



Влияние скоростного городского транспорта на системы расселения



Мария ФЁДОРОВА

Maria V. FEDOROVA

The Impact of Urban Mass Rapid Transit on Urbanized Regions
(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 30)

Автором выделены основные недостатки существующих видов городского транспорта, описана новая форма расселения – конурбация, уточнены понятия «скоростной городской транспорт» и «инновационный транспортный проект», предложена методика оценки внешних эффектов от реализации таких проектов. Обоснована потребность в создании новых видов пассажирского транспорта с точки зрения стратегических и социально-экономических задач развития Санкт-Петербурга, в том числе на базе магнитолевитационных технологий. Цель инноваций – существенно улучшить транспортное обслуживание населения, снизить затраты времени и денежных средств на поездки, снять часть нагрузки на автомагистраль, уменьшить загрязнение окружающей среды.

Ключевые слова: транспортный рынок, спрос, поселенческая среда, конурбация, скоростной городской транспорт, магнитная левитация, социально-экономическая эффективность, инновационный проект.

Фёдорова Мария Владимировна – аспирант кафедры «Экономика транспорта» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия.

Скоростной пассажирский транспорт является необходимым условием социально-экономического развития крупных городов. Он расширяет границы агломераций, увеличивает деловую активность населения, проживающего в регионах, способствует повышению производительности труда, уровню доходов граждан [1].

В связи с развитием скоростного городского движения появляются новые подходы к оценке социально-экономической эффективности инновационных транспортных проектов, возникает желание определять их пользу по критериям качества, которые более близки населению. Существующие методики анализа общественной эффективности недооценивают внешние специфические эффекты, значимость которых возрастает в среде современных расселенческих систем.

КОНУРБАЦИЯ КАК НОВАЯ ФОРМА РАССЕЛЕНИЯ

Основой происходящих агломерационных процессов правомерно считать появление единой, пространственно и функционально связанной среды, в которой развитая транспортная инфраструктура объе-



Рис. 1. Схема организации поселенческой среды «конурбация».

диняет в нечто целое образовавшиеся постепенно городские ядра и систему прилегающих центров различного уровня, став одним из решающих факторов формирования комфортной для проживания территории.

На протяжении последних лет в Северо-Западном регионе идет формирование городской агломерации с центром в Санкт-Петербурге. Агломерация является «ключевой формой расселения, главными узлами опорного каркаса территориальной организации страны, центрами наращивания и реализации инновационного потенциала» [2].

Процесс «собираения» агломерации диктует необходимость создания современной системы пассажирского городского транспорта, призванной обеспечить возрастающий спрос на услуги транспортной инфраструктуры.

Пассажирский транспорт, будучи одной из подсистем региональной экономической системы, выполняет интеграционную роль при создании агломерационных форм расселения. Однако пока пассажирский транспорт не имеет единой модели организации обслуживания своих потребителей [3].

Высокие темпы урбанизации населения требуют изменения количественных и ка-

чественных характеристик работы транспорта. Количественная характеристика выражается в наращивании пассажиропотоков, качественная — в увеличении скорости перемещения пассажиров, вместимости транспортных средств.

Учёные-урбанисты, специалисты в области организации городской среды доказали целесообразность смены парадигмы планирования застройки и транспортного развития: существующие мегаполисы надо постепенно превращать в новые виды поселений – конурбации, характеризующиеся определенной специализацией, но взаимосвязанных, взаимодополняющих себя и зависимых друг от друга.

Конурбация — городская агломерация полицентрического типа, то есть имеющая в качестве ядер несколько более или менее одинаковых по размеру и значимости городов в отсутствие явно доминирующего. Концентрические структуры должны исчезнуть, а поселенческие пространства – организовываться на принципе построения конурбаций.

Город призван строиться таким образом, чтобы зоны отдыха, проживания и производства имели разграничения. Для этого нужна хорошо функционирующая городская система общественного транспорта.





Рис. 2. Классификация городского пассажирского транспорта.

Суть идеи в том, что единое городское мультимодальное пространство предназначено иметь несколько специализированных центров, связанных между собой и зависимых друг от друга. Это центры промышленные или производственные, жилые, научно-образовательные, транспортно-логистические (ТЛЦ). Человек должен жить в экологически чистой среде за городом. Поэтому производственные, деловые территории, требующие большого скопления людей, должны быть рассредоточены на расстояния в десятки, а то и сотни километров друг от друга, и при этом транспортная доступность территорий не может превышать одного часа [4, с. 57].

Традиционные виды пассажирского транспорта (метрополитен, трамвай, автомобиль) не всегда могут обеспечить требуемое качество пассажирских перевозок в связи с интенсивным ростом их объёма.

Основные недостатки существующих видов городского транспорта:

- низкая комфортабельность, нерегулярность и неудовлетворительная пропускная способность, особенно в условиях пиковых нагрузок;

- низкая скорость сообщения и потеря времени в пробках;

- негативное воздействие на экологическую обстановку в городе: шум (при интенсивной работе транспорта достигает 120 дБ) и загрязнение воздуха (ежегодно возрастает);

- высокая аварийность, особенно на автомобильном транспорте.

При таких нестабильных качественных показателях и высокой степени риска на дорогах какие-либо радикальные решения транспортных проблем, тем более с учетом идеи конурбации, вряд ли возможны. Осуществить предлагаемую схему расселения реально лишь на основе скоростного транспорта, обеспечивающего часовую доступность передвижения населения от дома до работы на расстояние трёхсот километров и более [5, с. 36].

СКОРОСТНОЙ ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТ

Специалисты пришли к выводу, что именно **скоростной транспорт** в состоянии учесть основные аспекты развития городов. К ним относятся:

- градостроительный (сохранение единства крупных городов в условиях их развития);

- социальный (сокращение затрат времени населением на передвижение, снижение числа ДТП, повышение комфортности проживания в различных районах города);

- транспортный (сокращение числа используемых автомобилей и создание резерва провозной способности городского транспорта);

- экологический (снижение интенсивности движения автотранспорта и источников шума);

Сравнительная оценка трех видов городского транспорта

№	Параметр, измеряемый в конкретных единицах или оценочно (лучше, хуже, одинаково)	Легкий рельсовый транспорт (трамвай)	Метро	МЛТ
1.	Безопасность движения (возможность схода с колеи)	Возможен	Возможен	Невозможен
2.	Маршрутная скорость движения (км/ч), остановки через 1 км при ускорении 1,1 м/с ²	20 км/ч ± 5 км/ч	35 км/ч ± 5 км/ч	45 км/ч ± 5 км/ч
3.	Провозная способность (чел./день). В предположении, что работает 48 вагонов на 15-километровой линии (вместимость вагона 115 чел./вагон).	36800 чел./день, интервал каждые 3'8'' (2 ваг., 1 сцепка)	64800 чел./день, интервал каждые 4'3'' (4 ваг., 1 сцепка)	82200 чел./день, интервал каждые 3'1'' (4 ваг., 1 сцепка)
4.	Влияние климатических условий на эксплуатацию (снег, гололед)	Высокое	Низкое	Низкое
5.	Уровень шума при движении, внутри и снаружи в дБ	70/70	70/70	65/65
6.	Уровень вибрации при движении	Средний	Средний	Низкий
7.	Выделение пыли при движении (металлической, резиновой и т. п.)	Высокое	Высокое	Низкое
8.	Совместимость с жилыми зонами и влияние на пассажиров	Неблагополучная (шум, вибрация, пыль)	Неблагоприятная (шум, вибрация)	Нет негативного воздействия
9.	Возможность прохода в непосредственной близости и «входа» в общественные здания	Низкая (шум, вибрация, пыль)	Низкая (шум, вибрация, пыль)	Высокая (низкий уровень шума, вибрации, пыли)
10.	Стоимость строительства 1 км «под ключ»	20–40 млн \$ США	70 млн \$ США	35 млн \$ США
11.	Расход электроэнергии на пасс./место, кВт/вагон-км	3,84	3,84	3,72
12.	Эксплуатационные расходы на пасс./место (из расчета 80000 пассажиров в рабочие дни недели)	Похожи на эксплуатационные расходы метро	1,73 \$ США	1,13 \$ США

• экономический (интенсификация использования городской территории за счет повышения плотности застройки, подземной урбанизации, экономии энергоресурсов).

В стратегии экономического и социального развития Санкт-Петербурга на период до 2030 года перспективы транспортного комплекса рассматриваются в совокупности с задачей улучшения пространственной организации и жилой среды города, связности районов, совершенствования внешних связей мегаполиса.

Растущий со стороны экономических субъектов и населения города спрос на объемы, а также качество перевозок определяют высокий приоритет мер по модернизации транспортного комплекса и увеличению скоростей на основных направлениях [6].

При этом среди главных тенденций развития транспортной системы названы: приоритеты скоростного пассажирского транспорта, обеспечение круглосуточной связности улично-дорожной сети, создание сети радиального, дугового движения, а также минимизация негативного влияния транспорта на городскую среду и население.

По нашему мнению, скоростной городской пассажирский транспорт — это наземный колёсный транспорт, обеспечивающий движение поездов с маршрутной скоростью 45 (± 5) км/ч и осуществляющий движение по специализированным путям, выполняющий регулярные перевозки пассажиров по установленным и фиксированным на длительный период времени маршрутам.

Традиционными видами городского пассажирского транспорта считаются ав-





Показатели оценки внешних эффектов инновационных транспортных проектов

Название показателя	Показатели
Оценка социальных эффектов	
1. Изменение затрат времени пассажиров в пути	$\sum ESTT_i^t = \sum (P_{ijk}^t \times \text{Vot}_{ik}^t \times TC_{ij}^t) - \sum (P_{ik}^{HSR} \times \text{Vot}_k^t \times TC_i^{HSR}),$ <p>где i – связь; j – вид транспорта; k – цель поездки; $ESTT_i^t$ – эффект от экономии времени в пути пользователей всех видов транспорта при реализации проекта МЛТ в году t; P_{ijk}^t – объём пассажиропотока на i-й связи на j-м виде транспорта с k целью поездки в году t в «нулевом варианте»; Vot_{ik}^t – стоимость времени пассажира на i-й связи с k целью поездки в году t; TC_{ij}^t – затраты времени пассажира в пути на i-й связи на j-м виде транспорта в году t; P_{ik}^{HSR} – объём пассажиропотока на i-й связи с k целью поездки в году t при реализации проекта МЛТ; TC_i^{HSR} – затраты времени пассажира в пути на i-й связи на j-м виде транспорта в году t при реализации проекта МЛТ.</p>
2. Эффект от использования МЛТ при трудовых корреспонденциях	$EL^{HSR} = \sum (E_{labouri}^{HSR} \times \Delta W_i) \times 12 - (P_{labour}^{HSR} \times \text{Vot} \times TC) - R,$ <p>где $E_{labouri}^{HSR}$ – количество занятых по i-й группе заработной платы, которое предпочтет ежедневные трудовые корреспонденции на МЛТ при поездках на работу в другой город; ΔW_i – месячный выигрыш в величине заработной платы при ежедневных трудовых корреспонденциях в другой город; 12 – коэффициент перевода к суммарному годовому выигрышу в заработной плате; P_{labour}^{HSR} – годовой пассажиропоток на МЛТ с трудовыми целями; Vot – стоимость часа времени пассажира; TC – затраты времени на передвижение на МЛТ; R – годовая выручка от продажи билетов.</p>
Оценка дополнительных эффектов	
3. Эффект региональной занятости	$ERE = CAPEX \times K \times 10^{-2} \times GVAPP,$ <p>где ERE – эффект от региональной занятости; $CAPEX$ – объём капитальных затрат в млн евро; $K \times 10^{-2}$ – коэффициент, отражающий количество рабочих мест, возникающих в регионах при реализации проекта; $GVAPP$ – величина валовой добавленной стоимости, приходящаяся в среднем на одного работника в России.</p>
4. Эффект от снижения вредного воздействия на окружающую среду при реализации проекта МЛТ	$EED = VED^0 - VED^{HSR},$ <p>где VED^0 – стоимостная оценка экологического ущерба в «нулевом» варианте; VED^{HSR} – стоимостная оценка экологического ущерба при реализации проекта МЛТ. При рассматриваемом подходе ущерб окружающей среде формируется из трёх компонентов: $VED = VEmis + VCl_i + VN,$ где $VEmis$ – стоимостная оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; VCl_i – стоимостная оценка вредного воздействия на климат; VN – стоимостная оценка шумового воздействия на окружающую среду.</p>
5. Эффект от повышения безопасности при реализации проекта МЛТ	$\sum ES_i = \sum (Pkm_{ij}^0 \times r_j^S) - \sum (Pkm_i^{HSR} \times r_i^{S,HSR}),$ <p>где i – связь; j – вид транспорта; ES – эффект от повышения безопасности при поездках пользователей всех видов транспорта при реализации проекта МЛТ; Pkm_{ij}^0 – пассажирооборот на i-й связи на j-м виде транспорта в «нулевом варианте»; r_j^S – стоимостная оценка аварийных затрат на j-м виде транспорта; Pkm_i^{HSR} – пассажирооборот на i-й связи с k целью поездки в году t при реализации проекта МЛТ; $r_j^{S,HSR}$ – стоимостная оценка аварийных затрат при реализации проекта МЛТ.</p>



Рис. 3. Дуговая магистраль от дворца Конгрессов до станции метро «Обухово» на магнитолевитационной технологии.

тобус, троллейбус, трамвай и пригородно-городской железнодорожный транспорт. В связи с тенденцией разрастания городов-миллионников помимо метрополитена появляются новые виды скоростного городского транспорта: легкорельсовый трамвай (ЛРТ) и транспорт на основе магнитной левитации (МЛТ).

Создание линий скоростного пассажирского движения на основе магнитной левитации станет одной из мер по обеспечению приоритетности развития и преобладания общественного транспорта над индивидуальным автомобильным, а также роста финансовой и социально-экономической эффективности общественного транспорта.

На рис. 2 представлена классификация городского пассажирского транспорта.

По данным Института машиностроения и материалов Республики Корея МЛТ является по многим критериям более предпочтительным, чем традиционные виды городского транспорта (таблица 1) [7, 8].

На основе сравнительной оценки трех видов городского транспорта мы предлагаем магнитолевитационную технологию [9–11].

МЛТ не сможет заменить общественный транспорт, а лишь займёт свою нишу. Он целесообразен там, где происходит контакт с плотной застройкой

и скапливаются большие пассажиропотоки, которые не в состоянии обслужить метрополитен. Особенность конструкции МЛТ в том, что тележка охватывает несущие балки, препятствует сходу с полосы движения (схода с рельс); выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при движении поездов исключены; уровень шума меньше на 10 дБ, чем у трамвая; вибрация в 8 раз меньше, чем у легкорельсового транспорта. МЛТ обладает самой высокой скоростью из всех видов общественного наземного транспорта [12].

В настоящее время предлагаются магнитолевитационные скоростные трассы от Дворца Конгрессов в п. Стрельна до ст. м. «Обухово», с ответвлением на комплекс «Балтийская жемчужина» (рис. 3), от станции «Рыбацкая» до Колпино и ряд других.

ОЦЕНКА ВНЕШНИХ ЭФФЕКТОВ

В связи с развитием современных расселенческих систем особо остро стоит проблема оценки социально-экономической эффективности инновационных транспортных проектов. Нужна подобающая научно-методическая база для определения их соответствия инновационной специфике (т. е. учёта длительности сроков разработки и реализации проектов, масштабы финансирования, высоких



рисков, сроков окупаемости, эффектов от внедрения проекта для экономики в целом и т. д.).

Пока приходится исходить из того, что чётких, закреплённых федеральным законом определений понятиям «инновация», «инновационный транспортный проект» нет. Отметим, однако, что в самом факте существования магнитолевитационного транспорта присутствуют свои инновационные продукты: системы левитации и боковой стабилизации, сверхпроводниковые и постоянные магниты, а также предполагается определенная инновационная деятельность: перевозка пассажиров городским и междугородним магнитолевитационным транспортом (магистраль для Санкт-Петербурга).

Но это все касается лишь предложения нововведений. Инновациями будущие продукты могут стать только тогда, когда их за абсолютно новые потребительские свойства купит потребитель. Он, в свою очередь, должен иметь реальную оценку выгоды от возможного приобретения. Для населения выгода здесь – это рост его мобильности, целью которой станет рост доходов домашних хозяйств [13].

По нашему мнению, при рассмотрении под таким углом зрения *инновационный транспортный проект представляет собой документ, содержащий комплексную оценку нововведения в области транспорта, признанного потребителем и являющегося неотъемлемым элементом роста его благосостояния.*

Использование стандартных оценок экономической эффективности в отношении инновационных транспортных проектов не даст достоверных результатов, в полной мере определяющих их эффект.

Методикам оценки коммерческой составляющей инновационных проектов всегда уделялось большое внимание, поэтому они достаточно хорошо изучены и затруднений при расчете коммерческой эффективности, как правило, не возникает.

Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инновационных проектов для общества в целом, в том числе как непосредственные результаты и затраты проекта, так и «внешние»

в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные.

Существующая на данный момент общая схема оценки социально-экономической эффективности инвестиционных проектов позволяет выявить и определить общественную эффективность как экономическую категорию.

Некоторые виды деятельности в сфере производства и потребления обуславливают прямые издержки или выгоды для потребителей и фирм, не являющихся непосредственными участниками этих видов деятельности. Соответственно, такого рода результаты не могут быть учтены в экономических показателях производителя товаров и услуг: затратах, доходах, прибыли и т. д. Недооценка издержек и выгод третьих лиц приводит к завышению либо к занижению объёма выпуска благ по сравнению с эффективным с общественной точки зрения. То есть речь идёт как раз о тех самых внешних эффектах (экстерналиях).

Внешний эффект – это затраты и результаты проекта, не нашедшие адекватного отражения в показателях отчетности субъектов экономической деятельности, участвующих в совместной программе.

Традиционные экономические оценки инновационных проектов учитывают в основном прямые эффекты, но для таких инновационных проектов, как МЛТ, решающую роль играют именно внешние экономические эффекты. Методология оценки некоторых наиболее значимых общеэкономических эффектов до недавнего времени отсутствовала. С учетом внешних эффектов оценка государством многих нововведений на железнодорожном транспорте, включая проекты МЛТ, должна кардинально поменяться [14].

Мы предлагаем комбинированный методический подход к формированию системы комплексной оценки внешних эффектов от реализации инновационных транспортных проектов.

Определение социально-экономической эффективности выполняется по обычной схеме в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов» на основании прогноза пассажиропотоков, с учетом экономического и градостроительного развития Санкт-Петербурга и зоны тяготения [15].

Последствия реализации проекта включают в себя как непосредственные затраты и результаты (транспортный эффект для пользователей пассажирского транспорта и улично-дорожной сети), так и внешние эффекты: затраты и результаты в смежных секторах экономики, социальные и иные внеэкономические эффекты (включая внетранспортный).

Система показателей социально-экономической эффективности включает:

- чистый дисконтированный доход (ЧДД) или интегральный эффект, который определяется как сумма дисконтированных эффектов за весь расчетный период или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами;

- индекс доходности (ИД), который рассчитывается как отношение суммы приведенных разностей результатов и текущих затрат к величине приведенных капиталовложений;

- внутренняя норма доходности (ВНД), которая представляет собой норму дисконта, при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям;

- срок окупаемости, который показывает минимальный интервал времени от начала осуществления проекта, за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным.

В таблице 2 предложены показатели оценки внешних эффектов от реализации инновационных транспортных проектов (на примере транспорта на магнитном подвесе), которые разделены на две группы: показатели оценки социальных и дополнительных эффектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Один из способов решения транспортной проблемы – применение в мегаполисе скоростного пассажирского транспорта. Альтернативой традиционному городскому является транспорт на магнитном подвесе – экологически чистый, безопасный, с самой высокой скоростью из всех видов общественного наземного транспорта.

В связи с развитием скоростного городского движения появляются новые подходы

к оценке социально-экономической эффективности инновационных транспортных проектов. Предложенная система показателей повысит точность оценки внешних эффектов при внедрении инновационных решений, значимость которых возрастает в связи с появлением современных расселенческих систем, в частности конурбации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эффект сжатия: Интервью А. Мишарина // Транспорт России. – 2015. – № 6. – С. 1–3.

2. Лаппо Г. М. Агломерации России, инновационный потенциал страны // Grado. – 2011. – № 1. – С. 46–49.

3. Пассажирский форум-2015: материалы выступлений докладчиков. Режим доступа: <http://passengerforum.ru/2015/ru/>. Доступ 25.06.2015 г.

4. Шнейдер М. А., Проскурякова Е. А. Рынок пригородных железнодорожных перевозок: управление и экономика: Монография. – СПб.: ООО «Типография НП-Принт», 2012. – 288 с.

5. Зайцев А. А., Талашкин Г. Н., Соколова Я. В. Транспорт на магнитном подвесе: Монография. – СПб.: ПГУПС, 2010. – 160 с.

6. Стратегии экономического и социального развития Санкт-Петербурга на период до 2030 года (утв. постановлением правительства Санкт-Петербурга от 13.05.2014 № 355).

7. Особенности городского маглева и его применение в условиях городской транспортной системы / Корейский институт машиностроения и материалов, 2012.

8. Maglev demonstration line // Railway Gazette International. – 2008. – № 5. – С. 296.

9. Wieler J. G. and Thornton R. D Urban Maglev – Development Plans and Prospects, Maglev 2011 Conference, Seoul Korea, 2011. [Electronic resource]. – Access code: <http://www.maglev.ir/eng/documents/papers/conferences/maglev2011/DPO-09.pdf>. Доступ 25.06.2015 г.

10. Wieler J. G. and Thornton R. D Urban Maglev in the United States – A Vision of the Future, 2011. [Electronic resource]. – Access code: http://www.magnemotion.com/userfiles/files/Maglev2011_Urban_Maglev_A_Vision_of_the_Future.pdf. Доступ 13.05.2015.

11. Thornton R. D. Efficient and Affordable Maglev Opportunities in the United States, Proc. IEEE, 2009, Vol. 97, Number 11.

12. Антонов Ю. Ф., Зайцев А. А. Магнитолевитационная транспортная технология / Под ред. В. А. Гапановича. – М.: Физматлит, 2014. – 476 с.

13. Журавлёва Н. А. Экономическая оценка повышения временной и пространственной эффективности железнодорожного транспорта // Магнитолевитационные транспортные системы и технологии. – СПб., 2014. – С. 378–390.

14. Оценка крупных инфраструктурных проектов: задачи и решения / ЦСР. – М., 2013. – 31 с.

15. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция) / Минэкономики РФ, Минфин РФ, ГК РФ по стр-ву, архит. и жил. политике; Рук. авт. коллектива В. В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. – М.: Экономика, 2000. – 421 с. ●

Координаты автора: **Фёдорова М. В.** – tale19quale@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 13.08.2015, принята к публикации 23.11.2015.



THE IMPACT OF URBAN MASS RAPID TRANSIT ON URBANIZED REGIONS

Fedorova, Maria V., Petersburg State Transport University, St. Petersburg, Russia.

ABSTRACT

The author identified the main shortcomings of existing urban transport modes, described a new form of urbanized region – conurbation, refined the concept of «urban mass rapid transit transport» and «innovative transport project», proposed the technique to evaluate external effects of such projects. The need for creation of new types of passenger

transport in terms of strategic and socio-economic problems of development of St. Petersburg, including on the basis of magnetic levitation technologies, is substantiated. The purpose of innovation is to significantly improve transport services for the population, reduce time and money expenses to travel, to remove some load on the highway, to reduce environmental pollution.

Keywords: transport market, demand, settlement environment, conurbation, rapid urban transport, magnetic levitation, socio-economic efficiency, innovative project.

Background. Mass rapid urban transit (or rapid passenger transportation, either mass rapid transportation, as there are different terms, identical in the meaning – ed.note) is a prerequisite for social and economic development of major cities. It expands the boundaries of agglomerations, increases business activity of the population living in regions, contributes to increase in productivity, income of citizens [1].

In connection with development of rapid urban transit, new approaches to assessment of socio-economic efficiency of innovative transport projects, there is a desire to determine their use based on quality criteria, which are more familiar for the population. Existing methods of analysis of public performance underestimate external specific effects, the significance of which increases in modern urbanized regions.

Objective. The objective of the author is to consider transport aspect of modern urbanized regions and new forms of urban passenger transport applicable to them.

Methods. The author uses general scientific methods, comparative analysis, economic evaluation, graph construction.

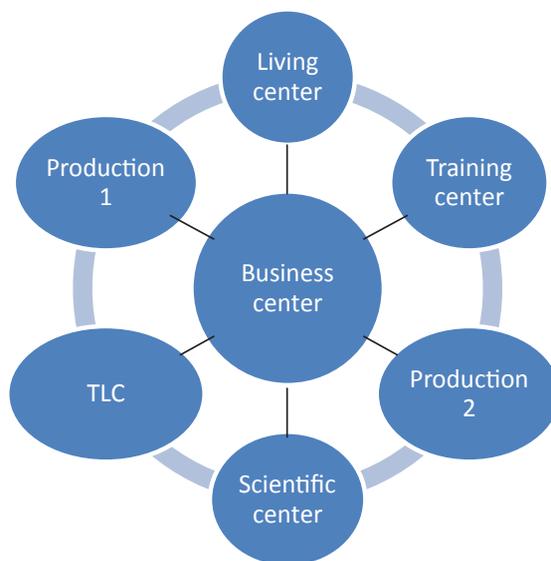
Results.

Conurbation as a new form of settlement

The basis of developing agglomeration processes is emergence of a single, spatially and functionally related environment, in which the developed transport infrastructure integrates into a whole gradually formed urban cores and system of surrounding centers of different levels, becoming one of the decisive factors for formation of a comfortable residence territory.

In recent years, in the North-West region is being formed metropolitan area with the center in St. Petersburg. Agglomeration is «a key form of settlement, the main sites of the support frame of country's territorial organization, centers of building and implementation of innovative potential» [2].

The process of «gathering» agglomeration calls for creation of a modern system of passenger urban transport, designed to provide the growing demand for transport infrastructure services.



Pic. 1. The scheme of settlement environment «conurbation».

Table 1

Comparative evaluation of two types of urban transport

№	Indicator, measured in specific units or estimated (better, worse, same)	Light rail transport (tram)	Metro	MLT
1.	Traffic safety (possibility of derailment)	Possible	Possible	Impossible
2.	Average speed (km/h), stops after 1 km in the acceleration of 1,1 m/s ²	20 km/h ± 5 km/h	35 km/h ± 5 km/h	45 km/h ± 5 km/h
3.	Carrying capacity (pers./day). Assuming that 48 cars operate on 15-kilometer line (capacity of car is 115 pers./car).	36800 pers./day interval every 3'8" (2 cars, 1 coupling)	64800 pers./day interval every 4'3" (4 cars, 1 coupling)	82200 pers./day interval every 3'1" (4 cars, 1 coupling)
4.	Impact of climatic conditions on operation (snow, ice)	High	Low	Low
5.	The noise level when moving inside and outside in dB	70/70	70/70	65/65
6.	Vibration level during motion	Average	Average	Low
7.	Isolation of dust while driving (metal, rubber, etc.)	High	High	Low
8.	Compatibility with residential area (residential areas) and the impact on passengers	Adverse (noise, vibration, dust)	Adverse (noise, vibration)	No negative impact
9.	Possibility to pass in the immediate vicinity and «entrance» in public buildings	Low (noise, vibration, dust)	Low (noise, vibration, dust)	High (low levels of noise, vibration, dust)
10.	The cost of construction 1 km «key ready»	20–40 mln \$ US	70 mln \$ US	35 mln \$ US
11.	Electricity consumption per pass./ seat, kW / car-km	3,84	3,84	3,72
12.	Operating costs per pass./ seat (based on 80000 passengers on weekdays)	Similar to operating costs of metro	1,73 \$ US	1,13 \$ US

Passenger transport, being one of the subsystems of the regional economic system performs an integration role in the creation of agglomeration forms of settlement. However, passenger transport does not have a single model for organization of service of its customers [3].

Rapid urbanization of the population requires a change in quantitative and qualitative characteristics of transport work. Quantitative characteristics is expressed in buildup of passenger flows, qualitative – increase in the speed of passenger movement, capacity of vehicles.

Urbanists-scientists, experts in the field of urban environment have proved the feasibility of changing the paradigm of planning and transport development: existing megacities should be gradually transformed into new types of settlements – conurbations characterized by a certain specialization, but interrelated, mutually reinforcing themselves and mutually dependent.

Conurbation is agglomeration of polycentric type, i. e. having as few cores more or less identical in size and importance cities in the absence of a clearly dominant one. Concentric structures should disappear, and settler spaces should be organized on the principle of building conurbations.

The city is designed to be built so that areas of recreation, living and production are different. This requires a well-functioning urban public transport system.

The idea is that a single multi-modal urban space is designed to have a few specialized centers, interconnected and interdependent. These centers are industrial or production, residential, training and research, transport and logistics (TLC). A man should live in a clean environment in the country. Therefore, manufacturing, business territories, require large concentrations of people, must be dispersed over distances of tens or even hundreds of kilometers away from each other, and accessibility of territories cannot exceed one hour [4, p. 57].

Traditional forms of public transport (metro, tram, car) cannot always provide the required quality of passenger transportation due to the strong growth of their volume.

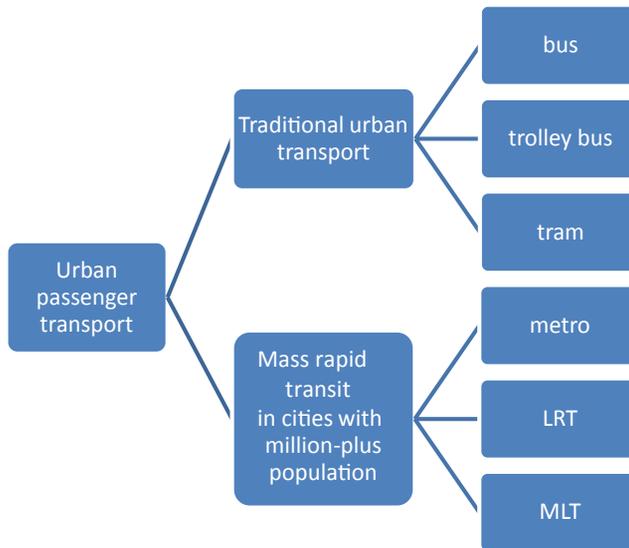
The main disadvantages of existing types of urban transport are:

- Low comfort, irregular and inadequate bandwidth, especially in the peak load;
- Low speed of communication and time loss in traffic jams;
- Negative impact on ecological situation in the city: noise (with intensive work of transport it reaches up to 120 dB) and air pollution (increasing annually);
- High accident rate, especially in road transport.

With these unstable quality indicators and a high degree of risk on the roads any radical solution of traffic problems, especially in view of the idea of conurbation, is hardly possible. To carry



Pic. 2. Classification of urban passenger transport.



out the proposed resettlement scheme is possible only on the basis of rapid transit, providing an hour long availability of movement of population between home and work at a distance of three hundred kilometers or more [5, p. 36].

Mass rapid urban transportation

Experts came to the conclusion that it is high-speed transport that is able to take into account the main aspects of urban development. These include:

- city-planning (preserving the unity of major cities in terms of their development);
- social (reduction of time spent by population on movement, decrease in the number of accidents, increase in comfort of living in various parts of the city);
- transport (reduction of the number of used cars and creation of the reserve of carrying capacity of public transport);
- ecological (reduction of traffic intensity of vehicles and noise sources);
- economic (intensification of use of the urban area by increasing the density of buildings, underground urbanization, energy saving).

In the strategy of economic and social development of St. Petersburg until 2030, the prospects of the transport complex are considered in conjunction with the objective of improving spatial organization and the living environment of the city, connectivity of districts, improving external relations of the metropolis.

A growing from part of economic entities and population of the city demand for volume and quality of transportation determine the highest priority of measures to modernize the transport sector and increase the speed on the main lines [6].

Moreover, among the main trends in the development of the transport system are named: priorities of mass rapid passenger transport, providing 24-hour connectivity of the road network, creating a network of radial, circular motion, and minimization of negative impact of transport on the urban environment and the population.

In our view, urban mass rapid transit is wheeled ground transport, providing motion of trains at average speed of 45 (± 5) km/h, and moves along specialized tracks, performs regular transportation of passengers on established and fixed for a long period of time routes.

Traditional forms of urban passenger transport are bus, trolley bus, tram and suburban-city rail transport. In connection with the trend of proliferation of megacities in addition to the subway, new types of mass rapid urban transportation appear: light rail tram (LRT) and transport based on magnetic levitation (MLT).

Creating mass rapid passenger lines based on magnetic levitation will be one of the measures to ensure the priority development and predominance of public transport over individual car, as well as the growth of the financial and socio-economic efficiency of public transport.

Pic. 2 shows a classification of urban passenger transport.

According to the Institute of Mechanical Engineering and Materials of Korea MLT is by many criteria more preferable than traditional types of public transport (Table 1) [7, 8].

On the basis of a comparative evaluation of two types of urban transport, we offer magnetic levitation technology [9–11].

MLT is no substitute for public transport, and it only takes a niche. It is appropriate where there is a contact with dense buildings and are accumulated large volumes of passenger traffic, which cannot be served by metro. Design features of MLT is that the bogie covers carrying beams, prevents derailment; emissions of pollutants into the air by the movement of trains are excluded; noise is 10 dB less than the tram; vibration is 8 times less than LRT. MLT has the highest speed among all types of public land transport [12].

Currently magnetic levitation routes are available from Palaca of Congress in Strelna to the metro station «Obukhovo», with a branch to the complex «Baltic Pearl» (Pic. 3), from the station «Rybatskaya» to «Kolpino» and some others.

Table 2

Performance evaluation of external effects of innovative transport projects

Name of indicator	Indicators
Evaluation of social effects	
1. Change in time consumption of passengers en route	$\sum ESTT'_i = \sum (P'_{jk}{}^0 \times Vol'_{ik} \times TC'_{ij}) - \sum (P'_{ik}{}^{HSR} \times Vol'_k \times TC'_i{}^{HSR}),$ <p>where <i>i</i> is communication; <i>j</i> is mode of transport; <i>k</i> is trip purpose; $ESTT'_i$ is effect of saving time en route of users of all modes of transport for the project MLT in year <i>t</i>; $P'_{jk}{}^0$ is volume of passenger flow on the <i>i</i>-th communication on <i>j</i>-th mode of transport with <i>k</i> aim of the trip <i>k</i> in year <i>t</i> in the «zero option»; Vol'_{ik} is cost of time of a passenger on the <i>i</i>-th communication with <i>k</i> purpose of the trip in year <i>t</i>; TC'_{ij} is amount of time passengers spent en route on <i>i</i>-th communication on <i>j</i>-th mode of transport in year <i>t</i>; $P'_{ik}{}^{HSR}$ is volume of passenger traffic on the <i>i</i>-th communication with the purpose of the trip <i>k</i> in year <i>t</i> for the project MLT; $TC'_i{}^{HSR}$ is amount of time of passengers en route on the <i>i</i>-th communication on <i>j</i>-th mode of transport in year <i>t</i> for the project MLT.</p>
2. The effect of the use of MLT in labor correspondent	$EL^{HSR} = \sum (E_{labouri}^{HSR} \times \Delta W_i) \times 12 - (P_{labour}^{HSR} \times Vol \times TC) - R,$ <p>where $E_{labouri}^{HSR}$ is number of people employed in the <i>i</i>-th group of wages, who would prefer daily labor correspondence in MLT when travelling to work in another city; ΔW_i is monthly gain in the value of wages in the daily labor correspondence to another city; 12 is conversion factor to the total annual gain in wages; P_{labour}^{HSR} is annual passenger flow on MLT with labor purposes; Vol is cost of an hour of the passenger; TC is time required to travel by MLT; R is annual revenue from ticket sales.</p>
Evaluation of additional effects	
3. The effect of regional employment	$ERE = CAPEX \times K \times 10^{-2} \times GVAPP,$ <p>where <i>ERE</i> is the effect of regional employment; CAPEX is the amount of capital expenditures in million euros; $K \times 10^{-2}$ is a factor reflecting the number of work places arising in the regions in the implementation of the project; GVAPP is value of gross added value attributable on average per one worker in Russia.</p>
4. The effect of reducing the harmful environmental impact of the project MLT	$EED = VED^0 - VED^{HSR},$ <p>where VED^0 is valuation of environmental damage in the «zero option»; VED^{HSR} is valuation of environmental damage of the project MLT. In the considered approach environmental damage is formed of three components: $VED = VE_{emis} + V_{cli} + VN,$ where VE_{emis} is valuation of pollutant emissions into the atmosphere; V_{cli} is valuation of harmful impact on the climate; VN is valuation of the noise impact on the environment.</p>
5. The effect of increasing security in the project MLT	$\sum ES_i = \sum (Pkm_{ij}{}^0 \times r_j^s) - \sum (Pkm_i{}^{HSR} \times r_i^s{}^{HSR}),$ <p>where <i>i</i> is communication; <i>j</i> is mode of transport; <i>ES</i> is effect of improving the safety when traveling users of all modes of transport for the project MLT; $Pkm_{ij}{}^0$ is passenger turnover on the <i>i</i>-th communication of the <i>j</i>-th mode of transport in the «zero option»; r_j^s is valuation of accident costs on <i>j</i>-th mode of transport; $Pkm_i{}^{HSR}$ passenger in the <i>i</i>-th connection with the purpose of the trip <i>k</i> in year <i>t</i> for the project MLT; r_i^s is valuation of emergency costs in implementation of MLT.</p>



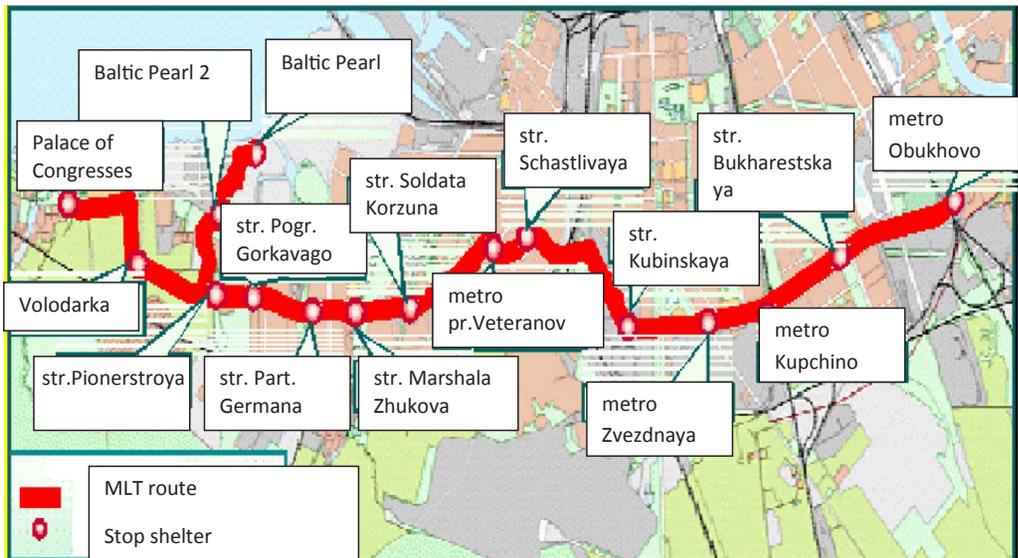


Fig. 3. Circular line from the Palace of Congresses to the metro station «Obukhovo» on magnetic levitation technology.

Evaluation of external effects

In connection with development of modern urbanized regions a problem of assessing socio-economic efficiency of innovative transport projects is particularly acute. Befitting scientific and methodological basis is required for determining their compliance with innovative specifics (i. e. taking into account the duration of development and implementation of projects, the scale of funding, high-risk, payback period, effects of implementation of the project for the economy as a whole, etc.).

Now it is necessary to proceed from the fact that there are no clear, fixed by the federal law definitions of «innovation», «innovative transport project». Note, however, that in the fact of existence of magnetic levitation transport their own innovative products are present: systems of levitation and lateral stabilization, superconductive and permanent magnets and certain innovative activities are assumed: passenger transportation by urban and inter-city magnetic levitation transport (route for St. Petersburg).

But all this concerns only offer of innovations. Future products can become innovations only when the consumer buys them only because of their absolutely new consumer properties. He, in turn, should have a realistic assessment of the benefits of a possible purchase. For the population the benefit here is the growth of his mobility, the aim of which is increase in household income [13].

In our view, when considering under this angle an innovative transport project is a document containing a comprehensive assessment of innovations in the field of transport, recognized by consumers and being an integral element of the growth of his wealth.

Using the standard assessment of economic efficiency in relation to innovative transport projects does not give reliable results, fully determining their effect.

Methodology to evaluate the commercial component of innovation projects has always been of great attention, so they are fairly well understood, and difficulties in the calculation of commercial effectiveness, as a rule, do not arise.

Indicators of social efficiency take into account socio-economic impact of the implementation of innovative projects for society as a whole, including both immediate results and costs of the project as well as «external» in the related sectors of the economy, environmental, social and other.

Currently existing general scheme for assessing socio-economic efficiency of investment projects makes it possible to identify and determine the effectiveness of the public as an economic category.

Some activities in the field of production and consumption cause direct costs or benefits for consumers and businesses who are not directly involved in these activities. Accordingly, this kind of results cannot be taken into account in economic performance of goods and services: cost, revenue, profits, etc. Underestimating costs and benefits of the third parties results in overestimation or underestimation of productive capacity in comparison with the effective one from the social point of view. We are talking just about those external effects (externalities).

Externalities are costs and outcomes of the project, not adequately reflected in the rate of reporting of economic operators participating in the joint program.

Traditional economic evaluation of innovative projects takes into account mainly direct effects, but for innovative projects such as MLT, a crucial role is played by external economic effects. The methodology of evaluation of some of the most significant economy-wide effects, until recently, was absent. Taking into account the external effects the state assessments of many innova-

tions in the railway sector, including projects MLT should radically change [14].

We offer a combined methodical approach to formation of a comprehensive assessment of external effects of the implementation of innovative transport projects.

Determination of socio-economic efficiency is performed in the usual way in accordance with the «Guidelines for assessing effectiveness of investment projects» based on the forecast of passenger traffic, taking into account the economic and urban development of St. Petersburg and the zone of gravity [15].

The effects of the project include both direct costs and benefits (transport effect for users of public transport and the road network) and externalities: costs and benefits in related sectors of the economy, social and other non-economic effects (including non-transport).

The system of indicators of social and economic benefits include:

- net present value (NPV) or integral effect, which is defined as the sum of discounted effects for the entire calculation period or as a result of excess of integral over integral costs;

- profitability index (PI), which is calculated as the ratio of the above differences in results and current costs to the value of listed investments;

- internal rate of return (IRR), which is the discount rate at which the value of the above effects is equal to given investments;

- payback period, which indicates the minimum time interval from the start of the project, beyond which the cumulative effect further remains non-negative.

Table 2 suggested indicators for assessing external effects of the implementation of innovative transport projects (on example of transport with magnetic suspension), which are divided into two groups: indicators to assess social and other effects.

Conclusion. One way to solve the transport problem is use of mass rapid passenger transport in the metropolis. An alternative to the traditional urban transport is transport with magnetic suspension – environmentally friendly and safe, with the highest speed among all types of public land transport.

In connection with the development of high-speed urban traffic, new approaches to the assessment of socio-economic efficiency of innovative transport projects appear. The proposed system of indicators will improve the accuracy of performance evaluation of externalities in the implementation of innovative solutions, the importance of which is increasing due to the emergence of modern urbanized regions, in particular conurbation.

REFERENCES

1. The effect of compression: Interview of A. Misharin [Efekti szhatija: Interv'ju A. Misharina]. *Transport Rossii*, 2015, Iss. 6, pp. 1–3.
2. Lappo, G. M. Agglomeration of Russia, innovative potential of the country [Agglomeracii Rossii, innovacionnyj potencial strany]. *Grado*, 2011, Iss. 1, pp. 46–49.
3. Passenger Forum 2015: the presentations of speakers. Access: <http://passenger-forum.ru/2015/ru/>. Last accessed 25.06.2015.
4. Schneider, M. A., Proskuryakova, E. A. Suburban rail transportation market: management and economics: Monograph [Rynok prigorodnyh zheleznodorozhnyh perevozok: upravlenie i ekonomika. Monografija]. St. Petersburg, LLC «Tipografija NP-Print» publ., 2012, 288 p.
5. Zaitsev, A. A., Talashkin, G. N., Sokolova, Ya. V. Transport on magnetic suspension: Monograph [Transport na magnitnom podvese. Monografija]. St. Petersburg, PSTU publ., 2010, 160 p.
6. Strategies of economic and social development of St. Petersburg for the period up to 2030 (approved by Resolution of the Government of St. Petersburg of 13.05.2014 № 355) [Strategii ekonomicheskogo i social'nogo razvitiya Sankt-Peterburga na period do 2030 goda (utv. postanovleniem pravitel'stva Sankt-Peterburga ot 13.05.2014 № 355)].
7. Features of urban maglev and its application in urban transport system [Osobennosti gorodskogo magleva i ego primenenie v uslovijah gorodskoj transportnoj sistemy]. Korean Institute of Machinery and Materials, 2012.
8. Maglev demonstration line // *Railway Gazette International*, 2008, Iss. 5, p. 296.
9. Wieler, J. G. and Thornton, R. D. Urban Maglev – Development Plans and Prospects, Maglev 2011 Conference, Seoul Korea, 2011. [Electronic resource]. – Access: <http://www.maglev.ir/eng/documents/papers/conferences/maglev2011/DPO-09.pdf>. – Last accessed: 25.06.2015.
10. Wieler J. G. and Thornton, R. D. Urban Maglev in the United States – A Vision of the Future, 2011. [Electronic resource]. – Access: http://www.magnemotion.com/userfiles/files/Maglev2011_Urban_Maglev_A_Vision_of_the_Future.pdf. Last accessed: 13.05.2015.
11. Thornton, R. D. Efficient and Affordable Maglev Opportunities in the United States, *Proc. IEEE*, 2009, Vol. 97, Iss. 11.
12. Antonov, Yu. F., Zaitsev, A. A. Magnetic levitation transport technology [Magnitolevitacionnaja transportnaja tehnologija]. Ed. by Gapanovich, V. A. Moscow: Fizmatlit publ., 2014, 476 p.
13. Zhuravleva, N. A. Economic evaluation of improvement of temporal and spatial efficiency of rail transport [Ekonomicheskaja ocenka povyshenija vremennoj i prostранstvennoj effektivnosti zheleznodorozhnogo transporta]. Magnetic levitation transport systems and technologies. St. Petersburg, 2014, pp. 378–390.
14. Assessment of major infrastructure projects: problems and solutions [Ocenka krupnyh infrastrukturyh projektov: zadachi i reshenija]. CSR. Moscow, 2013, 31 p.
15. Kossov, V. V., Livshits, V. N., Shakhnazarov, A. G. et al. Guidelines for assessing the effectiveness of investment projects (second edition) [Metodicheskie rekomendacii po ocenke effektivnosti investicionnyh projektov (Vtoraja redakcija)]. Ministry of Economy of the Russian Federation, Ministry of Finance of the Russian Federation, SC of Russia on construction, architecture and housing policy. Moscow, Ekonomika publ., 2000, 421 p. ●

Information about the author:

Fedorova, Maria V. – Ph.D. student at the department of Economics of transport of Petersburg State Transport University, St. Petersburg, Russia, tale19quale@mail.ru.

Article received 13.08.2015, accepted 23.11.2015.

