

ки и на условиях договора выполнить научно-исследовательские работы по разработке маршрутной сети общественного транспорта города Екатеринбурга для нужд *Екатеринбургского муниципального унитарного предприятия «Трамвайно-троллейбусное управление»*, согласно Техническому заданию...». Анализ указанного ТЗ показал, что авторы этого ТЗ просто не знакомы с советской школой расчетов и проектирования маршрутных систем ГОПТ. Тем не менее, мэрия г. Екатеринбурга, к удивлению специалистов по транспортным системам городов страны, приняла решение реализовать предложенную фондом «Город.PRO» схему, предусматривающую двойное сокращение количества маршрутов, уменьшение маршрутного коэффициента, со стремлением его к единице, увеличение коэффициента пересадочности, т.е. при резком ухудшении транспортно-пассажирского обслуживания населения города. Эта схема вызвала огромное недоверие населения города и большое удивление у специалистов.

В связи с тем, что за событиями в Екатеринбурге следили практически во всех крупных городах страны, Оргкомитет конференции вновь публикует открытое письмо канадского эксперта для дальнейшего обсуждения.

Необходимо отметить, что советская школа транспортников – градостроителей и организаторов массового пассажирского транспорта имела выдающиеся разработки в области маршрутизации ГОПТ таких специалистов, как Ф. Глик, В. Вейцман, Д. Самойлов, Г. Гуревич и др., которые почему-то не были учтены в современных условиях.

КАК ЖЕ ПРОЕКТИРОВАТЬ ТРАНСФОРМАЦИЮ МАРШРУТНЫХ СИСТЕМ КРУПНЫХ ГОРОДОВ?

Открытое письмо главе администрации г. Екатеринбурга

**Georgy (Gera) Taubkin, M.S.
Senior Transit Planner, WSP Canada Inc.**

Добрый день, уважаемый Александр Эдмундович!

Меня зовут Георгий Таубкин. Я работаю в большой международной компании WSP (Канада, Торонто – около 40 000 работников) и занимаюсь разработкой маршрутных сетей пассажирского транспор-

та – в Северной Америке, Европе. До этого 12 лет трудился начальником отдела планирования в крупной (1500 автобусов) транспортной компании, обслуживающей Тель Авив и окрестности. В последние годы сотрудничаю с рядом столиц, например с Москвой и Алматы. В декабре 2015 г. по предложению известного специалиста по транспортным системам городов и Вашего земляка С.А. Ваксмана выступал (в режиме видеоконференции) на Международной Екатеринбургской конференции по Комплексным Транспортным Схемам. Семен Аронович так же привлёк меня к работе над сборником транспортной направленности «Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния» международной ежегодной конференции, которой он руководит в Свердловске/Екатеринбурге уже 30 лет (www.waksman.ru), и в котором публикуются теперь мои статьи. «Прикоснувшись» к Вашему немаленькому городу, я с удивлением обнаружил, каким странным образом идёт проект совершенствования его маршрутной системы. Я почитал доступные в ИНТЕРНЕТЕ материалы, познакомился с аналитическими выкладками ваших ребят из блогерского сообщества, а также с заметками моего американского соседа господина Уокера и очень захотел изложить свои сомнения и предоставить Вам альтернативные подходы и методы, которых Ваш город достоин.

Некоторые параграфы данного очень встревожили меня - не знаю к какому разряду их отнести – то ли проблемы перевода, то ли несоответствующее знание предмета, то ли неуважение к заказчику (см. приводимые ниже Комментарии).

Я примерно представляю стиль работы при таком подходе – пишется документ, содержащий некие спорные измышления, затем собираются представители предприятий заказчика на несколько дней в закрытом помещении и высказывают накопленные их опытом предложения (необязательно, кстати, следующие постулатам документа). Консультант сводит их в одну бумагу – и план готов. Все довольны – ведь это общее творение. Проблема только в деньгах налогоплательщиков и качестве их обслуживания.

Как показывает практика – лучше ещё раз всё проверить на космодроме, чем ждать падения ракеты после запуска.

Georgy (Gera) Taubkin, M.S.

Комментарии к документу: Отчёт об альтернативах в общественном транспорте Екатеринбурга. Фонд содействия развитию городов «Город.PRO»

Обсуждаемый документ, конечно, имеет и позитивные и негативные стороны. Мне кажется, что в данном случае негативная составляющая вводит в заблуждение руководство города о процессе транспортного планирования и может привести к нежелательным последствиям. В качестве крупных «негативов» данного документа я бы наметил следующие:

1. Создаётся устойчивое впечатление, что **авторы повернули вспять цепочку АНАЛИЗ → ВЫВОДЫ**. Видно, что отчёт всеми правдами и (что особенно недопустимо) неправдами стремится доказать **заранее сформулированные НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**. По мнению авторов, главные киты это:

- короткие, мощные и прямые маршруты;
- может и не любовь, но уважение к пересадкам между маршрутами с одинаковой скоростью движения;
- снижение дублирования и ставка на моно-маршрутную структуру (одна улица – один маршрут).

Аналогичные рецепты авторы выписывают практически всем городам. Хочу отметить, что американские города имеют существенные отличия от Российских (этажность застройки, взаиморасположение жилых и промышленных зон, отношение жителей к общественному транспорту и т.д.). Да и весом Общественного Транспорта в общем объёме передвижений американские города похвастаться не могут. Поэтому хоть выводы внешне звучат солидно, но не бесспорно, а доказательства, приведённые в отчёте, не всегда выдерживают критики (скорее практически никогда её не выдерживают – с этим согласится большинство моих североамериканских коллег).

2. Конечно, правильно и отрадно, что отчёт начат с **анализа рынка**. Обидно, что **этот анализ прервался на самых начальных стадиях**. Ведь в процессе транспортного планирования информация о населении, значительных местах притяжения поездов, рабочих местах относится к разряду подготовки исходных данных для **оценки и описания транспортных потребностей – корреспонден-**

денций между районами города. Именно эта задача является первичной, при модификации сети города, и именно **матрицы корреспонденций** описывают транспортную картину и позволяют судить о предпочтительном типе маршрутной системы: поли- или моноцентрическая, грид или радиальная, построенная на длинных или коротких маршрутах, развитие скоростных видов сообщения и т.д. **Могу сказать: ни одно доказательство из приведённого отчёта не может быть рассмотрено без базирования на данных о потребностях в корреспонденциях.**

3. Отчёт совсем не принимает во внимание **существующую транспортную инфраструктуру города**. Очевидно, что перемаршрутизация невозможна без учёта наличия и вместимости ОРП (отстойно-разворотных площадок). Да и расписание движения подвижного состава тоже немало зависит от наличия мест для межрейсовых отстоев или технологических отстоев.

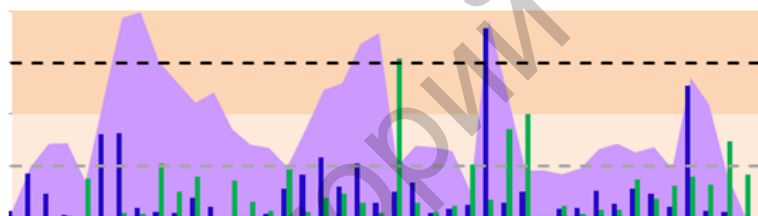
Вложение 1. Спорные аргументы – короткий или длинный маршрут.

Короткие маршруты имеют тенденцию к большей производительности, так как на них очень высок коэффициент сменяемости. В этой связи особенно выделяется Уралмаш, где местные короткие маршруты используются жителями для поездок по району, а также, вероятно, до станций метро. Это означает, что короткие маршруты с низкой производительностью следует считать особенно слабыми, а длинные маршруты с высокой производительностью – особенно успешными.

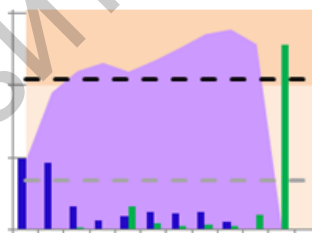
Вообще то, высокую производительность имеют маршруты, проложенные вдоль векторов транспортных потребностей, либо играющие роль доставки пассажиров к разным видам скоростного транспорта. Это могут быть маршруты разной длины. **Особенно удивляет объяснение авторов – короткие маршруты имеют высокий коэффициент сменяемости.** Как раз наоборот – **длинные маршруты характеризуются сменяемостью** – так как они многоцелевые и перевозят зачастую различные группы пассажиров «незнакомых» между собой. И это, действительно, очень продуктивно - при большом объёме пассажиров на таких маршрутах относительно невысока загрузка, что позволяет держать на них небольшое количество подвижного состава (ограничения только по стандартам интервалов движения). Короткие же маршруты сильны только в случае наличия крупного объекта притяжения – метро, завод и т.д. Сменяемость на них мини-

мальна – в основном это посадка на всём протяжении маршрута с высадкой почти всех пассажиров на пункте притяжения. **Пассажиры на таких коротких маршрутах не сменяются, а аккумулируются** – что приводит к значительному пассажиропотоку в максимальном сечении и требует подвижной состав.

Я не являюсь защитником ни коротких, ни длинных маршрутов. Это как спор, кого больше любишь – папу или маму. Каждый имеет свою целевую функцию как часть общей системы. Но строить систему на эфемерном превосходстве «коротких», а не на реальных транспортных и операционных потребностях и транспортной инфраструктуре, не на реальной географии города – это похоже на шаманство. Хотя я прекрасно знаю нелюбовь многих операторов к длинным маршрутам, но знаю и то, что иногда они создаются только из-за нехватки ОРП (отстойно-разворотных площадок).



Длинный многоцелевой маршрут



Короткий одноцелевой маршрут

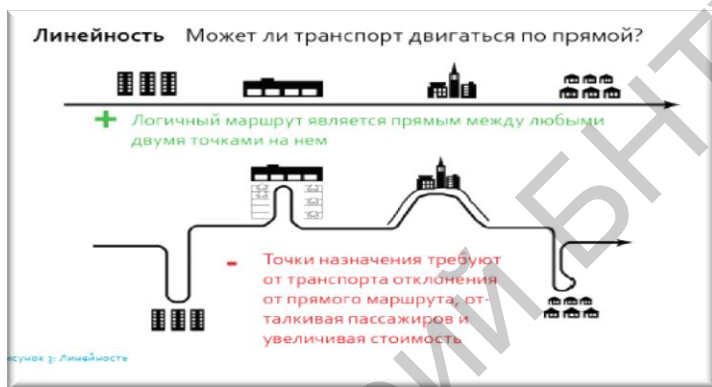
Синие столбики – вход, зелёные – выход.

Сиреневая площадь – заполнение салона

Вложение 2. Спорные аргументы – линейность.

Перечитал этот абзац несколько раз – не мог поверить, что я не забыл русский язык.

Во-первых, аксиомы геометрии говорят, что если между всеми точками некой траектории прямая линия, то эта траектория прямая. Но оставим размышления над этим старику Эвклиду – вернёмся к старым добрым **транспортным потребностям**. **Логичной является минимизация времени на передвижение пассажиров от пунктов отправления до пунктов назначения.**

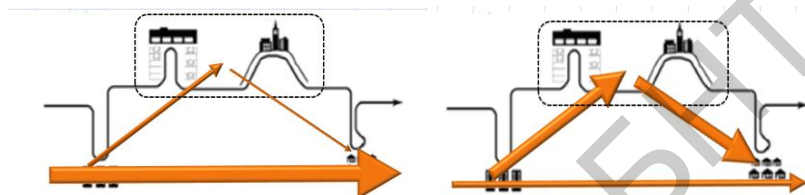


Конечно, было бы здорово обслуживать такой город, где все эти пункты можно разместить на одной прямой – но увы, даже в относительно новых американских городах такого люкса не найти. Видимо авторы имеют ввиду обслуживание городов с дорожно-уличной сетью типа «грид». Действительно, там строят длинные (*подчеркну – длинные*) маршруты «север-юг» и «запад-восток». Это обуславливается уличной сетью, знанием жителей основных перекрёстков (*меня так и спрашивают – у какого интерсектиона ты живёшь*) и при этом такая сеть не всегда является эффективным решением. Поэтому именно транспортные потребности диктуют сеть. Прямолинейность не функция географии и геометрии, а функция времени – дать более сильным потребностям более скоростную связь, где время передвижения учитывает все ингредиенты:

- пешая доступность (функция покрытия транспортом с учётом интенсивности и адресности);
- ожидание (функция интервалов);
- проезд в подвижном составе (функция географической прямолинейности для разных потребностных векторов и скорости);

- пересадки (функция связности и координации).

Рассмотрим пример из изучаемого отчёта. Допустим, всё было хорошо – и наш сервис был прямолинеен как стрела местных американских жителей. Вдруг некие, неизвестные с теорией транспортной прямолинейности застройщики, возвели к северу от нашего маршрута либо микрорайон, либо учебный / индустриальный/торговый объект. И подавай им транспортное обслуживание.



И тут возникают разные решения, которые базируются именно на **потребностях** (показаны стрелками). Если сквозные потребности значительнее, то искривление маршрута на север приведёт к увеличению общего времени поездок. Но если новый район генерирует относительно большую потребность – заезд туда может быть богоугодным делом. Конечно, тут надо просчитывать каждое решение (*отклонение маршрута, введение нового маршрута, введение подвозочного маршрута...*) и провести стоимостно-функциональный анализ:

- сколько потребуется подвижного состава, километров и часов (стоимостная сторона);
- каким группам пассажиров будет снижен или повышен или не изменён уровень обслуживания по времени и комфортности поездки (функциональная сторона).

Такой расчёт не тривиален, требует данных и инструментов (которые могут быть не обязательно дорогими и сложными), но без него делать инвестиции в модификацию сети – мягко говоря не желательно, особенно базирясь на спорных высказываниях.

Приведу простой пример – годовые затраты на работу одного автобуса могут оцениваться (в зависимости от страны) более 100,000 \$. То есть стоит потратить даже месяц на одну такую задачку, чтобы не ввести новый ненужный автобус или сократить действующий, используя его в более требуемом районе.

Вложение 3. Спорные аргументы – частота движения.

Как мы могли наблюдать на предыдущих схемах, на производительность влияют многие факторы, включая специфику территории, обслуживаемой маршрутом, длину маршрута и провозную способность подвижного состава. Тем не менее, несмотря на все эти факторы, тренд можно заметить по крайней мере у троллейбусов и автобусов: высокая частота движения коррелирует с высокой производительностью.

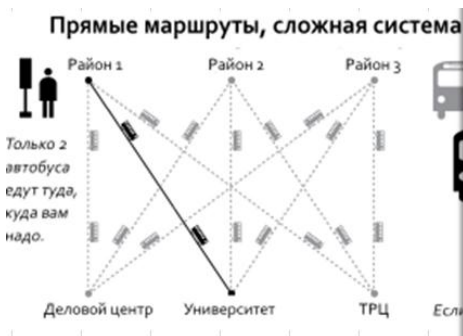
Конечно, все перечисленные факторы важны и влиятельны. Но всё-таки - на производительность, прежде всего, влияет построение эффективной маршрутной системы «вдоль векторов транспортных потребностей». Использование правила – «больше частота – больше пассажиров» – является, с одной стороны, признаком незнания планировщиками своего города (дадим пересадки – пассажиры на перекладных доберутся), с другой стороны, – опять искажает причинно следственную связь.

Когда то наши предшественники – планировщики из прошлого разрабатывали схему маршрутов и давали частоту туда, где была потребность. После них были другие, которые снимали ресурсы с низкопроизводительных маршрутов и перекидывали их на более пассажирообразующие. Так, шаг за шагом, «выковывались» маршруты с высокой частотой и производительностью. То есть работает цепочка ПОТРЕБНОСТЬ → ЧАСТОТА, а не наоборот. Конечно, существует некий корректирующий фактор – поеду-ка я не в этот торговый центр, а в другой (куда маршруты почаще), но это именно корректирующий, а не образующий.

Поэтому корреляция есть, но, как нас учили учёные-статистики, каждая корреляция должна быть правильно объяснена. Если открыть мощный маршрут в пустыне – мы не сможем гордиться его производительностью.

Вложение 4. Спорные аргументы – пересадочность.

Авторы отчёта предлагают для защиты пересадочности следующую аргументацию:



Представьте себе упрощенную модель города с тремя жилыми районами (в верхней части карты) и тремя точками притяжения (в нижней).

Если мы предположим, что каждому району нужен прямой маршрут к каждой точке притяжения, у нас получится система из 9 маршрутов: по одному из каждого жилого района к каждому центру активности.

Предположим, что мы можем позволить себе частоту движения 30 минут на этих маршрутах, а также, что поездка по каждому из маршрутов занимает 20 минут.

Общее среднее время поездки будет состоять из:

- Ожидания продолжительностью в среднем 15 минут, из-за 30-минутной частоты движения.
- Поездки продолжительностью 20 минут.

и составит 35 минут. Максимальное общее время поездки при этом составит 50 минут.

Во-первых, это упрощённая, но полностью не реальная модель – и особенно для российских городов. Во-вторых, трудно представить, что все такие 9 маршрутов имеют одинаковую длину и время поездки (это ключевое допущение сводящее на нет дальнейшие выкладки). В-третьих, исключаются транспортные потребности между жилыми районами. В-четвёртых, для пропагандистов мономаршрутной системы даже данные подобраны странно: каждый маршрут – 40 минут оборот, при 10-минутных интервалах необходимо составление, такого ненавистного авторам, межмаршрутного расписания. Получается 12 автобусов на 9 маршрутов.

Далее авторы дают средство, улучшающее и упрощающее систему:



Теперь представим себе другой подход, показанный на второй диаграмме. Вместо девяти маршрутов, запустим только три. Каждый из этих маршрутов будет идти из одного из районов в один из центров активности. Все три маршрута будут пересекаться посередине в точке пересадки.

Из-за того, что у нас теперь три маршрута вместо девяти, мы можем увеличить частоту движения в три раза. Теперь транспорт будет ходить каждые 10 минут вместо каждых 30 минут.

Поэтому общее среднее время поездки будет состоять из:

- Ожидания продолжительностью 5 минут, из-за 10-минутной частоты движения.
- Поездки продолжительностью 10 минут до точки пересадки.
- Ожидания продолжительностью 5 минут в точке пересадки, из-за 10-минутной частоты движения.
- Поездки продолжительностью 10 минут до точки назначения

и составит 30 минут. Максимальное общее время поездки при этом составит 40 минут.

Теперь на каждый из трёх маршрутов (40 минут оборот) приходится 4 автобуса. Доказательство авторов о снижении общего времени поездки базируется на 3-х аспектах:

- **все маршруты равны по времени поездки в автобусе**

Время поездки из Района 1 в Деловой Центр (20 минут) равно времени по 2-м пересадочным маршрутам (10 минут + 10 минут)

Легко доказать, что типичная ситуация - когда сумма поездок в автобусах 2-х пересадочных маршрутов превышает время поездки в автобусе прямого маршрута. Поэтому снижение времени ожидания зачастую компенсируется либо даже превышает за счёт увеличения времени нахождения в подвижном составе



- **пересадка комфортна и нет никаких штрафов за неудобства**

Во всех серьёзных моделях дают штрафные минуты за необходимость пересадки.

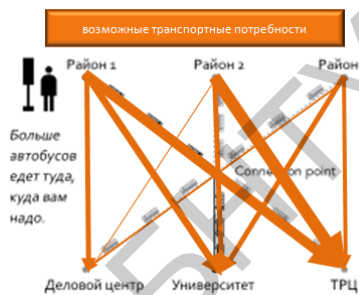
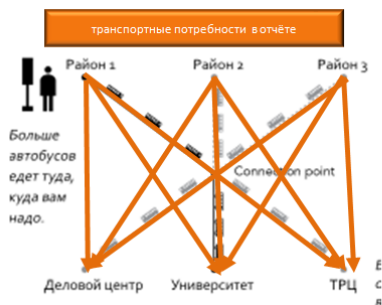
- **игнорируются связи между жилыми районами и вообще сервис в районах между нашими объектами**

Я понимаю – схематично, но есть предел упрощению. Данная схема – просто насмешка.

- **все векторы транспортной потребности равны**

Это также нереально, как и равные расстояния. Зная потребности можно и упростить и улучшить систему и свести к минимуму пересадки. Посмотрите схему ниже. Конечно, она тоже очень эфимерна – и я бы никогда не позволил себе её приводить в доказательство заказчику – но, как говорили пацаны в московских подворотнях, – не я первый начал.

В общем, только про эту схемку можно писать бесконечно; более того, для таких упрощений можно привести простые формулы из пятого класса и по ним всё показать – я стесняюсь это делать для серьёзного города



Пересадки, простая система



Пересадки - не для всех



Прямой рейс

$$Td = W + R = I/2 + L/V.$$

Пересадочный рейс

$$Tt = W1 + R1 + W2 + R2 = I1 + (L1 + L2)/V,$$

где Td, Tt – общее время прямого/пересадочного сообщения;

W – ожидание;

R – поездка в подвижном составе;

I – интервал движения;

L – длина;

V – скорость.

Поступила 15 мая 2016 г.