

УДК 656.11

ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ Г. ХАРЬКОВА

**П.Ф. Горбачёв, профессор, д.т.н., А.И. Воронков, доцент, к.т.н.,
А.С. Колий, ассистент, И.Н. Никитченко, ассистент, ХНАДУ**

Аннотация. Представлены методика и результаты обследования режимов движения маршрутного автомобильного пассажирского транспорта в центральной части г. Харькова. Приведены статистические характеристики скорости движения и ускорения маршрутных автобусов и регрессионные зависимости этих показателей.

Ключевые слова: автобус, маршрут, остановочный пункт, перегон, скорость движения, ускорение.

ПАРАМЕТРИ РУХУ МАРШРУТНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ М. ХАРКОВА

**П.Ф. Горбачов, професор, д.т.н., А.І. Воронков, доцент, к.т.н., О.С. Колий, асистент,
І.М. Нікітченко, асистент, ХНАДУ**

Анотація. Представлено методику і результати обстеження режимів руху маршрутного автомобільного пасажирського транспорту в центральній частині м. Харкова. Наведено статистичні характеристики швидкості руху і прискорення маршрутних автобусів та регресійні залежності цих показників.

Ключові слова: автобус, маршрут, зупиночний пункт, перегін, швидкість руху, прискорення.

PARAMETERS OF MOTION OF ROUTE MOTOR PASSENGER TRANSPORT IN CENTRAL PART OF KHARKIV

**P. Gorbachov, Professor, Doctor of Technical Science, A. Voronkov, Assistant,
Professor, Candidate of Technical Science, A. Koliy, assistant,
I. Nikitchenko, assistant, KhNAHU**

Abstract. The paper presents the method and results of computing cycling speed that accounts for topography and maximum physical power of a rider. A method to find the quickest route between origin and destination based on realistic speed is proposed.

Key words: bicycle, infrastructure power, speed, travel time, planning.

Введение

Харьков является вторым по величине городом Украины и имеет четко выраженную радиальную структуру улично-дорожной сети города. Поэтому для него очень характерны проблемы с обеспечением высокого уровня организации дорожного движения, которые в самой большой мере проявляются в его центральной части, в которой сходятся все основные магистрали города. Уже при нынешнем уровне автомобилизации существуют

весьма серьезные проблемы с проездом через центральные улицы Харькова и с местами для парковки автомобилей на них.

Эти проблемы коснулись не только индивидуального транспорта – они непосредственно отразились на работе маршрутных транспортных средств, которые вынуждены двигаться в плотном потоке легковых автомобилей. Это, безусловно, снижает эффективность работы маршрутов, ухудшает экологическую ситуацию в центральной части

г. Харькова и требует разработки мер по улучшению работы маршрутного транспорта. Информационной основой для реализации таких разработок должны стать параметры движения маршрутного автомобильного пассажирского транспорта, что делает актуальным данное исследование.

Анализ публикаций

Параметры транспортного потока различных типов транспортных средств являются объектом внимания многих исследователей.

Методологические подходы к изучению различных параметров транспортного потока и необходимость такого изучения подробно изложены в справочнике [1]. Здесь же приводятся и результаты различных исследований, объединенные в информационные таблицы. Однако они относятся в основном к движению автомобилей в условиях, отличных от стесненных условий центральной части города-миллионера и не могут быть использованы в качестве ориентира для принятия решений в г. Харькове.

В книге [2] указывается, что на некоторых улицах городов скорость движения может снижаться в часы пик до 8–10 км/ч, что делает неэффективным использование автомобиля в качестве средства передвижения. Это подтверждает необходимость проведения исследований для определения конкретных условий движения автомобилей.

Здесь же приводятся данные о параметрах разгона и торможения различных типов автомобиля [2]. Однако приведенные значения в большей степени характеризуют экстремальные режимы движения и не охватывают тех типов транспортных средств, которые эксплуатируются на городских пассажирских маршрутах.

Аналогичные результаты дало и изучение связи между плотностью и скоростью транспортного потока, приведенное в [3]. Из него следует, что при превышении плотностью транспортного потока значения 80 авт./км для одной полосы его скорость снижается до 20 км/ч и становится равной нулю при достижении плотностью значения 120–125 авт./км.

Аналогичные результаты приводятся и авторами работы [4], которые проводили свои исследования в г. Москве.

В связи с этим высокая плотность движения, априори характерная для центральной части г. Харькова, свидетельствует о необходимости детального изучения скоростных параметров транспортного потока для установления их конкретных значений.

Цель и постановка задачи

Скорость движения маршрутных транспортных средств определяет время передвижения всех пассажиров общественного транспорта и является самым важным параметром движения автобусов по маршруту. Она напрямую определяет эффективность работы маршрутов, как для пассажиров, так и для транспортных предприятий, которые обслуживают маршрут. Поэтому основной целью работы стало определение скорости автобусов на основных магистралях центральной части г. Харькова: улицах Сумской (на участке от парка Горького до площади Конституции) и Пушкинской (на участке от улицы Веснина до площади Конституции) (рис. 1).

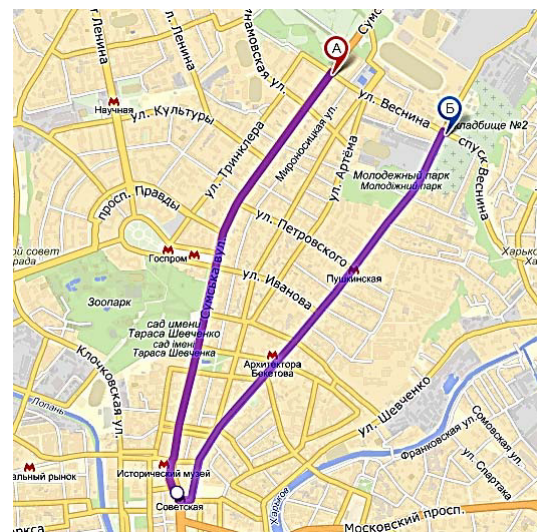


Рис. 1. Объект проведения исследований

Выбор этих улиц обусловлен наличием на них маршрутов общественного транспорта.

Однако для разработки мероприятий по повышению эффективности функционирования маршрутного транспорта в условиях плотного транспортного потока необходимо знать не только скорость. Моделирование процесса движения транспортных средств в потоке требует информации о таких параметрах движения автобусов как замедление при остановке на остановочном пункте и ус-

корение при возвращении в транспортный поток. И если процесс замедления освещен достаточно хорошо, то процесс разгона автобусов в реальных условиях остается далеко не полностью изученным. Поэтому параллельно с изучением скорости движения необходимо зафиксировать и процесс разгона маршрутных транспортных средств при отъезде от остановочного пункта.

Такие наблюдения не могут быть проведены обычным способом, с помощью секундомера, спидометра или одометра, поэтому для достижения поставленных целей требуется применение более сложных методик проведения исследования.

Методика экспериментальных исследований

В качестве технического средства для фиксации параметров движения маршрутных транспортных средств в центральной части г. Харькова был выбран GPS-навигатор. Этот прибор позволяет одновременно фиксировать текущее время, скорость и место расположения транспортного средства. Для этого нужно только зафиксировать текущее состояние экрана (рис. 2).

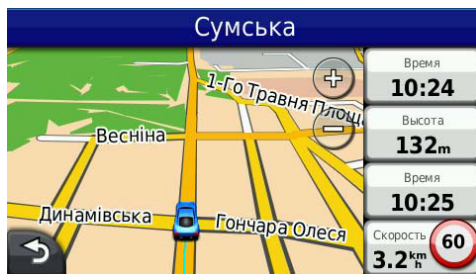


Рис. 2. Скриншот экрана GPS-навигатора

В последующем информация, приведенная на рис. 2, может быть оцифрована, что позволяет рассчитать все необходимые параметры движения маршрутных транспортных средств.

Результаты исследования

Обследование проводилось в разное время рабочего дня в июне 2013 года. Для проведения замера учетчик садился в автобус в начале улицы и фиксировал состояние движения при остановках или при проезде перекрестков. Во время разгона фиксация проводилась каждые две секунды. Всего было сделано 12 замеров – по 3 в каждом направлении улиц

Сумской и Пушкинской. Полученные таким образом значения скорости движения были обработаны в пакете Statistika 10, результаты приведены на рис. 3 и 4.

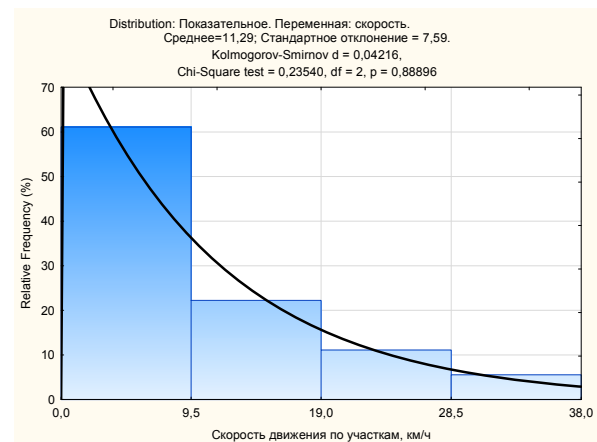


Рис. 3. Скорость движения по ул. Сумская

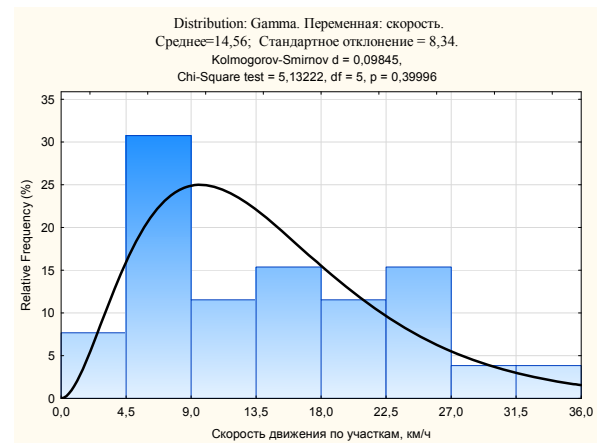


Рис. 4. Скорость движения по ул. Пушкинская

Как и следовало ожидать, закономерности скорости движения носят общий характер для обеих улиц. Они в обоих случаях подчиняются семейству гамма-распределений, имеют относительную вариацию меньше 1 и очень низкие средние значения, меньшие 15 км/ч. Такие результаты свидетельствуют о возможности использования на данных участках экологически чистых, но тихих транспортных средств вместо обычных автобусов.

Дополнительно к этим результатам была получена регрессионная модель разгона автобуса при выезде с остановочного пункта. Этот показатель необходим для оценки интервала между двумя автомобилями в транспортном потоке, который требуется автобусу для выезда из остановочного пункта, расположенного в кармане.

С этой целью фиксация состояния автобуса с момента, когда он начал свое движение от остановочного пункта, проводилась максимально часто, насколько позволяет прибор, приблизительно через 2 с. Далее, исходя из цели исследования, из всех наблюдений за движением автобуса от остановочного пункта были отобраны только те, которые не сопровождались замедлением, которое чаще всего было обусловлено помехами со стороны других транспортных средств. Оставшиеся наблюдения графически представлены на рис. 5. Там же приведена теоретическая прямая, описывающая процесс разгона автобуса.

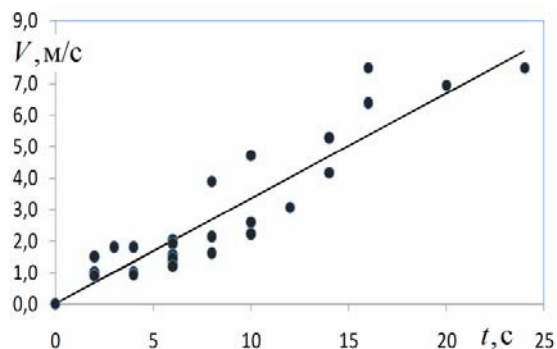


Рис. 5. Экспериментальная и теоретическая зависимости скорости от времени при отъезде автобуса от остановочного пункта

Теоретическая зависимость для непрерывного разгона была получена с помощью регрессионного анализа. Она имеет следующий аналитический вид

$$V = 0,335 \cdot t, \quad (1)$$

где V – скорость движения автобуса во время разгона при отъезде от остановочного пункта, м/с; t – время разгона автобуса, с.

Статистические характеристики полученной модели очень высоки (табл. 1), что дает веские основания для ее использования на практике и при моделировании транспортного потока.

Таблица 1 Характеристика модели

Параметры модели	Значение
Множественный коэффициент корреляции R	0,973
Коэффициент детерминации	0,946
Информационная способность	547,7
Уровень значимости ИС	7,98E-21
t-статистика коэффициента	23,40
Уровень значимости	2,9E-11

Выводы

Для центральной части города Харькова характерна очень низкая скорость движения маршрутных транспортных средств, среднее значение которой в течение рабочего дня составило 11,29 км/ч на ул. Сумской и 14,56 км/ч на ул. Пушкинской. Это свидетельствует о возможности и целесообразности использования на этих участках не автобусов, которые в таких условиях работают крайне неэффективно и сильно загрязняют воздух вредными веществами, а экологически чистых транспортных средств с невысокой максимальной скоростью движения.

Ускорение автобусов при выезде с остановочного пункта в условиях плотного транспортного потока с невысокой скоростью до 30 км/ч является практически постоянной величиной, равной $0,335 \text{ м/с}^2$.

Литература

1. Рэнкин В.У. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: справочник; / В.У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др.; пер. с англ. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
2. Клиновштейн Г.И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов / Г.И. Клиновштейн, М.Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
3. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
4. Зенченко В.А. Оценка параметров окружающей среды и основных транспортных потоков, определяющих ситуацию на улично-дорожной сети / В.А. Зенченко, А.Н. Ременцов, А.В. Павлов, А.В. Сотсков. – М.: Современные наукоемкие технологии. – 2012. – №2. – С. 52–59.

Рецензент: Е.В. Нагорный, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 4 марта 2013 г.