

Перспективы использования надземных транспортных систем для устойчивого развития экономики Социалистической Республики Вьетнам

1. Транспортно-инфраструктурные проблемы современности

Широкое развитие транспортной инфраструктуры, массовая автомобилизация сегодня — это необъявленная война человечеству. Одни только автомобили ежегодно убивают на планете более миллиона человек, а более десяти миллионов — делают инвалидами и калеками. А сколько людей преждевременно умирает от деградации и загрязнения среды обитания современным транспортом?

При существующих строительных технологиях интенсивно уничтожается плодородная почва. Одни только автомобильные дороги планеты уничтожили почву на территории, превышающей суммарную площадь таких стран, как Германия, Великобритания и Вьетнам. Земля под этим дорогами мертва и не производит кислород, которым мы все дышим. На значительно большей территории, прилегающей к дорогам, почвы загрязнены, деградированы, заболочены или, наоборот, осушены. Выращенные на этих почвах продукты питания вредны для употребления в пищу.

Гумус в почве создавался живой Природой в течение миллионов лет. Плодородная почва, без преувеличения, — главный ресурс земной биосферы, который уничтожается при строительстве традиционных дорог.

Каждая насыпная дорога для ландшафта представляет собой протяжённую низконапорную плотину. Вдоль дороги образуются, с одной стороны, интенсивно подтопляемые, а, с другой, — осушаемые микроландшафты. Повышение уровня грунтовых вод вдоль насыпи приводит к подтоплению, гибели деревьев, смене почвенных комплексов и растительного покрова, смене местообитания животных, образованию болот, замещению природных сред антропогенными.

Одним из основных негативных последствий технократического пути развития цивилизации является всё большее вовлечение в разнообразные технологические процессы невозобновляемых ресурсов планеты. Это металлы, углеводородное сырьё, различные минеральные и иные ресурсы, в том числе экосистемные.

Именно чрезмерная и нерациональная ресурсо- и энергоёмкость мировой экономики и порождает нестабильность развития человечества в XXI веке, в том числе приводит к глобальным проблемам современности. Это — прогрессирующее техногенное изменение природной среды, парниковый эффект, разрушение озонового слоя и глобальные изменения климата, которые приведут к повышению уровня океана и затоплению значительных прибрежных территорий, в том числе и во Вьетнаме.

Для сооружения различного рода строительных объектов, транспортных и энергетических коммуникаций и других инфраструктурных объектов, нерационально используются ежегодно миллиарды тонн минеральных ресурсов и строительных материалов. Для производства этих материалов, их транспортировки к месту использования, а также для дальнейшего эксплуатационного обслуживания построенных объектов дополнительно сжигаются миллиарды тонн невозобновляемого углеводородного сырья — нефти и нефтепродуктов, угля, природного газа. При этом попутно сжигаются миллиарды тонн живительного атмосферного кислорода, взамен которого в атмосферу выбрасывается значительно большее количество экологически опасных, ядовитых, канцерогенных и мутагенных продуктов и отходов сгорания топлива.

Снижение использования ресурсов не на проценты, а на порядок, в том числе энергетической и финансовой ёмкости индустриальных технологий, в первую очередь строительных и транспортных технологий, позволит избежать экономических, сырьевых и энергетических кризисов.

Такое кардинальное снижение потребления ресурсов позволило бы, например, в три раза больше строить за деньги, в три раза меньшие и, тем самым, — повысить уровень и качество жизни населения Земли.

Этим требованиям удовлетворяет инновационная надземная транспортная система «Транснет» на основе струнных технологий инженера Юницкого (СТЮ).

2. Описание и преимущество струнных технологий

СТЮ относится к разновидности рельсового транспорта, путевая структура которого размещена на «втором уровне» — она поднята на обычных и недорогих опорах над поверхностью земли.

Использование в структуре рельса предварительно напряжённой арматуры (струны) позволило значительно снизить материалоемкость и стоимость путевой структуры (см. рис. 1 и 2) надземной транспортной системы.

Рельсо-струнная путевая структура СТЮ проектируется как обычная транспортная эстакада (капитальный мост) с учётом не только российских мостовых нормативов, но и аналогичных нормативов США, ЕС и ООН. При этом она не нуждается в поддерживающих шпалах, щебёночной подушке, земляной насыпи, мостах, путепроводах, виадуках, многоуровневых развязках, водопропускных сооружениях. Их всех заменяют ажурные и дешёвые опоры, установленные через каждые 40—50 метров и более. Более мощные опоры необходимы только через каждые два — три километра. В этих анкерных опорах жёстко закрепляются корпус рельса и концы натянутой арматуры (струн), расположенной внутри корпуса рельса.

Данная рельсо-струнная путевая структура и опоры являются разновидностью давно известных и апробированных в мировом мостостроении традиционных транспортных эстакад с неразрезными пролётными строениями. Благодаря предварительному натяжению на анкерные опоры такие эстакады отличаются на порядок меньшей материалоемкостью и стоимостью при обеспечении высокой скорости строительства.

Запас прочности такой рельсо-струнной путевой структуры аналогичен прочности высокоармированной сталежелезобетонной балки, известной из мировой практики мостостроения, — он десятикратный. В отдельных случаях этот запас стократный, в силу кинематических особенностей работы рельсо-струнной эстакады при воздействии подвижной колёсной нагрузки, в том числе движущейся с высокой скоростью — до 500 км/ч. Таких запасов прочности не имеют традиционные строительные сооружения, в том числе мосты. Для дополнительного повышения ровности и жёсткости путевой структуры, в высокоскоростных системах струнный рельс поддерживается на пролётах неразрезной струнной фермой.

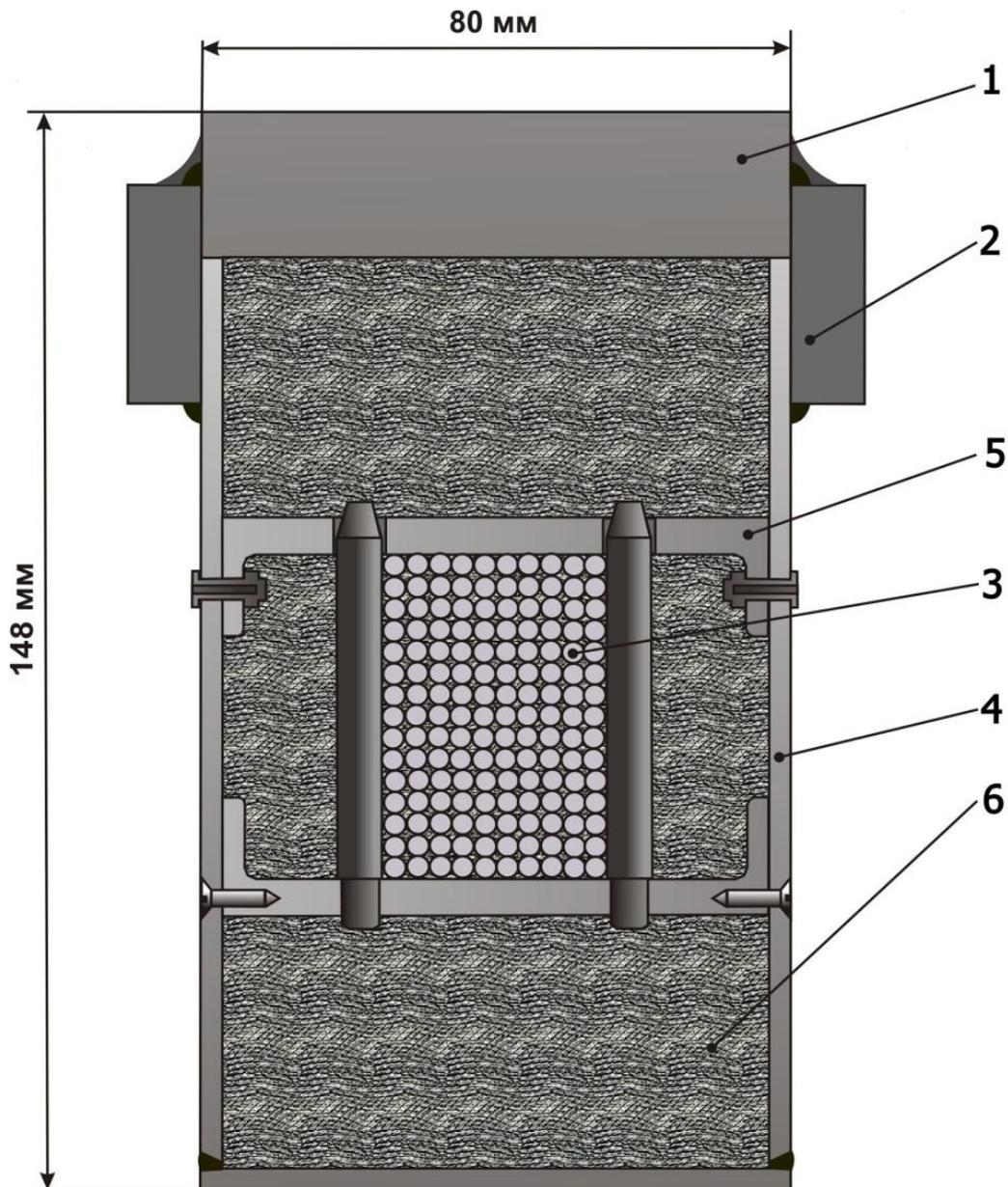


Рис. 1. Конструкция струнного рельса для городского навесного СТЮ в масштабе 1:1 в виде предварительно напряжённой на анкерные опоры сталежелезобетонной балки с верхней и боковыми ездовыми поверхностями (для пролётов 40 м; скорость движения рельсового автомобиля — до 120 км/ч):

- 1 — головка рельса; 2 — боковые щёки; 3 — высокопрочная стальная проволока (струна);
- 4 — стальной корпус; 5 — технологическое крепление струны к корпусу рельса;
- 6 — наполнитель (модифицированный бетон, содержащий пластификатор и ингибитор коррозии).

Масса струнного рельса — 52,6 кг/м (масса стали 33,6 кг/м).

Усилие предварительного натяжения струны — 205 тонн (при 0 °С)

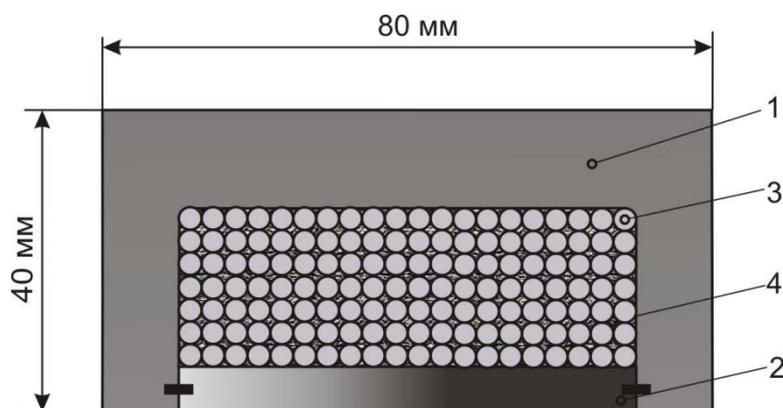


Рис. 2. Конструкция струнного рельса для подвесного СТЮ в масштабе 1:1 в виде предварительно напряжённой на анкерные опоры провисающей ванты с верхней и боковыми ездовыми поверхностями (пролёты до 1000 м; скорость движения рельсового автомобиля в середине пролёта — до 120 км/час):

- 1 — корпус рельса; 2 — дно корпуса; 3 — высокопрочная стальная проволока (струна);
 4 — наполнитель (клеевой композит). Масса рельса — 23,1 кг/м (масса стали 22,6 кг/м).
 Усилие предварительного натяжения струны — 145 тонн (при 0 °С)

Отсутствие в СТЮ земляной насыпи и рельсошпальной решётки, уложенной на щебёночно-песчаную подушку, снижает стоимость дороги «второго уровня» в несколько раз. В десятки раз уменьшается изъятие (уничтожение) почв под дорогу. В сотни, и даже в тысячи раз повышается транспортная безопасность, так как исключаются все помехи движению, приводящие на традиционных наземных дорогах — автомобильных и железных — к авариям и катастрофам.

Подвижной состав в СТЮ — это всегда рельсовый транспортный модуль на стальных колёсах для перевозки пассажиров (юнибус) и грузов (юникар). Юнибус имеет уникальные запатентованные аэродинамические обводы корпуса, свой дизайн и свои особенности эргономики. Например, при скорости 100 м/с (360 км/ч) юнибус по расходу топлива (электрической энергии в эквиваленте) на одного пассажира будет эффективнее поезда высокоскоростной железной дороги примерно в 5 раз. С ростом скорости эта разница будет только увеличиваться.

Конструкция стальных колёс юнибусов и юникаров улучшена в сравнении с устаревшими железнодорожными стандартами. Исключение железнодорожных колёсных пар, их конического опирания на головку рельса, а также гребней на каждом стальном колесе, дают существенные преимущества подвижному составу СТЮ:

- исчезнет «виляние» из стороны в сторону, не будет ударов гребней колёс о головку рельса и связанного с этим шума, что особенно важно при высокоскоростном движении;
- в несколько раз снизятся контактные напряжения и износ рельсов и во столько же раз увеличится срок их службы — до 50 лет и более;
- эффективность качения стального колеса повысится в 1,5—2 раза и во столько же раз снизятся связанные с этим энергетические затраты и шум в сравнении с железной дорогой.

Эффективность стального колеса юнибуса — выше энергетической эффективности магнитного и электромагнитного подвешивания в несколько раз. Например, в сравнении с поездом на магнитной подушке «Трансрапид» разработки компании «Сименс» — в 7 раз. Кроме того, стальное колесо не требует для своего движения предварительной очистки головки рельса от снега и льда, например, при прокладке трассы в горах. Это значительно снизит эксплуатационные издержки на трассе «второго уровня», проходящей в сложных топографических и природно-климатических условиях.

Каждое опорное колесо снабжено противосходной системой (см. рис. 3 и 4), поэтому сход юнибуса с высотной путевой структуры исключён при любой аварийной ситуации, даже, например, в случае разрушения стального колеса.

Юнибусы и сама трасса «второго уровня» могут эксплуатироваться при любом ураганном ветре. Рельсо-струнная путевая структура всепогодна, устойчива к землетрясениям, наводнениям, цунами, проливным дождям, и может быть проложена по любым грунтам.

У СТЮ очень низкая материалоемкость, в том числе у подвижного состава. Например, традиционный железнодорожный поезд сегодня везёт не пассажиров, а в основном самого себя. Современный купейный вагон весом более 60-ти тонн вмещает всего 36 пассажиров общим весом менее 3-х тонн. Причем вагон едет не сам, его тянет локомотив весом более 100 тонн. Поэтому на одного пассажира в таком поезде приходится около 2 тонн массы конструкции. На перевозку этого «железа» и тратится почти вся энергия. Именно это «железо», а не вес пассажира, то есть не полезная нагрузка, изнашивает рельсы, шпалы, щебёночную подушку современных дорог. Именно под эту нагрузку рассчитаны и имеют избыточную материалоемкость и стоимость рельсошпальная решётка и вся железнодорожная инфраструктура, в том числе мосты, путепроводы, эстакады, водопропускные сооружения.

В юнибусах, выполненных с использованием более прогрессивных автомобилестроительных и авиационных технологий, на одного пассажира приходится не более 150—200 килограммов веса конструкции подвижного состава, то есть на порядок меньше, чем на традиционной железной дороге.

Таким образом, СТЮ является в настоящее время самой эффективной транспортной системой в мире. Это, например, видно из сравнения одного из лучших скоростных поездов — поезда TGV производства Франции — со скоростным юнибусом вместимостью 50 пассажиров. При скорости 350 км/ч поезд на 377 пассажиров имеет суммарную мощность привода 13 200 киловатт, или 35 киловатт на одного пассажира, а юнибус — 280 киловатт, или 5,6 киловатт на пассажира, то есть он будет в 6 раз экономичнее. При этом необходимо помнить, что высокоскоростная железная дорога TGV в эстакадном исполнении, с учётом подвижного состава и инфраструктуры, будет стоить более 60 миллионов долларов США за один километр протяжённости, а высокоскоростной СТЮ (скорость до 500 км/ч) — менее 6 миллионов долларов за километр, то есть будет дешевле в 10 и более раз. В некоторых вариантах исполнения облегчённый и менее скоростной СТЮ может стоить и менее 2 миллионов долларов за километр, то есть будет ещё в 3 раз дешевле.

Рельсо-струнная пассажирская надземная транспортная система СТЮ имеет две разновидности исполнения:

навесная, когда многоколёсный юнибус установлен сверху на два струнных рельса (см. рис. 4 и 5). По скоростным режимам разделяется на 5 стандартов: до 100, до 200, до 300, до 400 и до 500 км/час. Провозная способность двухпутной трассы: от 1 тыс. пасс./сутки до 1 млн. пасс./сутки и более (до 400 млн.пасс./год), или от 1 млн.т/год до 250 млн. тонн грузов в год;

- подвесная, когда юнибус подвешен снизу к одному (монорельсовая система) или двум (бирельсовая система; см. рис. 3 и 7) струнным рельсам. Имеет три стандарта по скоростным режимам: до 50, до 100 и до 150 км/час. По грузоподъёмности и пассажироместности подвесной СТЮ имеет 5 стандартов: от 500 кг и 5 пассажиров, до 50 тонн и 100 пассажиров. Провозная способность подвесного СТЮ — такая же, как и навесного СТЮ.

Сферы применения рельсо-струнной транспортной системы:

- пассажирские и грузопассажирские перевозки в городе со скоростью до 150 километров в час (см. рис. 5 и 7);
- грузопассажирские перевозки между городами, регионами и странами со скоростью до 500 километров в час (см. рис. 6);
- специализированные грузовые перевозки в объёме до 250 миллионов тонн грузов в год:
 - ✓ сыпучих грузов: уголь, руда, щебень, строительный песок и др. (см. рис. 8);
 - ✓ жидких грузов: нефть, нефтепродукты, сжиженный газ, высококачественная питьевая вода и др.;
 - ✓ штучных грузов: лес, кирпич, стальной прокат и др., а также различного рода контейнеры.

3. Актуальность использования СТЮ в Республике Вьетнам

При площади Вьетнама в 332,1 тыс. км², более 80% которой занимают горы, численность населения страны составляет около 92 млн. человек, проживающих, в основном, вдоль побережья Южно-Китайского моря. При этом протяжённость страны с севера на юг составляет 1750 км.

Значительная вытянутость Вьетнама в направлении север-юг, предопределяет высокую потребность именно в высокоскоростном транспортном сообщении. Однако, имея относительно небольшой ВВП, республика может позволить себе создание лишь недорогой транспортной инфраструктуры с невысокой ценой проезда по высокоскоростной дороге. Традиционные транспортные системы, обеспечивающие скорости движения порядка 400 км/ч — высокоскоростная железная дорога и поезда на магнитной подушке — ввиду чрезвычайно высоких инвестиционных затрат и эксплуатационных издержек, будут нерентабельными и их придется постоянно дотировать из бюджета.

Для устойчивого и динамичного развития экономики страны в 21-ом веке, протяжённость сети высокоскоростных дорог во Вьетнаме к 2050 г. должна быть порядка 10 тысяч километров, из расчёта — 1 км на 10 тысяч человек населения, или 1 км дорог на 30 квадратных километров территории.

Вьетнам, как и многие другие страны, например, Китай, может взять курс на строительство высокоскоростных железных дорог при прокладке их в насыпи¹ или эстакад для поездов на магнитном подвешивании. Однако такой, традиционный вариант чрезвычайно затратного инфраструктурного развития Вьетнама, будет способствовать снижению темпов развития экономики страны.

¹ На высокоскоростных железных дорогах не только грунт насыпи, но и подстилающие грунты, а это суммарно более 10.000 м³/км, должны быть уплотнены примерно на 10%, иначе не будет обеспечена безопасность движения из-за низкой жёсткости основания. Это превращает земляную насыпь таких дорог в низконапорную плотину, препятствующую движению грунтовых и поверхностных, в том числе паводковых, вод. В свою очередь это приводит, с одной стороны насыпи, к заболачиванию обширных территорий, а, с другой, — к опустыниванию не менее обширных территорий. Такие дороги, к тому же, из-за условий безопасности, требуют двустороннего ограждения — даже крупное животное, вышедшее на путь, может привести к крушению и сходу с рельсов высокоскоростного поезда. Тогда насыпь и ограждение становятся непреодолимой преградой для направленной поперечно дороге миграции диких животных, перемещений домашних животных, людей и сельскохозяйственной техники. В отдельных случаях это может даже привести к исчезновению целых ареалов редких видов растений и животных. Кроме того, например, существуют долгосрочные прогнозы, что Китай, взявший курс на строительство сети высокоскоростных железных дорог с их прокладкой в насыпи, через 20—25 лет столкнётся с проблемами деградации сельского хозяйства по указанным выше причинам. При этом масштабы таких проблем в стране могут быть не меньшими, чем в годы «культурной революции», когда от голода умерло более 10 млн. китайцев.

Объективно необходим другой вариант развития, когда создаётся нетрадиционная, принципиально новая транспортная инфраструктура «второго уровня».

При той же протяжённости высокоскоростной транспортной инфраструктуры — 10 тысяч километров, при тех же скоростных режимах движения — 450 км/час, при том же объёме пассажирских и грузовых перевозок, при том же уровне комфорта и безопасности, Вьетнам достигнет в последнем случае следующих результатов:

Первое. Значительная экономия финансовых ресурсов на стадии строительства: традиционный вариант развития высокоскоростной транспортной инфраструктуры на «втором уровне» для скоростей 450 км/ч потребует вложений порядка одного триллиона долларов, а в случае использования СТЮ — менее 60 миллиардов.

При использовании традиционных высокоскоростных транспортных технологий необходимо будет тратить бюджетные средства, так как инвестор не придёт в заведомо убыточные адресные транспортные и инфраструктурные проекты. А в случае использования СТЮ — адресные проекты на 70—90% могут быть реализованы за счёт частных инвестиций, в том числе зарубежных, а также в форме частно-государственного партнёрства, так как эти инфраструктурные проекты станут высокорентабельными.

Второе. Значительная экономия материально-технических ресурсов: экономия строительных и конструкционных сталей на стадии строительства составит около 40 миллионов тонн, бетона — превысит 200 миллионов кубических метров, земляных работ — более 200 миллионов кубических метров. Экономия различных строительных материалов — щебень, песок, цемент, арматура и др. — суммарно превысит 500 миллионов тонн. Чтобы произвести все эти материалы, перевезти их на большие расстояния к месту строительства и уложить в конструкцию, пришлось бы дополнительно сжечь около 500 миллионов тонн топлива в нефтяном эквиваленте.

Третье. Значительная экономия энергетических мощностей подвижного состава на стадии эксплуатации сети высокоскоростных дорог протяжённостью 10 тысяч километров — около 5 миллионов киловатт. Это позволит экономить ежегодно более 10 миллионов тонн топлива стоимостью более 10 миллиардов долларов. Общая же экономия на эксплуатационных издержках на сети этих дорог превысит 20 миллиардов долларов в год.

Главная экономия — там, где житель Вьетнама заплатил бы за проезд по высокоскоростной железной дороге 2,1 млн. вьетнамских донг (примерно \$100), он сможет проехать по более комфортной наземной транспортной системе СТЮ в 10 раз дешевле, то есть за 210 тыс. донг.



Рис. 5. Двухпутная трасса городского навесного СТЮ (скорость до 150 км/час)



Рис. 6. Двухпутная трасса высокоскоростного СТЮ (скорость до 500 км/час)



Рис. 7. Городские однопутные трассы навесного и подвешного СТЮ, станции которых совмещены с высотным зданием



Рис. 8. Грузовая трасса СТЮ, совмещённая с высоковольтной и низковольтной линиями электропередач и выполненная в логике продуктопровода с внешним канатным приводом для перевозки сыпучих грузов

4. Предложения

4.1. Рассмотреть на заседании Правительства вопрос «О перспективах развития высокоскоростного надземного транспорта в Социалистической Республике Вьетнам» и принять соответствующее решение.

4.2. Разработать по заказу Правительства Вьетнама «Стратегию развития высокоскоростной транспортно-инфраструктурной сети в Социалистической Республике Вьетнам».

4.3. Организовать совместный инвестиционный фонд с участием и использованием, в том числе, гарантий Правительства Социалистической Республики Вьетнам и частных инвестиций.

4.4. Организовать национальную научно-производственную корпорацию «Вьетнам — Транснет» в составе:

- национального сертификационно–испытательного центра «Транснет»;
- сеть национальных сборочных, строительно-монтажных и эксплуатационных компаний «Вьетнам — Транснет».

4.5. Выполнить предпроектные исследования по отдельным грузовым проектам, связанным, прежде всего, с разработкой месторождений полезных ископаемых в труднодоступных местах, а также с модернизацией транспортных систем действующих горнорудных компаний.

4.6. Выполнить предпроектные исследования по повышению пропускной способности действующих железных дорог, путём переноса пассажирских перевозок на безопасный «второй уровень».

4.7. Выполнить предпроектные и проектные работы по высокоскоростной (до 450 км/час) рельсо-струнной надземной транспортной системе «Ханой — Хошимин».

4.8. Выполнять предпроектные исследования по отдельным проектам, связанным как с реализацией стратегии, так и по отдельным договорам с заказчиками.

Юницкий А. Э.,
генеральный конструктор струнных технологий
г. Москва, 07.10.2012 г.