вагона расположена площадка для стоящих пассажиров, по обе стороны которой расположены двухстворчатые раздвижные двери с механическим приводом, управляемые из кабины машиниста. Подвеска модуля - зависимая, рессорная. Колеса модуля двухребордные, металлические, профиль поверхности катания согласуется по геометрическим параметрам с формой рельса. Для привода колес модуль оборудован двумя одинаковыми ведущими мостами с дифференциалами. Каждый мост через карданную передачу соединен с электродвигателем. Электродвигатели привода колёс управляются из кабины машиниста. Ходовая часть пассажирского и энергетического модуля (ведущие мосты, карданная передача, рессорная подвеска, тормозная система и др.) выполнена из узлов грузового малотоннажного автомобиля ЗИЛ-5301 «Бычок».

На первом этапе (1-2 года) в качестве подвижного состава для перевозки пассажиров по трассе СТС могут быть использованы выпускаемые автомобильной промышленностью автобусы и микроавтобусы, в которых необходимо лишь заменить колёса (пневматические шины поменять на стальные колёса, разработанные и изготавливаемые ОАО «НПК Юницкого»). Такие модули будут управляться водителями (машинистами). Из отечественных микроавтобусов могут использоваться «Соболь», «Бычок», «Газель» (рис. 16).



Рис. 16. Практическое использование существующего автопарка на трассе СТС

При необходимости у микроавтобуса могут быть оставлены резиновые колёса, поэтому он сможет двигаться как по путевой структуре СТС, так и по городским улицам.

Техническая характеристика автобуса средней вместимости «Бычок».

Автобус средней вместимости «Бычок» выполнен на базе шасси грузового малотоннажного автомобиля ЗИЛ-5301 с колесной базой 3650 мм (вариант 4500 мм) и предназначен для перевозки 16 пассажиров (вариант 22 пассажира).

Кузов автобуса выполнен в виде модульной конструкции, состоящей из одинаковых стальных штампованных панелей, сваренных между собой. Крыша автобуса и вентиляционные люки, установленные на крыше – выполнены из стальных штампованных панелей. Декоративные детали нижнего пояса кузова пластмассовые.

Для обеспечения шумоизоляции и термоизоляции боковины кузова автобуса проложены нетканым искусственным материалом, на внутреннюю поверхность крыши приклеен листовой пенополиэтилен, а на пол кузова уложен специальный битумный лист.

Передняя часть автобуса выполнена как на грузовом малотоннажном автомобиле ЗИЛ-5301. Сиденье водителя регулируется в горизонтальном и вертикальном направлениях с возможностью изменения углов наклона спинки и подушки. Кроме того, сиденье снабжено механизмом поддрессоривания с возможностью регулирования жесткости в зависимости от массы водителя.

Кабина - цельнометаллическая, двух или трехместная с панорамным ветровым стеклом. Капот - люкового типа на двух навесках. Оперение - металлическое сварное.

Кабина имеет две распашные двери и отделена от салона автобуса перегородкой с проходом. Пассажирские сиденья в салоне автобуса имеют профилированные подушки с высокими спинками, снабженные эластичными травмобезопасными поручнями. Салон автобуса от пола до окон обит специальным декоративным материалом, а выше окон установлены пластмассовые формованные панели. Потолок внутри салона покрыт шумопоглощающей винилискожей. Поверхность пола салона автобуса покрыта специальным материалом - грабиолом.

Отопление автобуса осуществляется с помощью независимого жидкостного подогревателя ПЖД-8 с двумя радиаторами, расположенными в противоположных сторонах салона.

Посадка и высадка в автобус осуществляется через сдвижную дверь, расположенную с правой стороны по ходу движения автобуса (по желанию заказчика автобус может комплектоваться раздвижными сдвоенными дверями с пневматическим приводом).

Для обеспечения аварийного выхода пассажиров имеются задние распашные сдвоенные двери и окна, расположенные с обеих сторон кузова, а также вентиляционные люки, установленные на крыше автобуса, снабженные специальными аварийными замками.

3.5.2. Грузовой эшелон

Грузовой эшелон представляет собой колесное транспортное средство, состоящее из энергетического модуля и 8-12 грузовых модулей, соединенных между собой жесткой сцепкой, позволяющей поезду осуществлять поворот и преодолевать уклоны. Грузоподъемность 1 модуля 4-10 т, эшелона – 30-120 т. Энергетический модуль оборудован дизель-генератором, а грузовые модули – электродвигателями мощностью 15 кВт, что обеспечит скорость движения 120 км/час. Питание на электродвигатели привода колёс поступает от энергетического модуля. Все колёса состава выполнены приводными. Эшелон предназначен для перевозки сыпучих, жидких и штучных грузов

(рис. 17-19). Эшелон управляется машинистом и его помощником и имеет спереди и сзади кабины.

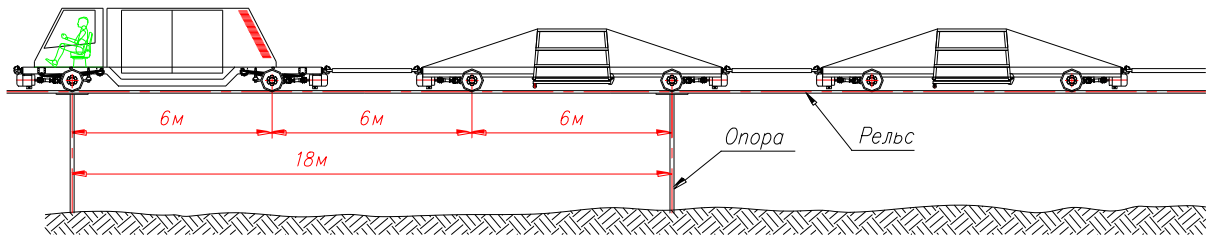


Рис. 17. Эшелон грузовых модулей для перевозки сыпучих грузов

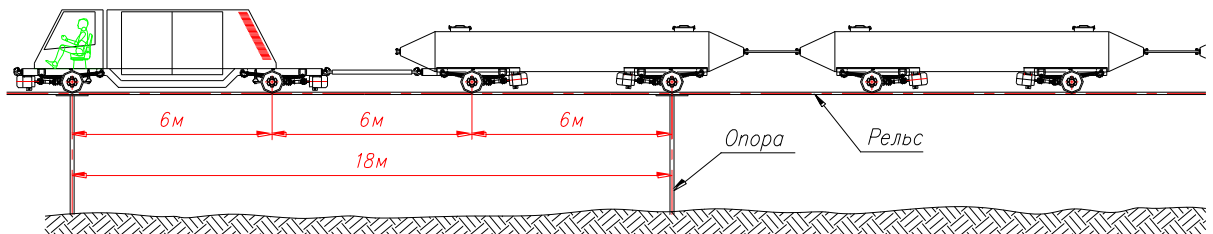


Рис. 18. Эшелон грузовых модулей для перевозки жидких грузов

1) для перевозки сыпучих грузов;



2) для перевозки жидких грузов;



3) для перевозки штучных грузов;

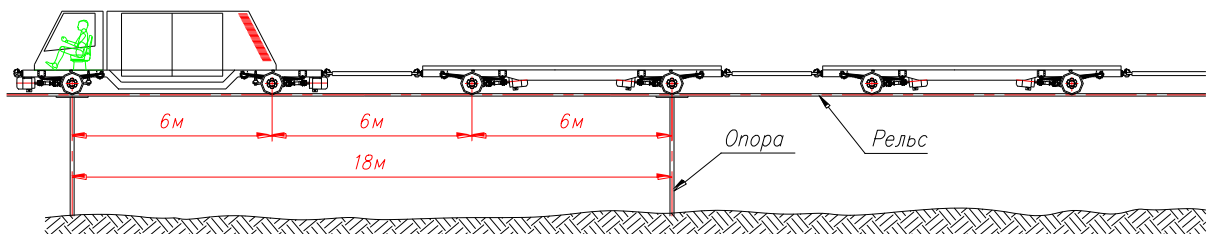


Рис. 19. Схема грузовых эшелонов

Энергетический модуль (локомотив) представляет собой 4-х колесное шасси, на котором установлены кабина машиниста и моторный отсек, включающий в себя дизель-генератор с системами жизнеобеспечения дизеля, электрическое оборудование и системы управления приводом колес, а также оборудование для электродинамического торможения (тяговыми двигателями в генераторном режиме).

Грузовой модуль для перевозки сыпучих грузов представляет собой 4-х колесное шасси с несущим кузовом. Кузов оборудован автоматически раскрывающимся днищем (открывание и закрывание кузова происходит при взаимодействии днища и защелок со специальными устройствами, которыми должна быть оборудована путевая структура на месте разгрузки).

Подвеска модулей - зависимая, рессорная. Колёса модулей двухребордные, металлические, профиль поверхности катания согласуется по геометрическим параметрам с формой рельса. Для привода колёс каждый

модуль оборудован двумя одинаковыми ведущими мостами с дифференциалами. Каждый мост через карданную передачу подключен к своему электродвигателю. Электродвигатели привода колес управляются из кабины машиниста. Ходовая часть локомотива и грузового модуля выполнена из узлов грузового малолитражного автомобиля ЗИЛ-5301 «Бычок».

Погрузка-разгрузка грузовых модулей для перевозки жидких и штучных грузов осуществляется на специально оборудованных терминалах.

3.6. Организация движения пассажиров и грузов

Расчёт необходимого количества пассажирских модулей на радиальных трассах СТС представлен в табл. 3

Таблица 3

Расчёт необходимого количества пассажирских модулей на радиальных трассах СТС

Показатель	г. Химки («Шереметьево») - Москва	«Домодедово» - Москва	«Внуково» - Москва	«Быково» - Москва	г.Балашиха - Москва
1. Протяжённость трассы, км	5	23	13	12	9
2. Среднеходовая скорость движения модуля (с учётом разгона и торможения), км/час	50	120	120	120	90
3. Время посадки/высадки пассажиров на станции, час	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
4. Время, затрачиваемое модулем на 1 цикл движения, час (п.1/п.2+2·п.3)	0,14	0,23	0,15	0,14	0,14
5. Время работы модуля в сутки, час	20	20	20	20	20
6. Вместимость 1 модуля, чел	85	85	85	85	85
7. Коэффициент загрузки модуля	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
8. Коэффициент использования модуля в году	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
9. Количество пассажиров, перевезённых 1 модулем (п.5/п.4·п.6·п.7·п.8), пасс./сутки	7 771	4 730	7 253	7 771	7 771
10. Планируемый пассажиропоток, млн. пасс./год	10	4	3	0,08	7
11. Необходимое количество модулей (п.10/(365·п.9)), шт.	4	3	2	1	3

Среднегодовой пассажиропоток по кольцевой трассе СТС определён в объёме 12 млн. пасс./год. На трассе предусмотрены 4 пассажирских вокзала (в аэропортах) и 11 промежуточных станций. Время посадки/высадки – 1 мин. Средняя скорость движения модуля по трассе (с учётом разгона и торможения) – 120 км/час. Остальные данные, необходимые для расчёта, представлены в табл.3. Таким образом, 1 модуль в сутки сделает 10 циклов (кругов) и перевезёт 544 пасс., соответственно за год объём пассажироперевозок составит 198.560 пасс./год. Следовательно, для перевозки 12 млн. пасс./год на трассе необходимо иметь 61 модуль.

Для перевозки 2 млн. тонн грузов в год необходима эксплуатация 14 грузовых составов (распределение составов по трассам зависит от конкретного грузопотока на этих маршрутах).

4. Техничко-экономические показатели эксплуатации трассы СТС

Результаты технико-экономических расчётов представлены в табл. 4 – 9 и расчётах 1-15.

Таблица 4

Усреднённый расход материалов и стоимость 1 км двухпутной трассы СТС

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		Масса, т	Объём, куб. м	
1. Рельс-струна, всего				420
в том числе				
1.1. Головка	Сталь	56		120
1.2. Корпус	Сталь	32		45
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				35
2. Промежуточные опоры (высота 15 м), всего				190
в том числе				
2.1. Столбы	Железобетон		96	70
2.2. Перемычки, раскосы	Сталь	18		35
2.3. Металлоконструкции	Сталь	10		20
2.4. Свайный фундамент	Железобетон		48	48
2.5. Прочее				17
3. Анкерные опоры (высота 15 м), всего				105

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		Масса, т	Объём, куб. м	
в том числе				
3.1. Тело опоры	Железобетон		52	38
3.2. Свайное основание	Железобетон		36	36
3.3. Металлоконструкции	Сталь	2		5
3.4. Анкерное крепление	Сталь	2		10
3.5. Прочее				16
4. Земляные работы				20
5. Площадки для аварийной остановки				40
6. Система контроля за состоянием опор и путевой структуры				20
7. Система контроля за движе- нием транспортного потока				20
8. Система контроля метеоусловий и внешних воздействий				10
9. Система управления движе- нием транспортного потока				30
10. Система проводной и радио связи				20
11. Система обеспечения безопасности				15
12. Прочие работы				40
13. Непредвиденные расходы				60
Всего:				990

**Стоимость грузопассажирской двухпутной трассы СТС
«Шереметьево» - «Быково» - «Домодедово» - «Внуково» - «Шереметьево»**

Наименование элементов трассы	Кол-во (объем работ)	Стоимость ед. работ, млн. USD	Общая стоимость, млн. USD	Удельный вес элементов трассы в общих капитал- ных вложениях, %
1. Транспортная линия, всего, в том числе:	261 км	0,990	258,4	
1.1. Путевая структура	261 км	0,420	109,62	
1.2. Фундаменты и опоры	261 км	0,295	77,00	
1.3. Система технического контроля	261 км	0,050	13,05	
1.4. Система управления, связи и обеспечения безопасности	261 км	0,065	16,97	
1.5. Прочие и непредвиденные расходы	261 км	0,160	41,76	
2. Стоимость инфраструктуры, всего, в том числе:			30,5	
2.1. Вокзалы	4 шт.	2,5	10,0	
2.2. Станции	16 шт.	0,5	8,0	
2.3. Грузовые терминалы	4 шт.	2,0	8,0	
2.4. Депо и ремонтные мастерские	2 шт.	1,5	3,0	
2.5. Заправочная станция	5 шт.	0,2	1,0	
2.6. Склад ГСМ	5 шт.	0,1	0,5	
3. Подвижной состав, всего, в том числе:			22,65	
3.1. Грузовые эшелоны	14 шт.	0,3	4,2	
3.2. Пассажирские модули	74 шт.	0,2	14,8	
3.3. Грузовые эшелоны аварийного резерва	4 шт.	0,3	1,2	
3.4. Пассажирские модули аварийного резерва	9 шт.	0,2	1,8	
3.5. Модули для аварийного обслуживания трассы	7 шт.	0,05	0,35	
3.6. Модули технического контроля за состоянием трассы	6 шт.	0,05	0,3	
4. Удорожание трассы на сложных участках			5,0	
5. Проектно-изыскательские работы по трассе и инфраструктуре	261 км	0,05	13,05	
6. Проектно-конструкторские работы по путевой структуре, подвижному составу, инфраструктуре и системам управления			5,0	
7. Прочие и непредвиденные расходы			25,0	
Итого:			359,6	100%

Количество обслуживающего персонала трассы СТС и годовые издержки
по заработной плате

Обслуживающий персонал	Кол-во	Кол-во обслуживающего персонала, чел.		Средне-месячная заработная плата, USD	Годовая заработная плата персонала, млн. USD*	
		на одну бригаду	всего		грузовые перевозки	пасс. перевозки
1. Основные бригады машинистов:						
- грузовых эшелонов	14	6	84	200	0,2	-
- пассажирских модулей	74	6	444	200	-	1,07
2. Дополнительные бригады машинистов** :						
- грузовых эшелонов	3	6	18	200	0,03	-
- пассажирских модулей	15	6	90	200	-	0,13
3. Машинисты ремонтных модулей	7	6	42	200	0,03	0,07
4. Вокзалов	4	30	120	200	-	0,29
5. Станций	16	6	96	200	-	0,23
6. Грузовых терминалов	4	15	60	200	0,14	-
7. Депо и ремонтных мастерских	2	30	60	200	0,04	0,1
8. Заправочных станций и складов ГСМ	5	10	50	200	0,02	0,1
9. Бригады контроля состояния трассы и её ремонта	6	10	60	200	0,02	0,12
10. Прочие рабочие и работники			30	100	0,01	0,03
Итого:	-	-		-	0,49	2,14
Всего:	-	-	1154	-	2,63	

* рассчитано с учётом доли затрат на ремонт и ТО грузовых и пассажирских модулей в годовых эксплуатационных издержках по ремонту модулей.

** общее время работы в году – 7 мес.

Расчёт 1

Расчёт налогов на заработную плату

Налоговые отчисления с фонда оплаты труда работников, обслуживающих трассу, определяются с учётом базовой ставки единого социального налога – 35,6% и страхового тарифа на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (16 класс профессионального риска) – 3%.

а) по грузовым перевозкам: $0,49 \cdot 0,356 + 0,49 \cdot 0,03 = 0,19$ млн. USD/год;

б) по пассажирским перевозкам: $2,14 \cdot 0,356 + 2,14 \cdot 0,03 = 0,83$ млн. USD/год.

Таблица 7

Годовые суммы амортизационных отчислений

Наименование объектов	Балансовая стоимость объектов трассы, включая прочие затраты *, млн. USD	Срок службы, лет	Годовая норма амортизационных отчислений, %	Годовая сумма амортизационных отчислений, млн. USD
1. Транспортная линия:				
- грузовые перевозки	72,0	100	1	0,72
- пассажирские перевозки	227,9	100	1	2,28
2. Объекты инфраструктуры:				
- грузовые перевозки	8,3	75	1,3	0,11
- пассажирские перевозки	26,5	75	1,3	0,34
3. Модули:				
- грузовые перевозки	6,0	8	12,5	0,75
- пассажирские перевозки	18,9	8	12,5	2,36
Итого:				
- грузовые перевозки	86,3			1,58
- пассажирские перевозки	273,3			4,98
Всего:	359,6	-	-	6,56

* Расчёт балансовой стоимости представлен в расчёте 2.

Расчёт 2

Расчёт балансовой стоимости элементов трассы

а) Балансовая стоимость путевой структуры

- по грузовым перевозкам:

$$(258,4 + 5,0 + 13,05 \cdot (258,4 / 288,9) + (5,0 + 25,0) \cdot (258,4 / 311,55)) \cdot 0,24 = 72,0 \text{ млн. USD};$$

- по пассажирским перевозкам:

$$(258,4 + 5,0 + 13,05 \cdot (258,4 / 288,9) + (5,0 + 25,0) \cdot (258,4 / 311,55)) \cdot 0,76 = 227,9 \text{ млн. USD};$$

где

258,4 – стоимость транспортной линии, млн. USD;

5,0 – удорожание трассы на сложных участках, млн. USD;

13,05 – инженерно-изыскательские работы по трассе и инфраструктуре, млн. USD;

5,0 – проектно-конструкторские работы по путевой структуре, подвижному составу, инфраструктуре и системам управления, млн. USD;

25,0 – прочие и непредвиденные расходы по трассе, млн. USD;
 288,9 – сумма стоимостей транспортной линии и инфраструктуры, млн. USD;
 311,55 – сумма стоимостей транспортной линии, инфраструктуры и подвижного состава, млн. USD;
 0,24; 0,76 – соответственно доли стоимости грузовых и пассажирских модулей в общей стоимости модулей.

б) Балансовая стоимость инфраструктуры

- по грузовым перевозкам:

$$(30,5+13,05 \cdot (30,5/288,9) + (5,0+25,0) \cdot (30,5/311,55)) \cdot 0,24 = 8,3 \text{ млн. USD};$$

- по пассажирским перевозкам:

$$(30,5+13,05 \cdot (30,5/288,9) + (5,0+25,0) \cdot (30,5/311,55)) \cdot 0,76 = 26,5 \text{ млн. USD};$$

где

30,5 – стоимость инфраструктуры, млн. USD.

в) Балансовая стоимость модулей

- по грузовым перевозкам:

$$(22,65+(5,0+25,0) \cdot (22,65/311,55)) \cdot 0,24 = 6,0 \text{ млн. USD};$$

- по пассажирским перевозкам:

$$(22,65+(5,0+25,0) \cdot (22,65/311,55)) \cdot 0,76 = 18,9 \text{ млн. USD};$$

где

22,65 – стоимость подвижного состава, млн. USD.

Таблица 8

Годовые эксплуатационные издержки на техобслуживание
и ремонт трассы и подвижного состава

Наименование	Стоимость, млн. USD	Годовая норма затрат на ТО и ремонт, %	Годовая сумма затрат на ТО и ремонт, млн. USD
1. Транспортная линия:			
- по грузовым перевозкам	45,5	0,5	0,23
- по пассажирским перевозкам	212,9	0,5	1,06
2. Инфраструктура:			
- по грузовым перевозкам	9,09	0,5	0,05
- по пассажирским перевозкам	21,41	0,5	0,11
3. Модули:			
- по грузовым перевозкам	5,83	2	0,12
- по пассажирским перевозкам	16,82	2	0,33
Итого:			
- по грузовым перевозкам	60,42		0,4
- по пассажирским перевозкам	251,13		1,5
Всего:	311,55	-	1,9

*затраты по депо рассчитаны с учётом доли грузовых и транспортных модулей в общем количестве эксплуатируемых модулей.

Таблица 9

Годовые затраты на топливо по подвижному составу

Грузовые перевозки

Мощность двигателя, кВт	Удельный расход топлива, г/кВт·ч	Время работы в сутки, час	Годовой расход топлива 1 составом, млн. л	Кол-во используемых составов в год, шт.	Всего, млн. л в год	Цена 1 литра топлива, USD	Годовая стоимость топлива, млн. USD
200	230	20	0,34	14	4,76	0,25	1,19

Пассажирские перевозки

Участок трассы	Среднесуточный пробег модуля с грузом, км	Текущий расход топлива, л/100 км	Годовой расход топлива на 1 модуль, л	Кол-во используемых модулей в год, шт.	Всего, млн. л в год	Цена 1 литра топлива, USD	Годовая стоимость топлива, млн. USD
Химки («Шереметьево») - Москва	765	18,2	50.819,0	4	0,2	0,25	0,05
«Домодедово» - Москва	2.415	18,2	160.428,5	3	0,5	0,25	0,125
«Внуково» – Москва	1.846	18,2	122.629,8	2	0,3	0,25	0,075
«Быково» - Москва	60	18,2	3.985,8	1	0,003	0,25	0,001
Балашиха - Москва	1.377	18,2	91.474,1	3	0,3	0,25	0,075
Кольцо	1.990	18,2	132.195,7	61	8,1	0,25	2,025
Всего:					9,4		2,35

Расчет 3

Годовые затраты на смазочные материалы для подвижного состава

Общий расход смазочных материалов устанавливается в размере 5% от годовой стоимости топлива.

а) по грузовым перевозкам: $1,19 \cdot 0,05 = 0,06$ млн. USD/год

б) по пассажирским перевозкам: $2,35 \cdot 0,05 = 0,12$ млн. USD/год

Годовые эксплуатационные издержки без административно-накладных расходов и затрат на маркетинг

а) по грузовым перевозкам:

$$0,49+0,19+1,58+0,4+1,19+0,06=3,91 \text{ млн. USD/год};$$

б) по пассажирским перевозкам:

$$2,14+0,83+4,98+1,5+2,35+0,12=11,92 \text{ млн. USD/год}.$$

Годовые затраты на маркетинг

Сумма годовых затрат на маркетинг устанавливается на уровне 5% от годовых издержек.

а) по грузовым перевозкам: $3,91 \cdot 0,05 = 0,2 \text{ млн. USD/год};$

б) по пассажирским перевозкам: $11,92 \cdot 0,05 = 0,6 \text{ млн. USD/год}.$

Годовые административно-накладные расходы

Принимаются на уровне 50% от суммы годовых издержек и определены с учётом затрат на собственные нужды, отопление, почту, связь и т.д.

а) по грузовым перевозкам: $3,91 \cdot 0,5 = 1,96 \text{ млн. USD/год};$

б) по пассажирским перевозкам: $11,92 \cdot 0,5 = 5,96 \text{ млн. USD/год}.$

Годовые эксплуатационные издержки без учёта годовой суммы роялти

а) по грузовым перевозкам: $3,91+0,2+1,96=6,07 \text{ млн. USD/год};$

б) по пассажирским перевозкам: $11,92+0,6+5,96=18,48 \text{ млн. USD/год}.$

Годовая сумма роялти

Сумма роялти патентообладателю устанавливается на уровне 10% от суммы эксплуатационных издержек по грузовым и пассажирским перевозкам и определяется договором между собственником транспортной системы и патентообладателем.

$$\frac{6,07 + 18,48 \text{ млн. USD} \cdot 10\%}{100\%} = 2,46 \text{ млн. USD.}$$

Из них:

а) по грузовым перевозкам: $2,46 \cdot 0,24 = 0,59 \text{ млн. USD};$

б) по пассажирским перевозкам: $2,46 \cdot 0,76 = 1,87 \text{ млн. USD.}$

Общие годовые эксплуатационные издержки

а) по грузовым перевозкам: $6,07 + 0,59 = 6,66 \text{ млн. USD};$

б) по пассажирским перевозкам: $18,48 + 1,87 = 20,35 \text{ млн. USD.}$

Годовые удельные эксплуатационные издержки (себестоимость перевозок)

Годовые удельные эксплуатационные издержки (себестоимость перевозок) по транспортной системе:

а) по грузовым перевозкам в расчёте на 1 т·км:

$$\frac{6.660.000 \text{ USD/год}}{2.000.000 \text{ т/год} \cdot 261 \text{ км}} = 0,0128 \text{ USD/т·км.}$$

б) по пассажирским перевозкам в расчёте на 1 пасс.·км:

$$\frac{20.350.000 \text{ USD/год}}{36.080.000 \text{ пасс./год} \cdot 261 \text{ км}} = 0,0022 \text{ USD/пасс.·км}$$

Годовая балансовая прибыль от перевозок

а) Тариф на перевозку грузов струнной транспортной системой установлен на уровне 0,03 USD на 1 т·км. Тогда годовая прибыль от эксплуатации трассы по грузовым перевозкам составит:

$$(0,03 - 0,0128) \text{ USD /т·км} \cdot 2 \text{ млн. т/год} \cdot 261 \text{ км} = 8,98 \text{ млн. USD.}$$

Стоимость провоза 1 т груза, например, по кольцевой трассе (199 км) составит 5,97 USD.

б) Цена пассажирского билета установлена на уровне 0,01 USD на 1 пасс·км. Тогда годовая прибыль от эксплуатации трассы по пассажирским перевозкам составит:

$$(0,01 - 0,0022) \text{ USD/пасс·км} \cdot 36,08 \text{ млн. пасс./год} \cdot 261 \text{ км} = 73,45 \text{ млн. USD}$$

Стоимость проезда 1 пассажира по трассам СТС составит:

Химки («Шереметьево») – Москва (5 км)	- 0,05 USD;
«Домодедово» - Москва (23 км)	- 0,23 USD;
«Внуково» - Москва (13 км)	- 0,13 USD;
«Быково» - Москва (12 км)	- 0,12 USD;
Балашиха – Москва (9 км)	- 0,09 USD;
Кольцевая трасса (199 км)	- 1,99 USD.

Годовая чистая прибыль от перевозок

Рассчитывается с учётом ставки налога на прибыль - 24% от годовой балансовой прибыли и налога на имущество - 2% от балансовой стоимости имущества:

а) по грузовым перевозкам:

$$(1 - 0,24) \cdot 8,98 \text{ млн. USD} - 86,3 \text{ млн. USD} \cdot 0,02 = 5,1 \text{ млн. USD};$$

б) по пассажирским перевозкам:

$$(1 - 0,24) \cdot 73,45 \text{ млн. USD} - 273,3 \text{ млн. USD} \cdot 0,02 = 50,36 \text{ млн. USD.}$$

**Удельные капитальные вложения на 1 км
строительства транспортной системы**

$$K_{\text{уд}} = \frac{359,6 \text{ млн. USD}}{261 \text{ км}} = 1,38 \text{ млн. USD/км}$$

**Срок окупаемости капитальных вложений по чистой прибыли
от эксплуатации трассы**

$$T_{\text{ок}} = \frac{359,6 \text{ млн. USD}}{(5,1 + 50,36) \text{ млн. USD/год}} = 6,48 \text{ года}$$

Рентабельность эксплуатации трассы по чистой прибыли

а) Общая:

$$R_o = \frac{(5,1 + 50,36) \text{ млн. USD/год}}{(6,66 + 20,35) \text{ млн. USD/год}} \cdot 100\% = 205,3\% ;$$

б) По грузовым перевозкам:

$$R_r = \frac{5,1 \text{ млн. USD/год}}{6,66 \text{ млн. USD/год}} \cdot 100\% = 76,6\% ;$$

в) По пассажирским перевозкам:

$$R_{\text{п}} = \frac{50,36 \text{ млн. USD}}{20,35 \text{ млн. USD}} \cdot 100\% = 247,5\% .$$

Так как трасса будет эксплуатироваться преимущественно для пассажирских перевозок, то в анализе будем исследовать зависимости различных технико-экономических показателей только от величины пассажиропотока, а величина годового грузопотока останется неизменной.

На рис. 20 приведена зависимость размера себестоимости пассажирских перевозок от величины годового пассажиропотока. Из графика видно, что даже при снижении пассажиропотока до 7-10 млн. пассажиров в год, себестоимость перевозок останется ниже цены билета.

На рис. 21 показана зависимость величины рентабельности пассажирских перевозок от изменения пассажиропотока.

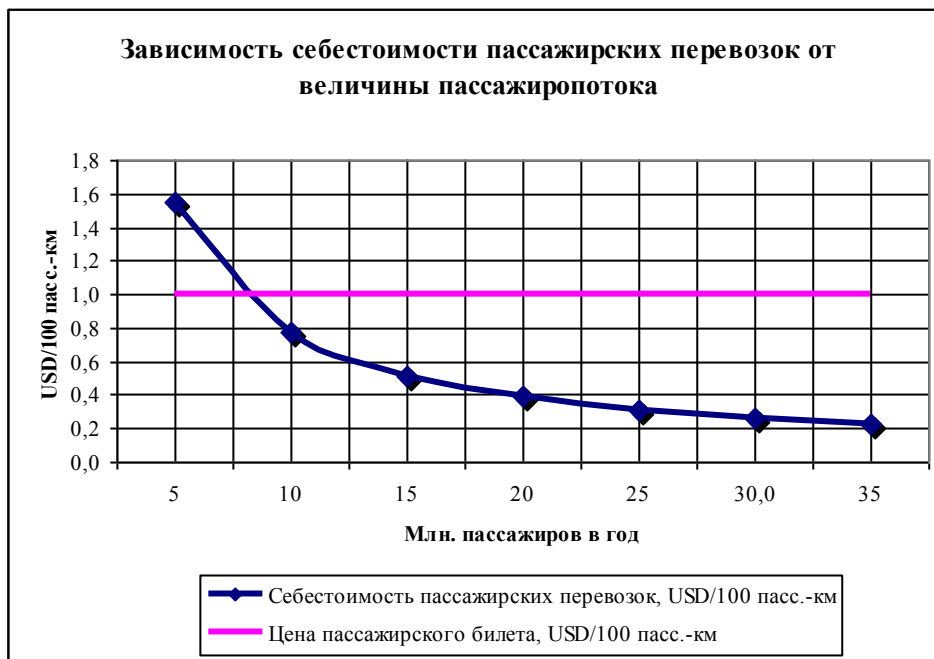


Рис. 20.



Рис. 21

Из рис. 20-21 видно, что критический объем пассажироперевозок по трассе СТС – 9-10 млн. человек в год, что составляет объем пассажирских авиаперевозок Московского авиационного узла в настоящее время.

5. Этапы реализации проекта

Первым этапом реализации проекта станет опытно-промышленная отработка СТС на опытном участке в г.Озёры Московской области с созданием опытных образцов подвижного состава для пассажирских и грузовых перевозок. Протяжённость опытного участка двухпутной трассы СТС – 2,5 км, стоимость – 2,5 млн. USD. Стоимость опытных образцов подвижного состава – 1,2 млн. USD, из них: локомотив – 400 тыс. USD, пассажирский модуль – 500 тыс. USD, грузовой модуль – 300 тыс. USD. Срок создания – 2002 г., испытаний и сертификации – 2002-2004 г.

В 2002 г. могут начаться проектно-изыскательские работы по кольцевой и радиальным трассам СТС, которые завершатся в 2004 г. В 2003-2004 г.г. будут решены вопросы землеотвода под трассу и инфраструктуру.

В 2002-2003 г.г. будет создана опытно-производственная база (1,5 млн. USD), которая позволит разработать и изготовить специальную оснастку, оборудование и отработать серийную технологию строительства путевой структуры СТС. В 2004 г. начнутся строительно-монтажные работы по трассе и будут размещены заказы на изготовление подвижного состава на предприятиях Московской области.

В 2005 г. кольцевая транспортная система «Шереметьево» - «Быково» - «Домодедово» - «Внуково» - «Шереметьево» вступит в строй.

© А.Э. Юницкий
115487, РФ, г.Москва, ул. Садовники, 2
тел./факс: (095) 118-02-38
e-mail: office@unitran.ru
<http://www.unitran.ru>