

ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

М.Р. Якимов

Пермский государственный технический университет

Предложен новый подход к оценке качества функционирования транспортной системы города. Дано описание основных шагов алгоритма получения обобщенных характеристик качества транспортного предложения. В качестве одного из инструментов оценки предложен новый динамический параметр, связывающий характеристики отдельной городской территории и потенциальный объем моторизованного движения через эту территорию.

Снижение эффективности функционирования действующей транспортной системы города обусловлено возрастанием транспортных издержек – с одной стороны, и одновременным значительным увеличением ресурсного потребления системой – с другой. Это, по определению, приводит к возникновению социального и природного дисбалансов функционирования транспортной системы на урбанизированных территориях, которые, в свою очередь, выступают естественными ограничителями развития всех несбалансированных систем.

Сложившаяся практика развития современных городов не предполагает механизмов естественной балансировки функционирования и развития транспортных систем. Множество факторов и конфликтующих интересов различных подсистем жизнеобеспечения города порождает развитие негативных явлений – как в пространстве города, на отдельных ее территориях, так и в пространстве времени, в различные временные отрезки существования городских территорий [1, 2]. В данных условиях в крупных городах представляется интересной возможность создания эффективной, безопасной, экологически устойчивой транспортной системы.

В этом аспекте интересен поиск обобщенных критериев оценки функционирования транспортной системы крупного города. Наряду с привычными, знакомыми по классическим исследованиям ведущих российских и зарубежных ученых критериями оценки качества и перспектив развития транспортных систем городов, а также методами их

получения обработки и анализа предлагается использовать ряд новых подходов.

В качестве обобщенного критерия оценки качества функционирования действующей улично-дорожной сети (УДС), а также качества принимаемых управленческих решений по ее модернизации и развитию предусматривается такой показатель, как время реализации транспортной потребности (время поездки). При построенных моделях распределения транспортного спроса на передвижения не составляет труда оценить минимальный параметр суммарного времени реализации всех суточных городских транспортных корреспонденций, построив при этом так называемую «идеальную сеть». Для этого необходимо знать лишь пространственное распределение всего суточного объема транспортного спроса. Имея в плане города геометрическую привязку центров генерации и потребления транспортных потоков, транспортных районов, можно представить графическую интерпретацию «идеальной сети» (рис. 1, 2).

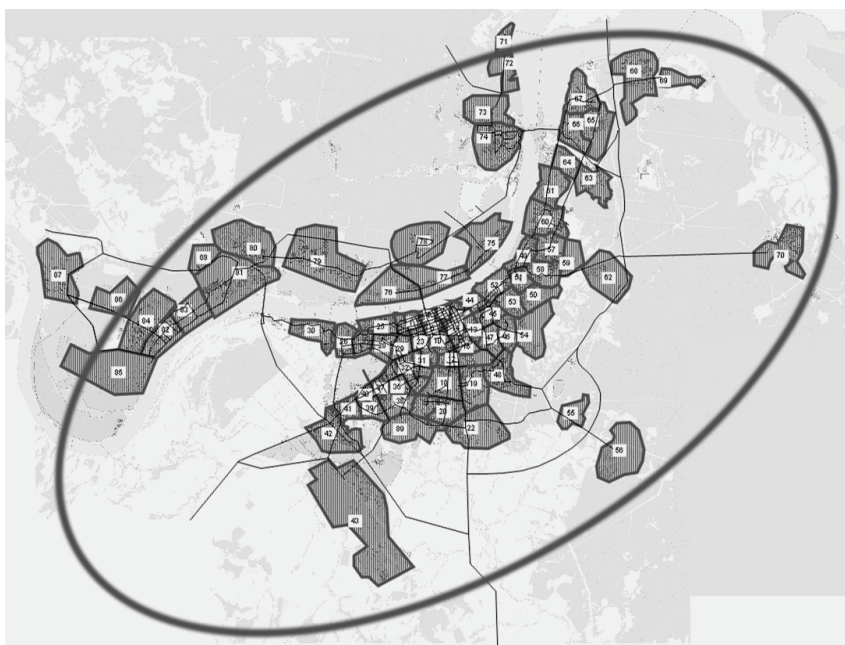


Рис. 1. Графическое представление мест генерации и потребления транспортных потоков по территории г. Перми в транспортной модели города

Именно этот параметр – время реализации транспортных корреспонденций – будет являться целью пространственного развития города

и формирования его транспортной системы. Полученные значения времени реализации транспортных корреспонденций на «идеальной сети» в масштабах всего города по различным группам передвижений и видам транспорта соотносятся с существующими параметрами транспортного предложения городской транспортной системы, основными из которых являются пространственное распределение и связность существующей УДС города и имеющийся в наличии объем и технические параметры парка транспортных средств, зарегистрированных и эксплуатируемых в городе.

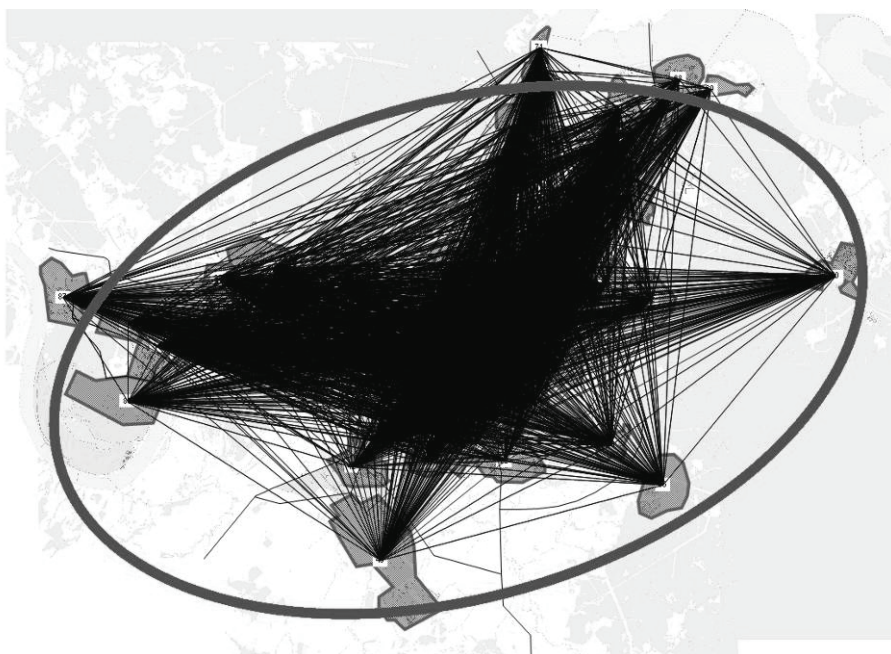


Рис. 2. Графическая интерпретация «идеальной транспортной сети» города Перми в транспортной модели города

Фактическое значение целевого показателя «время реализации транспортных корреспонденций» находится на реальном графе УДС города (рис. 3). Проведенный на этом этапе сравнительный совместный анализ транспортного спроса и транспортного предложения для «идеальной сети» и на реальном графе УДС города позволит дать оценку мероприятиям в области транспортного планирования города. Критерием оценки пространственного планирования транспортной системы города будет выступать все то же время реализации транспортных корреспонденций.



Рис. 3. Граф реальной УДС города Перми
в транспортной модели города



Рис. 4. Пространственное распределение транспортного спроса
на графе УДС в транспортной модели города

Для его получения необходимо проведение пространственного анализа качества и связности существующей УДС города с получением на конечном шаге матрицы затрат на реализацию корреспонденций, в данном случае, в свободной или «пустой» сети.

Заключительная стадия пространственного анализа качества городской транспортной системы предполагает построение пространственного распределения транспортного спроса на сложившемся транспортном предложении (реальном графе УДС города, составе и структуре городских транспортных потоков) (рис. 4). На этом этапе при построении пространственного распределения учитывается весь комплекс технических (количество полос движения, расчетная скорость движения, наличие средств регулирования движения) и эксплуатационных (скорость и пропускная способность отдельных участков и узлов УДС) параметров дорожно-транспортного комплекса города.

Результатом построения распределения будет также матрица временных затрат на реализацию всех городских транспортных корреспонденций по различным видам перемещений, реализуемых различными видами транспорта. Заполнение сети происходит путем итерационной процедуры расчета, основанной на достижении, в конечном итоге, равновесных затрат всеми участниками дорожного движения при реализации своего транспортного спроса. При этом в качестве основного критерия затрат выступает все то же время реализации транспортных корреспонденций, а в качестве основного определяющего соотношения связи различных параметров, участвующих в расчете, – основная диаграмма транспортного потока.

Полученные на заключительном этапе значения временных затрат на реализацию отдельных транспортных корреспонденций при совместном анализе с затратами в свободной или «пустой» сети позволяют, кроме того, оценить мероприятия в области организации дорожного движения на существующей УДС города.

При анализе взаимного влияния параметров функционирования дорожно-транспортного комплекса города и отдельных городских территорий потребуются введение нового дополнительного параметра под условным названием «транспортная зависимость территории». В отличие от статических параметров, таких как автомобилизация населения или моторизация территории, или динамических наблюдаемых либо расчетных параметров (интенсивности, скорости и плотности транспортных потоков), транспортная зависимость территории – это однозначно и точно определяемый расчетным путем динамический параметр. Размерность параметра транспортных средств – км/сут. Это параметр, связывающий статические и динамические параметры, описывающие действующую транспортную систему города.

Задача расчета параметра транспортной зависимости территорий для произвольных областей может решаться как численно, так и аналитически – методом геометрического погружения.

Пусть T – множество точек координат центров тяжести (центров притяжения) транспортных районов города. $T = t_1, t_2, \dots, t_n$. Город разделен на n транспортных районов. Координаты центров районов:

$$\vec{X}_t = \begin{Bmatrix} x_{t1} \\ x_{t2} \\ \vdots \\ x_{tn} \end{Bmatrix}, \quad \vec{Y}_t = \begin{Bmatrix} y_{t1} \\ y_{t2} \\ \vdots \\ y_{tn} \end{Bmatrix}.$$

Известна матрица пассажирских корреспонденций населения между районами города, реализуемых на автомобильном транспорте (моторизованными видами транспорта).

$$K = \begin{Bmatrix} 0 & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & 0 & \dots & k_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ k_{n1} & k_{n2} & \dots & 0 \end{Bmatrix} -$$

где k_{ij} – объем корреспонденций из i -го района в j -й за сутки (час, год, секунда).

Рассмотрим задачу отыскания предельной теоретически возможной загрузки произвольно заданной выпуклой области на территории города движением моторизованного транспорта.

Пусть область задана выпуклым многоугольником R , образованным m вершинами. Пусть известны координаты вершин многоугольника

$$\vec{X}_r = \begin{Bmatrix} x_{r1} \\ x_{r2} \\ \vdots \\ x_{rm} \end{Bmatrix}, \quad \vec{Y}_r = \begin{Bmatrix} y_{r1} \\ y_{r2} \\ \vdots \\ y_{rm} \end{Bmatrix}.$$

Задача сводится к отысканию суммы долей всех корреспонденций $J_{\text{области}}$ (автомобилей·км/сут), проходящих через заданную (исследуемую) область, при наличии идеального (полного) транспортного предложения, всего максимум $(n^2 - n)/2$ слагаемых.

$$J_{\text{области}} = l_{12}k_{12} + l_{21}k_{21} + l_{13}k_{13} + l_{31}k_{31} + \dots + l_{(n-1)n}k_{(n-1)n} + l_{n(n-1)} \cdot k_{n(n-1)},$$

где l_{ij} – временная доля корреспонденций из i -го района в j -й за сутки, реализуемая через исследуемую область при идеальном транспортном предложении.

Для понимания смысла параметра приведем его геометрическую интерпретацию (рис. 5).

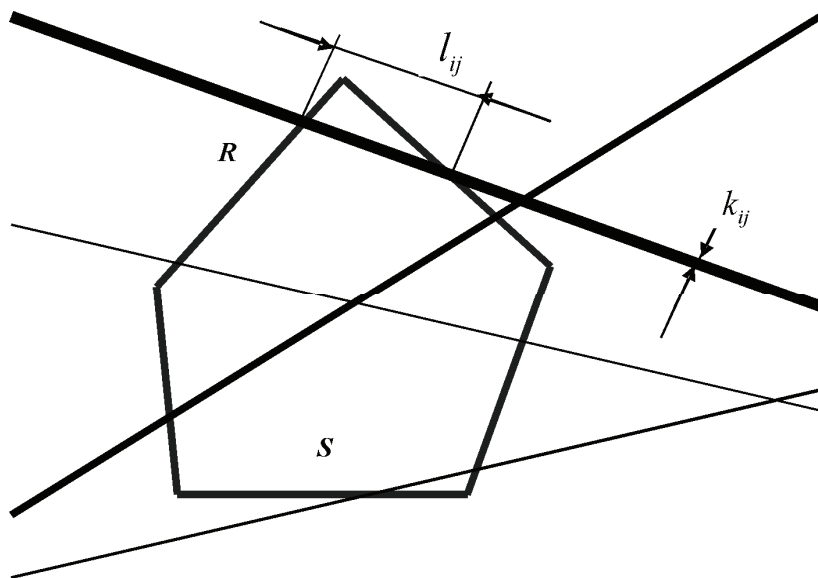


Рис. 5. Геометрическая интерпретация параметра
«транспортная зависимость территорий»

Практический смысл этого параметра заключается в том, что найденная величина для каждого конкретного участка территории города будет определять целесообразность и виды возможных административных ограничений на доступ к участкам УДС внутри данной территории и позволит, в качестве локальной задачи, например, дать теоретическое обоснование закрытия (ограничения) доступа к участкам УДС центральных районов городов.

Критериальной оценкой пороговой величины транспортной зависимости территории может выступать параметр, определяющий негативные воздействия на окружающую среду и экономические издержки. Для оценки воздействия дорожно-транспортного комплекса города на исследуемую территорию (территориальных ограничений) целесообразно использовать энергетический подход. Лимитирующими в этом случае будут параметры стационарного состояния экосистемы, определяющие качество жизни на территории, а также наличие технологий, способных обеспечить достижение этих параметров при увеличении «вливания» энергии в эту территорию. В этом случае ограничителем выступит объем энергии, затраченной на реализацию транспортных потребностей внутри каждого отдельного территориального элемента ис-

следуемой области, также существуют территориальные ограничения, связанные с возможностью реализации движения различными видами транспорта при различных ресурсных затратах.

Концепция равновесной транспортной системы крупного города основывается на методологии выравнивания нагрузки от движения моторизованного транспорта по территориям города в зависимости от расчетных параметров транспортной зависимости территорий. В этом случае исследование параметров транспортной зависимости территорий проводится на регулярной сетке в полярной системе координат. Параметр транспортной зависимости рассчитывается отдельно по каждой матрице корреспонденций по назначениям поездки и видам транспорта.

Список литературы

1. Петров В.Ю., Петухов М.Ю., Якимов М.Р. Анализ режимов работы улично-дорожной сети крупных городов на примере города Перми / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2004. – 274 с.
2. Якимов М.Р. Транспортные системы крупных городов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 144 с.

Получено 23.08.2010