

Совершенствование транспортной системы Индии (на примере пассажирских перевозок) путём внедрения транспортно-инфраструктурных решений Unitsky String Technologies

*А.Э. Юницкий, А.Г. Климков, Е.Н. Власовец, О.В. Кулик
ЗАО «Струнные технологии», Минск, Беларусь*

Введение

Индия является одной из стран с растущей экономикой, численность населения которой ежегодно увеличивается в среднем более чем на 1 % и уже обошла Китай по этому показателю [1]. В стране стремительными темпами развивается транспортная отрасль; в частности, Индия является одной из самых загруженных стран мира с точки зрения дорожного движения. Так, автомобильная промышленность этой страны ещё в 2017 году стала четвертой по величине в мире [2].

Вместе с тем, с ростом экономики и численности населения в стране всё более актуальными являются проблемы, связанные с функционированием транспортной отрасли.

Одной из проблем для транспортной системы Индии является рост количества транспортных средств и дорожного трафика (в среднем из расчёта 7–10% в год) [3], в связи с чем модернизация транспортной сети (увеличение протяжённости дорог с твёрдым покрытием, улучшение их качества, строительство новых дорог на отдалённых/труднодоступных территориях) не может удовлетворить указанные темпы роста.

Кроме того, особо острой проблемой для экономики страны является экология и экологическое загрязнение. Согласно [4], Индия занимает первое место среди азиатских стран по уровню загрязнения окружающей среды, при этом из-за болезней, вызванных загрязнением, каждый год умирают более 1 млн человек. При этом растущее число автомобилей в целом провоцирует дальнейшее загрязнение окружающей среды: на долю «чистых» электромобилей BEV («Battery Electric Vehicle») на индийском рынке по итогам рекордного 2022 г. приходилось лишь 1,3 % [5]. Согласно [3], только на выбросы автомобильного транспорта приходится около 72 % общего загрязнения воздуха в г. Дели, в то время как на сжигание ископаемого топлива приходится более 80 % выбросов углекислого газа в столице страны. Кроме того, к повышению уровня автомобильных выбросов и шумового загрязнения в стране приводят высокий уровень загруженности дорог, ограниченная мультимодальная интеграция, низкое качество общественных транспортных систем и тротуаров, отсутствие велосипедных дорожек [6].

Таким образом, страна нуждается в научно-технических/инновационных решениях для транспортной отрасли, внедрение которых позволит: а) улучшить экологическую ситуацию с обеспечением роста производительности труда, качества, скорости перевозок, соответствующей инфраструктурной обеспеченности, сохранением доступности грузопассажирских перевозок; б) выступить транспортной отрасли драйвером развития национальной экономики.

Гипотеза

В условиях Индии инновационные технологии и решения Unitsky String Technologies (uST) актуальны и могут быть рекомендованы к внедрению в действующую транспортную систему (применительно к настоящему исследованию – в пассажирских перевозках) и иметь значимый социально-экономический эффект.

Методы исследования

В настоящей статье использованы теоретические методы исследования (анализ, синтез, классификация, дедукция, индукция, обобщение) и статистические методы анализа данных (метод сравнения средних, факторный анализ).

Результаты проведённого анализа

Ниже приведена динамика развития экономики Индии за период с 1980 г. в сравнении с ведущими мировыми державами – США и Китаем – по показателю величины ВВП в текущих ценах.

В частности, исходя из рисунка 1 следует, что вклад экономики Индии в общемировой ВВП в XXI веке постоянно растёт (со значения в 1,38 % в 2000 г. до 3,35 % в 2022 г.). Среднегодовой темп прироста ВВП (в текущих ценах) достиг своего пика в период 2000–2010 гг. (в среднем более 25 % в год), при этом за последние 5 лет он приблизился и в пандемийные (и послепандемийные) 2020–2022 годы превысил аналогичные темпы прироста Китая (рисунки 2).

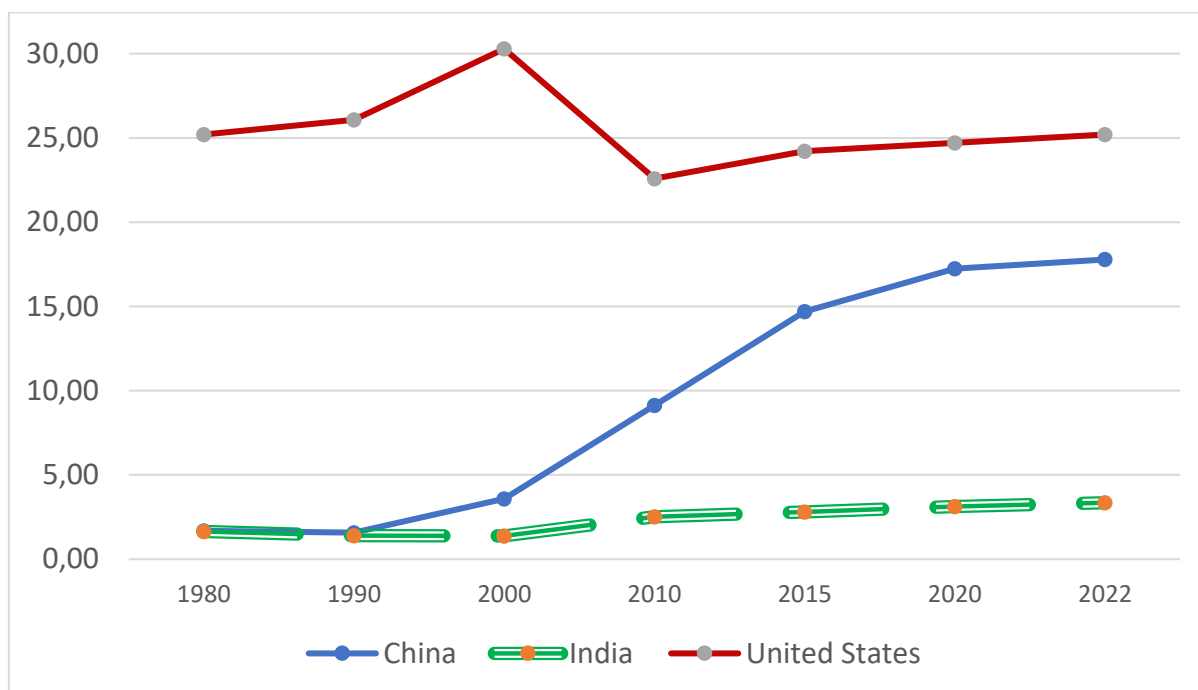


Рисунок 1 – График динамики доли экономик стран в общемировом ВВП (в текущих ценах) в 1980–2022 гг., %

Составлено на основе данных [1]

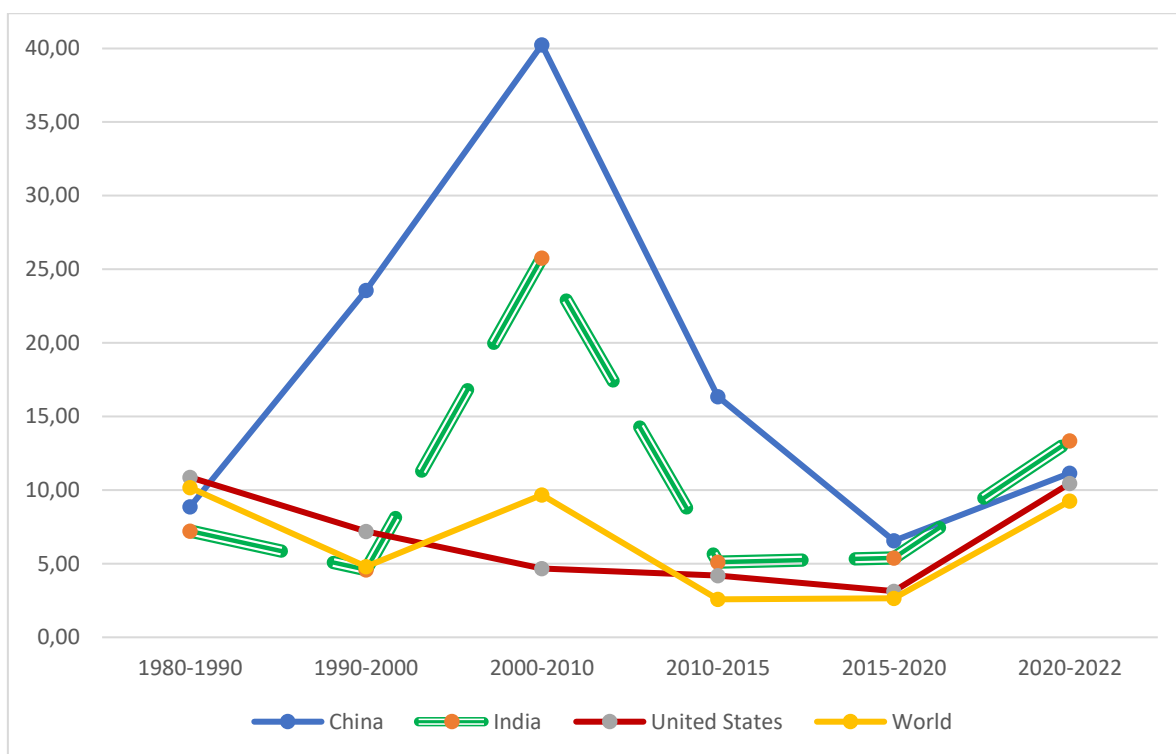


Рисунок 2 – График динамики среднегодового темпа прироста ВВП (в текущих ценах) по отдельным странам в 1980–2022 гг., %

Составлено на основе данных [1]

Одним из факторов и следствием указанного роста экономики страны за указанный период в целом является увеличение численности населения страны с 1,15 млрд чел. в 2005 г. до 1,42 млрд чел. в 2022 (прирост в среднем более чем на 1 % ежегодно) [1].

Таким образом, Индия постепенно превращается в одного из мировых лидеров экономического развития. Значимую роль в росте национальной экономики занимает транспортная отрасль [7].

В то же время, результаты проведённого анализа в части функционирования транспортной системы страны показали, что:

- индийская экономика крайне энергозависима (импортируется до 75 % потребляемой нефти);

- только за последние 20 лет число автотранспортных средств на 100 км национальных дорог увеличилось в 3 раза;

- ожидается, что к 2050 г. общее число автомобилей в стране увеличится ещё в 2 раза при прогнозируемом росте численности населения за данный период на 15 %;

- стремительное развитие автомобильного транспорта в целом за последние 30 лет опережает аналогичные темпы развития ж/д транспорта и связанных с ним перевозок [7].

Кроме того, рост численности населения и количества автотранспортных средств выступает отрицательным фактором роста количества погибших в результате ДТП (около 150 тыс. чел. ежегодно, или в среднем 1 чел. на 10 тыс. жителей; даже несмотря на пандемийные годы и снижение уровня транспортной активности (мобильности) цифра выросла со 150 до 154 тыс. чел. с 2016 по 2021 годы), что является крайне серьёзной проблемой для индийской транспортной системы и экономики в целом [8].

В этой связи «...доминирование автомобильного транспорта в четвертой экономике мира с огромным населением породило угрозу транспортного коллапса и проблемы, связанные с экологией и отчуждением земель под новое дорожное строительство» [7, стр. 33].

О технологии (преимуществах) uST и их возможном использовании в транспортной отрасли Индии

Развитие транспортной отрасли в Индии должно соответствовать современным мировым тенденциям и требованиям, предъявляемым к транспортным технологиям: автоматизация, электрификация, безопасность во всех её аспектах, в том числе экологическая, а также экономическая, ресурсная эффективность и т. д. В значительной степени решением обозначенных выше транспортных проблем Индии может стать применение инновационных транспортно-инфраструктурных комплексов uST, логика работы которых гармонично вписывается в мировые тенденции развития транспорта.

В целом, uST является комплексным инфраструктурным решением на основе инженерных разработок и ноу-хау белорусского учёного, инженера-изобретателя А.Э. Юницкого, базирующемся на использовании запатентованных технологий струнного рельса и предварительно напряжённой рельсо-струнной транспортной эстакады, по которой в автоматизированном режиме управления перемещаются рельсовые навесные или подвесные электромобили-беспилотники на стальных колёсах, получившие название юнимобиль. В общем виде состав комплекса uST представлен на рисунке 3 на примере подвесных юнимобилей.

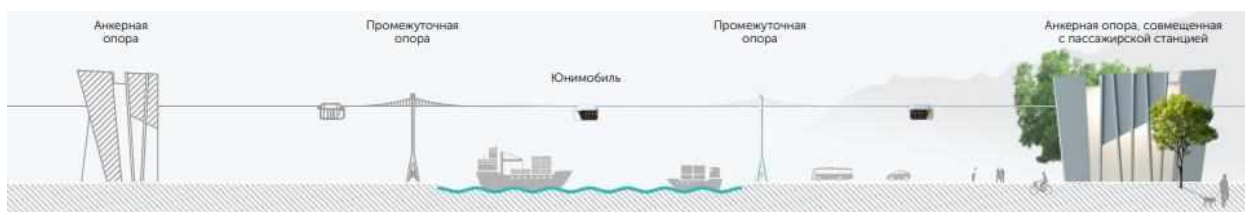


Рисунок 3 – Схематическое представление состава комплекса uST

Транспортно-инфраструктурные комплексы uST имеют широкую сферу применения и могут использоваться для решения различных транспортных задач (в т. ч. и на территории Индии) благодаря:

- уникальным конструктивным особенностям;
- экономической и экологической эффективности;
- возможности интегрирования в существующие объекты транспортной инфраструктуры (аэропорты, железнодорожные вокзалы), связывая их элементы между собой (терминалы, посадочные платформы);
- создания в регионе новых грузопассажирских маршрутных сетей (маршрутов, системы в целом), в т. ч. в труднодоступных территориях, и проч. [9].

Благодаря конструктивным особенностям применение комплексов uST позволяет решать различные транспортные проблемы, в т. ч. связанные с перемещением на местностях со сложными природно-климатическими условиями, где традиционный транспорт не может быть реализован либо его организация проблематична без дополнительных искусственных сооружений за счёт безопасных пролётов большой длины [9].




В настоящее время компанией-разработчиком (ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Беларусь) реализован ряд коммерческих проектов в Беларуси и ОАЭ, включая 2 испытательных центра технологии в данных странах, где на постоянной основе осуществляется опытное тестирование комплексов различных типов в различных природно-климатических условиях. Также в настоящее время в ряде стран (регионов) реализовываются коммерческие проекты, связанные с проектированием и строительством транспортно-инфраструктурных решений uST.

Одним из существенных преимуществ применения данных инновационных транспортных решений по сравнению с традиционными для отрасли являются низкие капитальные затраты на строительство таких комплексов. В частности, они зависят от конкретных параметров, закладываемых по проекту: производительности (скорость движения, интервал движения); конструктивных особенностей комплекса (длина пролётов,

количество и высота опор); особенностей местоположения (рельеф местности, наличие гор, водных препятствий и иное); природно-климатических условий; уровня развития региона и транспортной доступности внутри него; доступности ресурсов и рабочей силы на рынке и т.д. В целом, исходя из практики строительства транспортно-инфраструктурных решений uST разработчиком величина капитальных затрат на 1 км объекта составляет от 7 до 15 млн долл. за 1 км.

В таблице 1 приведено сопоставление усреднённой минимальной стоимости строительства 1 км транспортно-инфраструктурных линий (решений) при прочих равных условиях.

Таблица 1 – Сопоставление минимальной стоимости строительства 1 км транспортно-инфраструктурных решений ([10–14])

Тип транспорта (решения)	Мост (автомобильный) на 4-6 полос	Метро	Монорельсовый транспорт	Легкорельсовый транспорт	Канатная дорога	Подвесной струнный транспорт uST
Фото						
Минимальная стоимость строительства 1 км, млн долл.	от 100	от 100	от 50	от 50	от 10	от 7

В научных трудах учёного, изобретателя и генерального конструктора ЗАО «Струнные технологии» А.Э. Юницкого [9, 15] приводится комплексное обоснование преимуществ применения (в т. ч. более низкой величины капитальных затрат) технологии струнного транспорта перед традиционными решениями.

Помимо капитальных затрат на строительство, эффективность комплексов uST по сравнению с традиционными решениями характеризуются:

- низким энергопотреблением (в 2–3 раза ниже по сравнению с традиционными видами транспорта, использующими стальные колёса или магнитную подушку, и 5–7 раз ниже по сравнению с автомобильным транспортом);
- сниженной себестоимостью перевозок;
- минимальным землеотводом под строительство (0,05–0,1 га/1км трассы, что требует в 30–50 раз меньше земли, чем для строительства железнодорожных или автомобильных магистралей аналогичной производительности);
- продолжительным гарантийным сроком эксплуатации до капитального ремонта (эстакады – от 50 лет, подвижного состава – от 25);
- оперативностью и низкими затратами ресурсов для интеграции в действующую городскую и информационно-коммуникационную инфраструктуру ([9, 15, 16]).

Более инновационные по сравнению с традиционными решениями в транспортной отрасли (применительно к пассажирским перевозкам), которые к настоящему нашли широкое практическое применение (автоматизированные системы пассажирского транспорта, или Automated People Mover (APM), Light Rail / Tram Cars/ Tram-Trains и др.),

имеют ряд существенных недостатков, в том числе влияющих на высокую стоимость строительства. Среди них – необходимость строительства массивных железобетонных эстакад, дорогостоящих единиц подвижного состава, выделения полос движения на земле и т. д.

В настоящем исследовании представлено 4 концептуальных примера возможного интегрирования решений uST подвешенного типа (в части пассажирских перевозок) в действующую транспортную инфраструктуру Индии.

1. Создание на базе Международного аэропорта имени Чатрапати Шиваджи (Мумбаи) транспортного сообщения между двумя действующими терминалами, расположенными на расстоянии 3,5 км друг от друга.

Проведённый анализ рейтинга крупнейших аэропортов мира, начиная с 2015 г. по критерию пассажиропотока, позволяет относить Индию наряду с США, Китаем и иными ведущими странами к числу имеющих наиболее крупные аэропорты. В частности, аэропорт имени Чатрапати Шиваджи (Мумбаи) относится к числу двух крупнейших аэропортов Индии (наряду с Indira Gandhi International Airport, Дели) и входит в топ-30 крупнейших мировых аэропортов [17].

В настоящее время транспортное сообщение между двумя терминалами аэропорта, один из которых обслуживает только внутренние рейсы, второй — и внутренние, и международные, осуществляют бесплатные автобусы/шаттлы (средняя продолжительность поездки — 15 минут). При этом одна из основных проблем для рассматриваемого аэропорта – обеспечение быстрой пересадки транзитных пассажиров и перемещение багажа между терминалами аэропорта. Длительное перемещение пассажиров и багажа между данными терминалами ввиду отсутствия эффективного транспортного сообщения приводит к задержкам вылетающих рейсов, сокращению слотов для прибывающих рейсов, количества взлётно-посадочных полос, что не позволяет аэропорту работать с максимальной эффективностью [18].

Транспортное сообщение между рассматриваемыми терминалами аэропорта может быть усовершенствовано путём строительства рельсо-струнной эстакады uST с возведением пассажирских станций и возможностью их интеграции в здания уже действующих терминалов.

При этом, проведённые расчёты, а также показатели опытной эксплуатации внедрённых проектов uST позволяют сделать вывод, что всего лишь одной единицей транспортного средства (8-местный подвешенный юнимобиль) может быть обеспечен пассажиропоток в количестве 1 500 человек в сутки, перемещающийся между двумя терминалами. Количество единиц подвижного состава может быть оптимизировано исходя из загруженности терминала в часы пиковой нагрузки, среднего количества пассажиров за поездку, пассажиропотока и т. д. Расчётное время в пути от начальной до конечной станции, благодаря конструктивным особенностям комплекса и техническим характеристикам, составит около 3-х минут, при этом в целом оно не изменится и в наиболее загруженные интервалы. Таким образом, указанное время передвижения между терминалами в 5 раз ниже по сравнению с нынешним (около 15 минут), что также позволит создать для пассажиров значимый совокупный эффект в виде экономии времени (использован стоимостной подход к оценке сэкономленного времени пассажиров исходя из величины средней заработной платы в Индии) величиной около 4 тыс. долл. США в день, или более 1 млн долл. США в год, а также повысить комфорт и создать «ваку-эффект» на основе внедрения инновационной технологии.

Для расчёта указанной величины использованы следующие данные:

- пассажиропоток аэропорта за год – около 20 млн чел. [18], или около 55 тыс. чел. в сутки;

- прогнозируемый среднесуточный пассажиропоток (перемещение между двумя действующими терминалами аэропорта) с использованием подвешенных юнимобилей – расчётная величина 10 % от суточного пассажиропотока аэропорта, или 5,5 тыс. чел.;

- средняя величина заработной платы в Индии – 7000 долл. США в год [1, 19].

В этой связи можно предположить о возможности организации движения беспилотного электротранспорта uST по территории аэропорта по льготному или бесплатному для пассажиров тарифу (так же, как это осуществляется на данный момент). Затраты заказчика на строительство и обслуживание комплекса будут компенсированы полученным социально-экономическим эффектом, описанным выше, а также «вау-эффектом» и повышением имиджа для региона (страны) на мировом уровне от внедрения прорывной технологии uST. Таким образом, реализация подобного проекта может иметь стратегическое значение не только для функционирования самого аэропорта, оптимизации пассажиропотока и т.д., но и для экономики всего региона (Индии в целом).

Визуализация представленного маршрута приведена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Визуализация транспортной линии uST между двумя действующими терминалами (Международный аэропорт имени Чатрапати Шиваджи (Мумбаи))

2. Комплекс uST как связующее транспортное звено между аэропортами и объектами существующей транспортной инфраструктуры городских агломераций (путём соединения Международного аэропорта имени шейха Уль-Алама города Сринагар с железнодорожным вокзалом Сринагар).

Аэропорт Сринагар занимает лидирующие позиции среди аэропортов страны в категории 2–5 миллионов пассажиров в год в области удовлетворённости пассажиров, которые определяются исходя из различных показателей (транспортное сообщение до/из аэропорта, регистрация, уровень безопасности, наличие объектов коммерческой инфраструктуры) [20]. В этой связи усовершенствованию различных аспектов деятельности аэропорта руководством и властями региона уделяется особое внимание.

Вместе с тем, в настоящее время транспортное сообщение между аэропортом и городом Сринагар представлено автобусами и шаттлами, которые являются наиболее доступными для пассажиров средствами передвижения, при этом имеют определённые недостатки: частая нехватка билетов ввиду загруженности маршрута, переполненность автобусов, отсутствие дополнительного места для багажа, длительное время поездки ввиду частых заторов на дорогах в час пик и т.п.

Исходя из сложившейся дорожно-транспортной обстановки, можно предположить, что создание комплекса uST, позволяющего переместить движение на второй уровень, позволит добиться не только повышения комфорта и качества оказываемых транспортных услуг, но и улучшить транспортно-логистическую цепочку региона, не увеличивая количество наземного автотранспорта, при этом существенно снизив время, проведённое в пути для пассажиров, осуществляющих перелёты.

В частности, аэропорт и железнодорожный вокзал могут быть связаны однопутной или двухпутной (в случае необходимости обеспечения более высокой производительности

комплекса) путевой структурой с возможностью интеграции пассажирских станций в уже существующие здания транспортной инфраструктуры.

В рамках рассматриваемого варианта технические особенности комплекса uST позволят преодолеть расстояние между объектами в 9 км менее чем за 7 минут .

Для сравнения, в настоящее время с этой целью требуется:

- не менее 20 минут при перемещении на такси;
- с учётом интервальности движения и времени ожидания на остановочных пунктах – до 60 минут [21].

В зависимости от пассажиропотока и загруженности маршрута перемещение юнимобилей может осуществляться один раз каждые 1–2 минуты и менее, что является значительным конкурентным преимуществом относительно существующих способов передвижения.

Комплекс uST отличается высокой производительностью (всего 5 юнимобилей на данном маршруте при должном уровне оптимизации способны перевезти более 7 000 пассажиров в сутки, что сопоставимо со средним пассажиропотоком аэропорта в целом (около 8 тыс. чел. в сутки [20]). При необходимости увеличения пропускной способности транспортной сети интервал движения может быть сокращён, что позволит повысить производительность комплекса в целом без дополнительных капитальных вложений.

На основе представленной информации, по аналогии с расчётами на примере аэропорта имени Чатрапати Шиваджи (Мумбаи) совокупный эффект в виде экономии времени за год может достигнуть 3 млн долл. США.

Ввиду оптимальной величины затрат на транспортную работу, составляющих основу операционных затрат в рамках реализации данного проекта, возможна организация проезда по маршруту «Международный аэропорт имени шейха Уль-Алама города Сринагар – Железнодорожный вокзал Сринагар» на юнимобилях uST по сниженной цене проездного билета в сравнении с существующими способами транспортного сообщения от аэропорта до вокзала с сохранением экономической привлекательности данного проекта для инвестора.

Вариант визуализации представленного маршрута приведен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Визуализация транспортной линии uST между аэропортом имени шейха Уль-Алама города Сринагар и железнодорожным вокзалом Сринагар

3. Применение подвесных комплексов uST в качестве альтернативы наземным видам внутригородского общественного транспорта (метро, трамвай, монорельс) на примере внедрения в существующую систему общественного транспорта города Варангала.

Стремительное развитие и урбанизация региона, рост численности населения и количества транспортных средств приводят к проблемам загруженности дорог в городских районах, росту ДТП и загрязнению воздуха и приводят к необходимости создания транспортных решений нового поколения.

Варангал включён в число 100 городов в качестве "Smart City", что даёт ему право на получение дополнительных инвестиций для развития городской инфраструктуры для

комфортного, экологичного и безопасного проживания населения в рамках миссии "Smart City" [22]. В то же время, с целью решения транспортных проблем и заторов на дорогах правительство штата реализовывает проект «Metro Neo» – система скоростного автобусного транспорта, где только часть маршрута будет пролегать на втором уровне над землёй [23]. Стоимость проекта ориентировочно составляет 135 млн долл. США.

В качестве альтернативы предлагается рассмотреть решение uST (маршрут, расстояние в точности соответствуют проекту «Metro Neo») по созданию маршрутной сети эстакадного типа протяжённостью 15 км, соединяющей железнодорожные вокзалы городов Варангал и Казипет с городом Ханамконде (визуализация приведена на рисунке 6) с возможностью обеспечения пропускной способности до 15 000 пассажиров в час в одном направлении.

Соответствующее всем параметрам концепции "Smart City", решение uST экономичнее (при стоимости комплексов uST от 5 млн долл. США за 1 км экономия финансовых средств по сравнению с проектом «Metro Neo» составит до 60 млн долл. США), рациональнее и экологичнее с точки зрения использования земли и безопаснее, так как весь маршрут пролегает на втором уровне (над землёй).



Рисунок 6 – Вариант визуализации проекта маршрутной сети uST подвесного типа Варангал-Ханамконде-Казипет протяжённостью 15 км

В результате, транспортно-инфраструктурное решение uST:

- позволит не только решить проблему заторов, но и обеспечить современную и эффективную систему общественного транспорта в рассматриваемом регионе;
- может быть интегрировано в существующую пассажирскую маршрутную сеть, тем самым расширяя и совершенствуя действующую в регионе транспортную систему.

4. Создание транспортных решений uST для туристической отрасли Индии.

Индустрия туризма в Индии является одной из самых быстрорастущих в мире [1, 24]. Вместе с тем, многие туристические места (регионы) в стране остаются малоразвитыми и труднодоступными: отдалённость от основных транспортных магистралей и отсутствие развитой инфраструктуры являются основными препятствиями для развития туризма. В этой связи страна недополучает своих туристов, выручку (прибыль), налоговые поступления в бюджет и т. д.

В то же время, благодаря ряду описанных выше конструктивных преимуществ uST могут использоваться как средство обеспечения транспортной доступности гостиничных комплексов, таунхаусов, гостевых домов и т. д., находящихся на удалении от основных транспортных магистралей, а также размещённых на острове либо в труднопроходимом месте, организовав бесперебойное транспортное сообщение, не нарушая ландшафта.

На базе технических решений uST возможно создание туристических маршрутов вдоль побережья, которые могут быть соединены с уже существующими транспортными объектами и крупными магистралями. Основная цель в данном случае – повышение транспортной доступности прибывающих туристов, доставка до мест размещения без пересадок (гостиницы, поселения), а также организация обзорных экскурсий в рамках путешествий по стране.

Примером применения транспортно-инфраструктурного комплекса uST в туристической сфере Индии может послужить маршрут в штате Гоа.

Туристы, прибывающие в открытый в конце 2022 г. аэропорт Манохар и на железнодорожный вокзал, получают возможность быстро и комфортно (время в пути до 15 минут) добраться до отелей, а также других мест отдыха, расположенных на побережье (в т. ч. не развитых в настоящее время с точки зрения транспортной составляющей), не используя при этом дополнительных видов транспорта. Расстояние от аэропорта до таких туристических объектов в среднем составляет от 15 до 25 км. Предполагаемый пассажиропоток по наиболее популярным маршрутам (туристическим курортам на Гоа) региона составляет до 1 000 пасс в день. Визуализация представленных решений приведена на рисунке 7.





Рисунок 7 – Варианты визуализации создания транспортно-инфраструктурных решений uST для туристической отрасли Индии (на примере штата Гоа)

В результате, предлагаемые решения транспортных проблем курортных регионов Индии (на примере Гоа) послужат развитию туристического потенциала страны и уникальных, но недостаточно популярных её территорий.

Таким образом, приведённые 4 концептуальных примера возможного интегрирования решений uST в действующую транспортную инфраструктуру Индии (применительно к пассажирским перевозкам) представляют собой лишь незначительную часть возможностей и перспектив от предложенного инструмента для масштабов всей страны и её отдельно взятых отраслей.

Обоснование социально-экономического эффекта от применения транспортно-инфраструктурных решений uST в условиях индийской экономики.

С учётом представленной информации применение решений, основанных на использовании технологий струнного транспорта в Индии – страны с растущей и одной наиболее динамично развивающихся экономик мира – повлечёт за собой социально-экономический эффект, сформулированный в таблице 2.

Таблица 2 – Социально-экономический эффект от применения транспортно-инфраструктурных решений uST в условиях индийской экономики

№, эффект для экономики	Краткое обоснование
1. Модернизация транспортной инфраструктуры	Возможность модернизации транспортной инфраструктуры с минимизацией затрат (финансовых, людских) на создание и текущее функционирование транспортной системы
2. Экономия, связанная с минимизацией эксплуатационных затрат	Экономия по сравнению с традиционными транспортными системами обеспечивается за счёт низкого энергопотребления, улучшенных аэродинамических и ряда иных технических характеристик. Экономия энергии (топлива) одним юнимобилем за 25 лет эксплуатации в денежном эквиваленте по сравнению с традиционными рельсовыми/колёсными транспортными средствами может превышать 1 млн долл. США

3. Улучшение экологической составляющей	Замедление темпов роста загрязнения окружающей среды за счёт перехода от использования ДВС к электроприводу, отказа от земляных насыпей, асфальта и пневматических шин (в пользу стальных колёс, движущихся по рельсам), а также организация движения транспортных средств на «втором уровне» (над поверхностью земли) с сохранением натурального ландшафта, биогеоценоза и биоразнообразия прилегающей территории
4. Повышение уровня мобильности населения	Достигается благодаря высокой производительности комплекса (до 50 тыс. чел./час с адаптацией под пассажиропоток в часы пик), скорости перевозок (выше традиционных видов транспорта), введения в оборот новых маршрутов
5. Повышение инвестиционной и туристической привлекательности страны и её регионов	Будет достигнута за счёт внедрения прорывных «зелёных» технологий, развития транспортной инфраструктуры и улучшения транспортной доступности (создание новых объектов коммерческого и социально-общественного назначения), в т. ч. за счёт создания новых маршрутов через труднодоступные и новые территории
6. Драйвер дальнейшего роста экономики	Увеличение притока иностранных инвестиций и числа туристов, создание новых возможностей для развития бизнеса и экономики в целом, в т. ч. в различных секторах экономики (обрабатывающая и добывающая промышленность, металлургия, электроника, связь и др.)
7. Повышение качества жизни	Будет достигнуто благодаря возможности быстрого и безопасного перемещения пассажиров и грузов; население при этом получит доступ к необходимым дополнительным услугам и инфраструктурным объектам (в т. ч. построенных «с нуля»)
8. Улучшение существующей дорожно-транспортной обстановки	Уменьшение количества заторов на дороге, особенно в часы пик; минимизация (снижение практически до нуля) уровня аварийности и летальных исходов за счёт поднятия рельсо-струнной путевой структуры uST над землёй и функционирования автоматизированной системы управления, наличия противосходной системы
9. Создание новых рабочих мест	Будет обеспечено в рамках строительства каждого отдельно взятого коммерческого uST (в среднем из расчёта не менее 20 чел. на функционирование проекта/маршрута с соответствующей инфраструктурой)

Выводы

Результаты проведённого исследования показали, что на современном этапе развития индийской экономики (рост численности населения и ВВП; повышение уровня транспортной активности, загрязнение окружающей среды, наносимый транспортом ущерб экономике и др.) инновационные технологии и решения uST актуальны и могут быть рекомендованы к внедрению в действующую транспортную систему/инфраструктуру (на примере пассажирских перевозок и конкретно приведённых примеров) со значимым социально-экономическим эффектом по различным направлениям. При этом для Индии как страны со стремительно растущей экономикой и наибольшей на планете численностью населения, применение предложенных технологий uST может послужить драйвером дальнейшего развития.

В рамках продолжения научных исследований по указанной тематике актуальны и планируются:

- выработка научно обоснованных предложений/рекомендаций по применению решений uST на примере высокоскоростных и грузовых перевозок в стране и её регионах;
- выработка для инвесторов критериев и соответствующего методического подхода к оценке выбора типа транспортной системы (навесная, подвесная, городская скоростная, междугородная высокоскоростная, грузовая и др.), наиболее целесообразной к строительству в том или ином регионе в имеющихся условиях (географических, социокультурных, финансово-юридических, геополитических и иных).

Список использованных источников.

1. <https://data.worldbank.org/country/india>
2. <https://www.statista.com/topics/5982/road-accidents-in-india/#topicOverview>
3. <https://www.ijtsrd.com/papers/ijtsrd74.pdf>
4. <https://aqli.epic.uchicago.edu/reports/>
5. <https://www.autopundit.com/post/cy2022-indian-battery-electric-vehicle-industry-analysis>
6. https://www.teriin.org/sites/default/files/2020-05/behavioural-effects-covid19_0.pdf
7. [https://cyberleninka.ru/article/n/transport-indii#:~:text=на%20автомобильный%20транспорт%20приходится%2086,---%200%2C08%25\)3](https://cyberleninka.ru/article/n/transport-indii#:~:text=на%20автомобильный%20транспорт%20приходится%2086,---%200%2C08%25)3)
8. https://morth.nic.in/sites/default/files/RA_2021_Compressed.pdf
9. Unitsky A. String Transport Systems: on Earth and in Space. Silakrogs: PNB Print; 2019:560. (https://unitsky.engineer/assets/files/shares/2019/2019_26en.pdf)
10. <https://www.monorails.org/tMspages/HowMuch.html>
11. <https://www.railway-technology.com/projects/nice-trams/#catfish>https://wiki5.ru/wiki/Dijon_tramway
12. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/20/13560>
13. <https://futuresoutheastasia.com/comparison-of-first-metro-lines-in-asia/>
14. <https://stroyone.com/bridge/bridge-construction-cost.html>
15. Unitsky A. Transport Complex SkyWay in Questions and Answers. 100 Questions – 100 Answers. Available at URL: https://unitsky.engineer/assets/files/shares/2016/2016_98.pdf (Accessed: 22.11.2023). (In Russ.).
16. Transport & Infrastructure Solutions of Unitsky String Technologies Inc. Available at URL: <https://ust.inc/?lang=en> (Accessed: 22.11.2023). (In Russ.).
17. <https://aci.aero/2022/07/25/final-data-released-top-20-busiest-airports-confirmed/>
18. <https://timesproperty.com/news/post/guide-to-chhatrapati-shivaji-maharaj-international-airport-blid5078>
19. https://www.glassdoor.co.in/Salaries/india-salary-SRCH_KO0,5.htm#:~:text=India%20Salaries%20in%20India&text=The%20average%20salary%20for%20India,by%20India%20employees%20in%20India
20. <https://www.srinagarairport.com/>
21. <https://www.aai.aero/en/airports/srinagar>
22. <https://www.mygov.in/group-issue/smart-city-warangal-vision-city/>
23. <https://propertyadviser.in/news/real-estate/government-plans-to-get-advanced-neo-technology-for-warangal-metro-1278>
24. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13547860.2021.1923240>

Благодарности. Авторы выражают признательность за помощь в подготовке материала специалистам научно-инжиниринговой компании ЗАО «Струнные технологии», его доработке и опубликовании – творческому коллективу научного издания.