

УДК 656.021, 656.027

Полтавская Юлия Олеговна,  
к.т.н., старший преподаватель кафедры «Управление на автомобильном транспорте»,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕГМЕНТАЦИИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ

Poltavskaya Y.O.

### SEGMENTATION THEORETICAL ASPECTS OF THE ROAD NETWORK FOR TRANSPORT SURVEYS

**Аннотация.** В статье приведены теоретические аспекты сегментации улично-дорожной сети: обозначены диапазоны протяженности сегментов улично-дорожной сети; сформулированы требования к минимальному объему выборки, необходимому для обследования, и пошагово описан процесс проведения сегментации.

**Ключевые слова:** улично-дорожная сеть, сегмент, секция, продолжительность движения.

**Abstract.** The article presents the theoretical aspects of the segmentation of the road network: designated length ranges of the road network segments; formulated requirements for the minimum number of segments required for the survey and the completion of the step-by-step segmentation stage.

**Keywords:** road network, segment, section, travel time.

Транспортные обследования являются одним из перспективных направлений рынка маркетинговых исследований. Результаты обследований находят применение при проектировании новых узлов транспортной системы, при оценке перспективности строительства объектов массового тяготения, для моделирования и планирования городской логистики.

Цель обследования – получение объективных и достоверных данных для анализа современного состояния и выявления тенденций и закономерностей, необходимых при разработке проектных решений. Выбор участков улично-дорожной сети (УДС) для обследования зависит, в первую очередь, от цели исследования. Если целью является оценка условий дорожного движения, то сбор данных будет в первую очередь сосредоточен на основных магистралях города. В данном случае для сбора данных выбирается относительно небольшое количество участков УДС.

Однако если цель состоит в том, чтобы охарактеризовать условия движения всего региона, тогда все основные дорожные магистрали и улицы в этом районе будут задействованы в сборе данных. Для этого необходимо разработать план для получения данных из репрезентативной выборки участков УДС.

Первым шагом исследования является определение его географических границ. Это важно, так как размер области исследования влияет на этапы его проведения. Если исследование является относительно небольшим по охвату, например, охватывая лишь ограниченное количество участков дорожной сети вблизи запланированного района улучшения дорожного движения, то, вероятно, данные о поездках могут быть собраны во всех сегментах в пределах района обследования. В том случае, если исследование охватывает гораздо более крупную сеть, например, всю основную транспортную инфраструктуру города, то маловероятно, что имеющиеся ресурсы позволят собрать данные о поездках со всех участков дорог. Тогда возникает необходимость в разработке схем выборки для выявления групп сегментов, удовлетворяющих цели исследования.

После определения географических границ исследования определяется тип рассматриваемых участков УДС. В большинстве случаев используется схема классификации, связанная с функциональным использованием конкретного участка дороги. Далее исследуемый участок УДС следует разделить на сегменты [1]. Основной целью сегментации является создание сегментов, которые имеют постоянные геометрические характеристики и условия движения, как показано на рисунке 1. Нецелесообразно проводить исследование

продолжительности движения для отдельных коротких сегментов; аналогичные и связанные сегменты должны быть сгруппированы в секции. В данном примере можно выделить три секции, состоящие из: сегмент №1, сегменты №2-3 и сегменты №4-6.

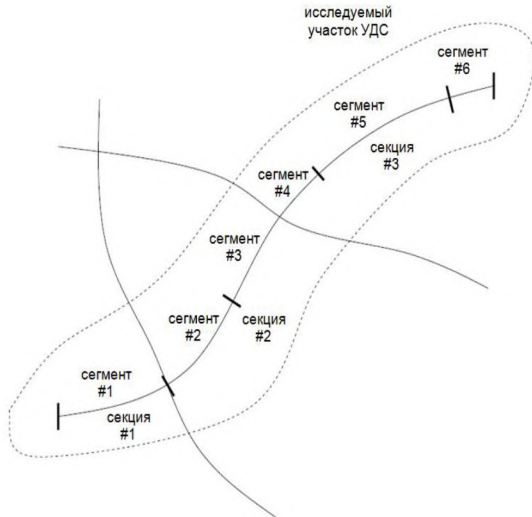


Рисунок 1 – Графическое отображение понятий «сегмент» и «секция»

Максимальная длина исследуемого участка УДС должна быть не более 32 километров, чтобы провести обследование в прямом и обратном направлении в течение пикового периода.

Чтобы облегчить сбор и анализ данных, точки сегментов должны соответствовать легко идентифицируемым элементам улично-дорожной сети. Характеристики, которые часто используются в качестве начальных и конечных точек для сегментов дороги, включают:

- основные пересечения дорог со светофорным регулированием;
- железнодорожные переезды;
- изменения в геометрическом профиле дороги;
- места, где происходят значительные изменения загруженности сети.

Если в качестве границ сегмента рассматривается пересечение основных городских магистралей со светофорным регулированием, то геометрическую середину перекрестка рекомендуется использовать как точку начала или окончания сегмента, как показано на рисунке 2.

В Руководстве по сбору данных о продолжительности движения (Travel Time Data Collection Handbook) [2] и в отчете NCHRP

398 [3] приводятся следующие рекомендации по диапазонам протяженности сегментов улично-дорожной сети:



Рисунок 2 – Определение границ сегмента на пересечении улиц

- автомагистрали / скоростные шоссе с высокой интенсивностью движения: 1,6 – 4,8 км;
- автомагистрали / скоростные шоссе с низкой интенсивностью движения: 4,8 – 8 км;
- городские улицы с высокой пропускной способностью и скоростью движения: 1,6 – 3,2 км;
- городские улицы с низкой пропускной способностью и скоростью движения: 3,2 – 4,8 км.

Хотя в рекомендациях установлены минимальные границы протяженности сегментов, в руководстве [2] указано, что выделение сегментов длиной менее 1 км может быть рассмотрено для оперативного анализа УДС с оговоркой, что такие короткие сегменты, скорее всего, потребуют выполнения большего количества поездок.

Кроме того, источником для начала проведения сегментации могут служить местные файлы данных географической информационной системы (ГИС) [4]. Система включает в себя сбор, хранение, анализ и графическую визуализацию пространственных данных и связанной с ними информации о необходимых объектах [5].

Количество сегментов для обследования УДС в общих случаях определяют по формулам (1) и (2):

$$n_0 = \left( \frac{Z_\alpha \cdot CV}{\varepsilon} \right)^2, \quad (1)$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}, \quad (2)$$

где  $n_0$  – нескорректированное требуемое количество сегментов;  $n$  – скорректированное требуемое количество сегментов;  $N$  – общее

число сегментов УДС;  $\alpha$  – параметр доверительного уровня;  $Z_\alpha$  – стандартная нормальная вариация на основе доверительного уровня  $\alpha$  для парного сравнения (таблица 1);  $CV$  – коэффициент вариации продолжительности движения;  $\varepsilon$  – допустимая погрешность измерения средней продолжительности движения.

Таблица 1 – Z-значения для доверительных уровней

Доверительные уровни	Z-значения
70 %	1,040
80 %	1,282
85 %	1,439
90 %	1,645
95 %	1,960
99 %	2,576

По уравнению (1) вычисляется минимальное количество сегментов для проведения обследования, это количество основано на предположении наличия бесконечного числа сегментов. Поскольку транспортная сеть обычно содержит конечное, то есть определенное число сегментов, для учета этого факта необходимо внести корректировку. Эта корректировка производится путем применения уравнения (2), которое уменьшает минимальное число сегментов. Рассмотрим пример, исследуемый участок УДС из 30 сегментов с коэффициентом вариации 0,15. В этом случае уравнение (1) указывает, что для получения статистически репрезентативной выборки с уровнем достоверности 95 % и допустимой погрешностью 5 % потребуется

провести обследование как минимум девяти сегментов. Затем уравнение (2) сокращает выборку сегментов до 7, тем самым учитывая, что имеется только 30 сегментов для проведения обследования.

Таким образом, можно сформулировать основные шаги по выбору сегментов УДС для исследования продолжительности движения.

Шаг 1 – определение географических границ сети, рассматриваемой для сбора данных.

Шаг 2 – классификация дорог, исследуемой УДС, по основным функциональным группам (автомагистрали, городские улицы).

Шаг 3 – разделение УДС на сегменты, имеющие однородные характеристики геометрии проезжей части, особенностей поперечного сечения и ограничений скорости.

Шаг 4 – определение количества сегментов для обследования. Первоначально определяется коэффициент вариации продолжительности движения для рассматриваемого типа объекта и задаются значения допустимой ошибки доверительного уровня.

Шаг 5 – выбор сегментов для обследования в рамках каждой функциональной группы. Выбор должен производиться из главных и наиболее загруженных улиц. Набор менее приоритетных участков дорожной сети (второстепенных дорог) может быть определен случайным образом до тех пор, пока не будет набрано минимальное количество сегментов для обследования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полтавская, Ю.О., Михайлов, А.Ю. Сегмент городской улицы при оценке качества функционирования городского общественного пассажирского транспорта // «Шаг в будущее: теоретические и прикладные исследования современной науки»: Материалы VIII молодежной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных 18-20 июля 2015 года, г. Санкт-Петербург. – North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2015. – С. 40-43.
2. Turner, S.M., Travel time data collection handbook / Turner, S.M., Eisele, W.L., Benz, R.J., Holdener, D.J. // Texas Transportation Institute. Research Report 07470-1F, 1998. – 341 p.
3. Lomax, T. Quantifying Congestion: User's Guide / Lomax, T., Turner, S., Shunk, G., Levinson, H.S., Pratt, R.H., Bay, P.N., Douglas, G.B. // NCHRP Report 398, Volume II. Transportation Research Board, Washington, D.C., 1997.
4. Журкин, И.Г., Шайгура, С.В. Геоинформационные системы. – Москва: Кудиц-пресс, 2009. – 272 с.
5. Полтавская Ю.О., Крипак М.Н., Гозбенко В.Е. Оценка условий движения транспортных потоков с применением геоинформационных технологий // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2016. № 1 (49). С. 155-161.