

УДК 656.021.2

## **ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

**А.В. Косолапов, к.т.н., доцент кафедры автомобильных перевозок  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева,  
г. Кемерово**

Современная система организации дорожного движения уже не может базироваться только на применении традиционной системы регулирования. В условиях перехода многих крупных российских городов от начальной стадии автомобилизации к насыщенной (когда уровень автомобилизации достигает 400 авт./тыс. жителей), необходим новый подход не только к расчёту структур и продолжительностей работы светофорных объектов, но и к прогнозированию уровней загрузки улиц и городов транспортными потоками.

Для оценки уровней такой загрузки не как разовой акции, а как системы мониторинга параметров городского движения применяются различные средства и системы. К ним, в первую очередь, относятся системы видеонаблюдения, позволяющие получать актуальную информацию с основных ключевых точек транспортного обслуживания города. Также в систему мониторинга характеристик транспортных потоков относят разнообразные датчики (или детекторы), позволяющие получать информацию о некоторых параметрах движения.

Принято считать, что сложившаяся в нашей стране система получения первичной дорожной информации находится ещё только на начальной стадии, когда применение элементов такой системы является разрозненным и не носит макроскопический характер. Одной из главных причин такого положения является, конечно, всё ещё недостаточное финансирование. Поэтому поиск альтернативных способов, не требующих новых инфраструктурных вложений, для обеспечения сбора необходимой информации относится к актуальной задаче.

Зачастую, решение одной инженерной задачи позволяет попутно решить и другую проблему, принадлежащую иной, но близкой, сфере деятельности. Так, с начала XXI века в нашей стране стала развёртываться система автоматизации диспетчерского управления городскими пассажирскими перевозками, основанная на современных навигационных технологиях. С 2003 года такая система внедряется и в городе Кемерово. Принципиально такая система позволяет соответствующим службам, контролирующим выполнение регулярных пассажирских перевозок, отслеживать местоположение и текущую скорость оборудованных необходимой аппаратурой любых подвижных

единиц маршрутного транспорта, будь то автобусы, троллейбусы и трамваи. В табл. 1 приводится перечень информации, передаваемой в диспетчерский центр с дискретностью каждые 30 секунд.

Таблица 1 – История навигационных сообщений маршрута № 81 (фрагмент)

Дата, время	Координаты, северная широта : восточная долгота	Скорость, км/ч
17.03.2017 9:17:29	55.34652 : 86.15317	8,61
17.03.2017 9:17:59	55.34557 : 86.14996	27,53
17.03.2017 9:18:29	55.34504 : 86.14766	18,84
17.03.2017 9:18:59	55.34505 : 86.14693	5,54

Необходимо обратить внимание на высочайший, основанный на спутниковом позиционировании, уровень точности исходных данных. Определение до уровня сотых долей градуса по широте и долготе на поверхности Земли позволяют определять местоположение любого транспортного средства с точностью до 1 метра. В г. Кемерово такой центр получения информации находится в структуре Муниципального бюджетного учреждения «Управление единого заказчика транспортных услуг».

Обладая такими данными, имея в виду уровень покрытия маршрутами общественного транспорта основных магистралей любых городов, число подвижных единиц и частоту движения городского пассажирского транспорта в течение значительного периода суток, можно говорить об эпохе смены одной из парадигм теории транспортных потоков. До сих пор одной из наиболее точных методик получения количественных данных о движении транспортных потоков являлся метод «плавающего» автомобиля, водитель которого обязан двигаться в соответствии с изменениями условий движения исследуемого потока.

Такая методика, при всей объективности получения данных, сегодня уже не может служить базой для принятия управленческих решений при регулировании дорожного движения. В основном, такой подход может носить исследовательский характер. Причина узости метода «плавающего» автомобиля в возможности получения данных всего лишь от нескольких автомобилей (играющих роль исследовательских лабораторий), или даже от одного такого автомобиля. Естественно, об охвате одновременной оценкой не только всей транспортной сети, но и даже отдельных её фрагментов не может идти и речи. В локальности получения данных кроется основной недостаток применения такой методики. Ещё одним недостатком является обработка полученной информации, как правило, уже после завершения тестовых заездов.

Но, с появлением вышеупомянутых информационно-коммуникационных технологий не только получения с высочайшей точностью параметров движения отдельного автобуса, но и периодической передачи текущей информации, создаётся принципиально иная возможность формирования коли-

чественных оценок условий движения транспортных потоков, прежде всего, в городах. Объём информации, накапливаемой от каждой подвижной единицы в масштабах всего города за всё её рабочее время, позволят говорить о создании нового информационного ресурса – так называемой системы big data. Такой ресурс уже может быть применен для одновременной достоверной оценки условий загрузки транспортной сети практически всего города.

В теории транспортных потоков для проведения системных оценок применяют расчёт такого параметра, как уровень обслуживания. По определению это комплексный показатель экономичности, удобства и безопасности движения, характеризующий состояние транспортного потока [1]. Его значение складывается из расчёта трёх относительных коэффициентов: загрузки движением, представляющим собой отношение фактической интенсивности движения, приведённой к легкому автомобилю, к величине пропускной способности на данном участке дороги; скорости движения, как отношение средней скорости движения транспортного потока к средней скорости в условиях свободного движения; и насыщения движением, равный отношению средней плотности движения к максимальной (её ещё называют заторовой) плотности движения.

Как видно даже из этих определений, фактически расчёт таких коэффициентов представляет собой очень трудную задачу, связанную, в первую очередь, с большими проблемами, а в ряде случаев, и с невозможностью получения реальных исходных данных. В первую очередь, это относится к величинам плотности движения, потому что этот параметр транспортного потока сам по себе является расчётной величиной. Трудность задачи также состоит в необходимости наличия детекторов, регистрирующих указанные текущие параметры транспортных потоков, в нескольких сечениях разных зон города. При этом вполне могут возникать ситуации с получением неполных данных, а также данных с разрывами во времени и пространстве. Также чаще всего будет складываться недостаточный объём выборки для принятия взвешенных управленческих решений.

В этой связи, необходимо пересмотреть саму возможность оценивания уровня обслуживания на базе одного из самых объективных параметров транспортных потоков, средней скорости движения на разных, в том числе и на локальных, и на магистральных участках транспортной сети. Более того, можно расширить перечень оцениваемых параметров скорости на базе анализа условий движения маршрутных транспортных средств. Необходимо провести статистический расчёт, но уже сейчас можно утверждать, что наблюдаемое число одновременно находящихся на перегоне улицы автобусов, дискретность передачи от них данных (с интервалом в 30 секунд в настоящее время) и обязанность соблюдения водителями автобусов расписания движения обеспечит получение информационной базы в формате big data в ламинарном режиме. То есть, содержание, объём и периодичность получаемых диспетчерской системой городского пассажирского транспорта данных позволят проводить расчёты нового параметра – градиента скорости следующих

друг за другом автобусов. Этот параметр уже применяется в качестве так называемого энергетического критерия оценки условий движения транспортных потоков. Но до настоящего времени не было технической возможности получать данные о скорости в режиме реального времени и поэтому пересмотр возможностей системы диспетчерской навигационной информации приведёт, например, к следующему виду формулы градиента скорости «плавающих» автомобилей [2]:

$$G_v^{FCD} = \frac{V_i - V_j}{V_j} \quad (1)$$

где  $G_v^{FCD}$  – градиент скорости «плавающих» автомобилей (FCD);  $V_i$  – скорость последующего автобуса («плавающего» автомобиля);  $V_j$  – скорость предыдущего автобуса («плавающего» автомобиля)

В зарубежной научной литературе сложился свой термин, обозначающий применение метода «плавающего» автомобиля – *floating car data* или FCD – поэтому применим это обозначение в нашей формуле.

Визуально продемонстрировать идею оценки условий движения на базе градиента скорости «плавающих» автомобилей можно на примере рис. 1. На нём показаны местоположения и скорости разных автобусов при проезде перекрёстка проспекта Ленина и улицы Терешковой в г. Кемерово. Обозначенные метки соответствуют координатам и скоростям движения при переезде перекрёстка в направлении с востока на запад. Видны точки с низкой скоростью, соответствующие моментам ожидания проезда перекрёстка на разрешающий сигнал светофора (правее линии «ул. Терешковой»).

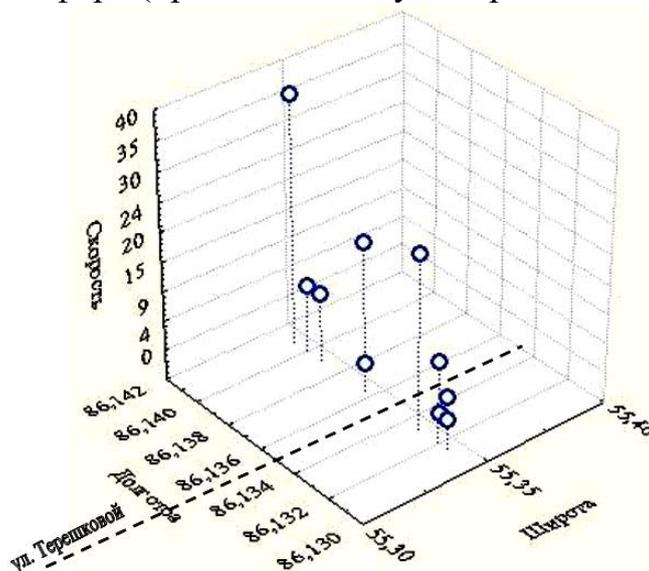


Рисунок 1 – Визуализация режимов движения маршрутных автобусов при движении через перекрёсток (на примере просп. Ленина)

Учёт архива (представленного на примере рис. 2) параметров движения всего автобусного парка, имея в виду, что в г. Кемерово около 700 подвиж-

ных единиц оборудовано соответствующей аппаратурой, и что маршруты городского общественного транспорта проходят по большинству основных улиц города, позволит проводить количественные оценки изменений скоростей движения автобусов, двигающихся в том же транспортном потоке, что и остальные транспортные средства. А значит, можно открыть новую страницу повышения объективности оценки уровня загрузки улиц современных городов на основе учёта современных информационных технологий.

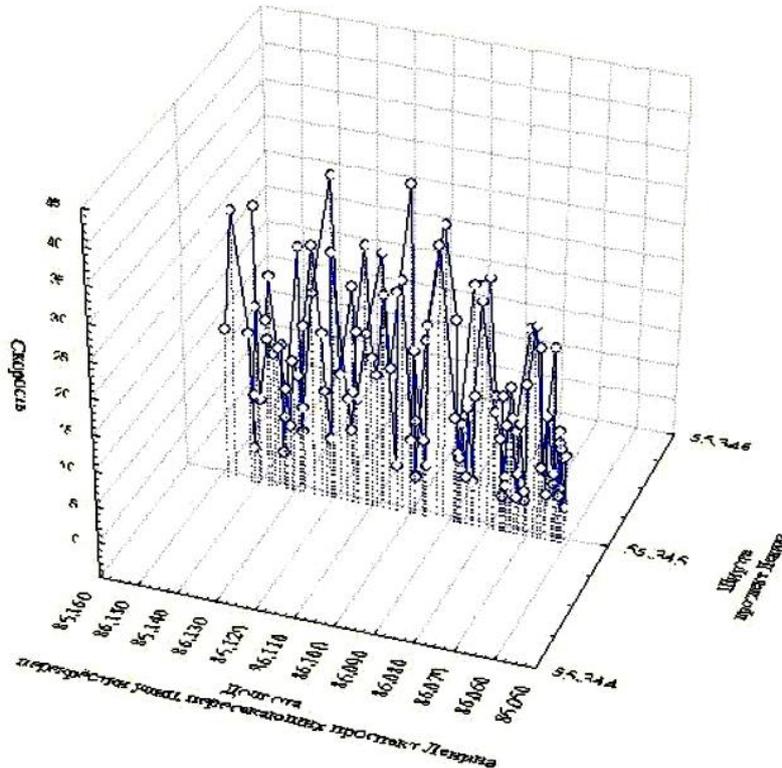


Рисунок 2 – Архив движения одного автобуса вдоль просп. Ленина

### Список литературы:

1. ОДМ 218.2.020-2012 Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог / Федеральное дорожное агентство (Росавтодор) – Москва, 2012. – 148 с.
2. Косолапов, А. В. Использование навигационных данных маршрутных автобусов в качестве возможного ресурса для мониторинга параметров транспортных потоков. / А. В. Косолапов, Е. А. Ощепкова, С. Н. Крысин // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2014. Материалы XV Международной научно-практической конференции, 6-7 ноября 2014 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2014. – Режим доступа : [http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/Sibresource/2014/materials/pages/Articles/sovremennyye\\_puti\\_razvitiya\\_informacionnyh\\_tehnologiy\\_mashinostroeniya\\_i\\_avtotransporta/kosolapov.pdf](http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/Sibresource/2014/materials/pages/Articles/sovremennyye_puti_razvitiya_informacionnyh_tehnologiy_mashinostroeniya_i_avtotransporta/kosolapov.pdf)