

К вопросу о моделировании системы парковок
(To the problem of parking system modeling)
А.Б. Куприянова, А.Г. Левашев, А.Ю. Михайлов

В статье затронут вопрос о необходимости изучения влияния парковок на подвижность населения и рассмотрены возможности моделирования системы удерживающих парковок

Постоянный рост уровня автомобилизации (до 10% в год и более) и недостаточный уровень транспортного обслуживания населения, способствующий снижению привлекательности системы городского пассажирского транспорта (ГПТ), приводят к увеличению нагрузок (интенсивностей движения) на городскую транспортную сеть (ГТС). Основными проблемами, сопутствующими увеличению интенсивности движения транспорта, являются чрезмерные задержки на пересечениях (регулируемых, нерегулируемых), снижение пропускной способности остановок общественного транспорта, снижение уровня транспортного обслуживания населения системой ГПТ, перегруженность центров городов. При этом последняя из перечисленных проблем включает в себя все остальные и в последнее время становится все более и более актуальной во всем мире.

Учитывая то, что во многих странах система парковок является мощным инструментом регулирования подвижности населения с использованием индивидуального транспорта, по мнению многих авторов, именно интеграция знаний в области парковки в процессе транспортного планирования в значительной степени может решить проблему перегруженности центров городов. Растущий в последнее время интерес к изучению влияния парковок на подвижность населения отражается в постоянно увеличивающемся количестве научно-исследовательских работ по изучению формирования спроса на парковку. При этом наибольшее значение для тех, кто формирует транспортную политику, представляет то, что парковки действительно влияют на формирование транспортных потоков, и, что применение платы за парковку уже зарекомендовало себя как хороший источник доходов и эффективное средство регулирования спроса на парковку. Поэтому в странах, где сформировалась ценовая политика в области парковки, последний аспект уже не требует долгих обсуждений. Даже, если возникает потребность изучения новых видов деятельности населения и введения соответствующих типов парковки, необходимые шаги для этого принципиально уже известны.

К основным мерам, с помощью которых может формироваться городская политика в области парковки, относят:

- снижение спроса на парковку в районах с развитой системой общественного транспорта;
- снижение количества мест уличного паркования, введение дифференцированной системы платы за парковку (которая может быть выгодной для одних пользователей и невыгодной для других);
- увеличение стоимости паркования и увеличение территории, где взимается плата за парковку;
- ограничение паркования по продолжительности;
- создание или ликвидация внеуличных парковок;
- совершенствование системы контроля за нарушителями, паркующими в неполюженном месте, включая увеличения размера штрафов;
- создание системы удерживающих парковок (Park and Ride System);
- совершенствование системы оповещения о наличии свободных парковочных мест с использованием радио или других информационных систем.

Одним из основных направлений Транспортной Лаборатории ИрГТУ (**TLISTU**), является освоение и систематизация знаний в области паркования. Результатами работы лаборатории в данном направлении являются исследование производительности стоянок и определяющих ее параметров [1], а также исследование в области формирования тарифной политики с учетом уличных и внеуличных парковок [2]. В качестве дальнейшего развития этой темы планируются исследования влияния политики в области паркования на подвижность населения, исследования в области формирования норм на выделения необходимого количества мест паркования для различных видов объектов массового тяготения, а также исследования в области применения системы удерживающих стоянок.

При этом проблема использования удерживающих стоянок является одной из наиболее актуальных. Это обуславливается тем, что Иркутск, как и многие другие города, столкнулся с явлением downtown, когда значительная доля объектов массового тяготения размещена в центре города. В результате характерной особенностью центров таких городов, как Иркутск, является их перегруженность.

Одним из наиболее эффективных способов изучения области парковки является моделирование системы парковок. Анализ специальной литературы [4] показал, что специалисты разных стран в процессе формирования спроса на поездки рассматривают парковки как жесткое ограничение (количество поездок в определенный район зависит от общего количества мест парковки в рассматриваемом районе) и как ценовой фактор в обобщенных затратах на передвижение. Эти два положения являются основными при разработке моделей, учитывающих систему парковки.

Одним из наиболее ярких примеров работ, в которых рассматривалось моделирование системы парковок в районе центра города, является работа авторов R. Arnott и J. Rowse [3]. В этой работе рассмотрена оптимизационная модель, где целевой функцией, L , являлись общие затраты на передвижение:

$$L(\tilde{x}, \bar{x}, P, d) = \frac{1}{\tilde{x}} \left[\int_0^{\tilde{x}} T_1(x) dx + \int_{\tilde{x}}^{\bar{x}} T_2(x, P, d) dx \right] + l + \frac{\pi r}{\mu \bar{x}} \quad (1)$$

где L – общие затраты времени на передвижение; \tilde{x} – максимальная длина передвижения пешком; \bar{x} – максимальная длина поездки с использованием автомобиля; x – расстояние от центра, определяющее место зарождения поездки в центр; $T_i(x)$ – ожидаемые затраты времени на передвижение от x к центру города и обратно с использованием i -го вида транспорта ($i = 1$ – передвижение пешком; $i = 2$ – передвижение с использованием автомобиля); P – средняя плотность размещения парковочных мест на сети города; d – расстояние, с которого водитель начинает поиск парковочного места; l – время, затрачиваемое на посещение объекта тяготения, в течение которого автомобиль находится на стоянке; $\frac{\pi r}{\mu \bar{x}}$ – параметр, учитывающий возникновение потребности в поездках в центр города, исходя из за-

данной авторами планировочной структуры города и плотности ГТС.

R. Arnott и J. Rowse в своей модели рассмотрели два конкурирующих способа передвижения: передвижение пешком, $T_1(x)$, и передвижение с использованием автомобиля, $T_2(x)$. Одним из основных ограничений при этом было следующее условие: $T(x) = T_1(x)$ при $x \leq \tilde{x}$ и $T(x) = T_2(x)$ для $x \in (\tilde{x}, \bar{x})$. Ожидаемые затраты времени на передвижение пешком и с использованием автомобиля были выражены формулами (2) и (3) соответственно:

$$T_1 = \frac{2x}{w}, \quad (2)$$

$$T_2(x, P, d) = \frac{2x}{v} + \frac{4e^{-Pd}}{wP} + 2 \left(d - \frac{1}{P} \right) \left(\frac{1}{w} - \frac{1}{v} \right), \quad (3)$$

где v – скорость движения автомобилей; w – скорость движения пешеходов.

Используя данную модель, авторы получили различные оптимальные состояния системы парковки с учетом разделения передвижений по их способу. При этом в качестве оптимальных состояний рассматривались следующие:

- минимум затрат населения на передвижение для ограниченного числа мест парковки и при отсутствии платы за паркование (разделение передвижений по их способу);
- минимум затрат населения на передвижение при условии максимального удовлетворения спроса на поездки в центр (выбор оптимального количества мест парковки);
- минимум затрат населения на передвижение для ограниченного числа мест парковки при взимании определенной платы за паркование (разделение передвижений по их способу с учетом влияния стоимости парковки на выбор способа передвижения).

Авторы настоящей статьи считают, что возможны и другие способы формализованного описания функционирования транспорта, обслуживающего центральную часть города. В частности представляет практический и научный интерес обслуживание центра маршрутным ГПТ при наличии удерживающих парковок. При этом **под системой удерживающих парковок понимается** группа внеуличных парковок размещенных по границе территории центра города, въезд в которую на индивидуальном транспорте разрешен только специальным группам пользователей (например, служебные автомобили) или за высокую плату и находящихся вблизи остановок общественного транспорта.

В качестве конкурирующих способов передвижения предлагается применять передвижение с использованием общественного транспорта и передвижение с использованием индивидуального транспорта и системы удерживающих парковок. Варианты передвижений представлены на рис. 1.

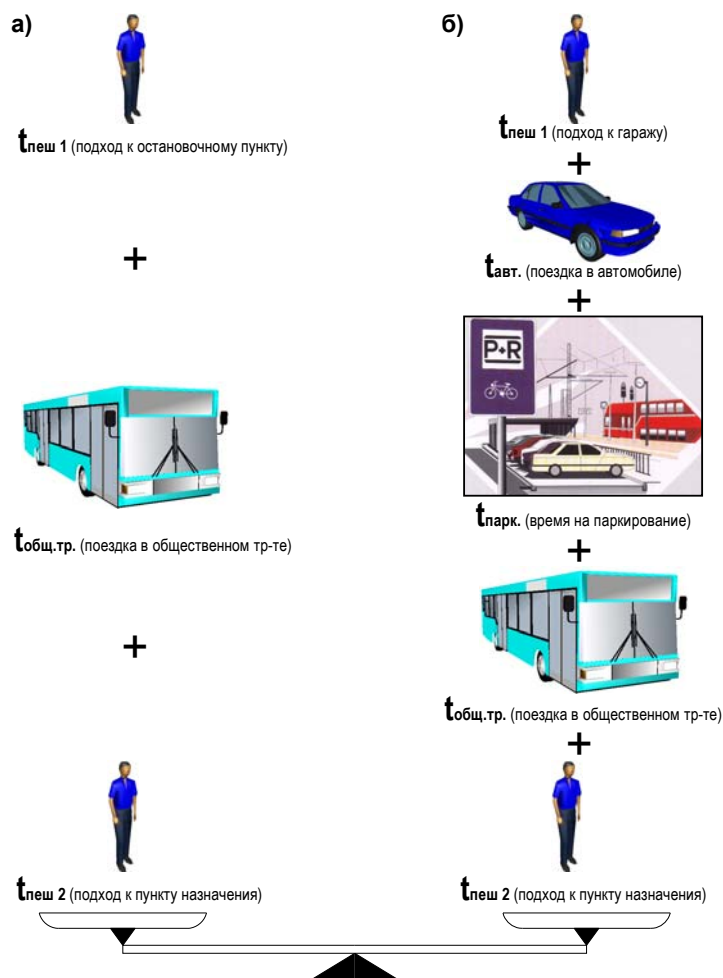


Рис. 1. Разделение поездок в центр города с использованием: а) общественного транспорта и б) индивидуального транспорта и системы удерживающих парковок (P+R System)

Задачей моделирования такой транспортной системы является минимизация общих затрат населения на передвижения в центр города при различных ограничениях. При этом ожидаемые затраты времени на передвижения с использованием общественного и индивидуального транспорта могут быть определены по формулам (4) и (5) соответственно:

$$T_1 = t_{\text{пеш.1}} + t_{\text{общ.}} + t_{\text{пеш.2}}, \quad (4)$$

$$T_2 = t_{\text{пеш.1}} + t_{\text{авт.}} + t_{\text{парк.}} + t_{\text{общ.}} + t_{\text{пеш.2}}, \quad (5)$$

где T_i – предполагаемые затраты времени на передвижение i -ым способом ($i = 1$ – на общественном транспорте; $i = 2$ – с использованием индивидуального транспорта и системы удерживающих парковок); $t_{\text{пеш.1}}$, $t_{\text{пеш.2}}$, $t_{\text{общ.}}$, $t_{\text{авт.}}$, $t_{\text{парк.}}$ – соответственно время на подход к остановочному пункту или гаражу, время на подход к пункту назначения, время поездки на общественном транспорте (от остановочного пункта отправления или от остановочного пункта в районе удерживающей парковки), время поездки на индивидуальном транспорте от гаража до удерживающей парковки и время, связанное с затратами на паркирование и подход к остановочному пункту в зоне удерживающей парковки и ожидание общественного транспорта.

Следует отметить, что время на подход к остановочному пункту или к пункту назначения зависит от плотности улично-дорожной сети (УДС), а спрос на передвижения зависит от таких факторов, как структура населения, планировочная структура города, законы распределения поездок населения по длине (по времени) поездки (функции тяготения) с разделением по видам транспорта и уровня автомобилизации. Перечисленные характеристики, а также уровень стоимости проезда и уровень платы за паркирование могут быть использованы в качестве исходных данных, устанавливая ограничения на которые можно получить такие оптимальные состояния ГТС (для существующего или прогнозируемого уровня автомобилизации), как

- минимум затрат населения с разделением поездок по способам передвижения при ограниченном уровне стоимости за проезд и тарифах на паркирование;
- минимум затрат населения и максимальная прибыль от общественного транспорта и системы парковок при ограниченном количестве парковочных мест и др.

Разработка подходов к моделированию системы удерживающих парковок проводится в рамках диссертационного исследования. Ожидаемым результатом данной работы является инструмент, который может быть использован при формировании и реализации транспортной политики города.

По мнению авторов, исследование подходов к моделированию системы парковок является одним из основных направлений в области исследования влияния паркирования на подвижность населения. Развитие моделей парковок позволит не только определить количество удерживающих парковок и их емкость и удаленность от центра, но и определить, насколько будут эффективны альтернативные политики развития транспортной системы. Например, использование таких моделей позволит определить, насколько будет эффективнее удовлетворение спроса на паркирование с помощью увеличения парковочных мест в центре города по сравнению с развитием системы удерживающих парковок. Затраты на передвижение с использованием индивидуального транспорта при этом будут зависеть от времени на поиск свободного парковочного места, которое в свою очередь будет определяться соотношением предложения и спроса на паркирование и уровнем загрузки УДС в центре города.

Литература

1. Тарасюк Ю.В. Повышение эффективности функционирования стоянок автомобильного транспорта: Дис. ... канд. техн. наук: - Иркутск, 2004.-238 с.
2. Фадеев Д.С. Разработка методов оценки и моделирование инвестиционной деятельности в парковочном комплексе крупных городов: Дис. ... канд. экон. наук: - Иркутск, 2005.-152 с.
3. Arnott, R., Rowse, J., 1999, Modeling parking // Journal of urban economics, 45 (1), pp. 97-124.
4. Gillen, D.W., parking policy, parking location decisions and the distribution of congestion // transportation 7, 1978, pp. 69-85.