

УДК 656.13.08

## ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗАГРУЖЕННОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ ПАРАМЕТРА «ГРАДИЕНТ СКОРОСТИ»

Крысин С. Н. магистр, научный сотрудник НИУ

Бородин Д.А., научный сотрудник НИУ

Научный руководитель: Косолапов А. В., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева

**Аннотация.** В статье выдвинута гипотеза о возможности оценки загруженности улично-дорожной сети на основе нового параметра – градиент скорости – основывающегося на расчете изменения скорости.

**Ключевые слова:** Градиент скорости, парк «плавающих» автомобилей, ГПТ, загруженность УДС.

### 1. Основание для подбора данных необходимых при расчете «Градиента скорости»

К настоящему времени уже оборудовано необходимой аппаратурой более 750 подвижных единиц всех видов городского пассажирского транспорта г. Кемерово.

В состав технологической информации от каждой подвижной единицы, в соответствие разработанными Министерством транспорта требованиями, включают следующие параметры:

1. Текущая дата
2. Точное текущее астрономическое время, с большим разрядом точности
3. Точные координаты (точность 11 метров)
4. Текущая мгновенная скорость подвижной единицы

Техническими требованиями, сформированными в диспетчерской системе, установлена дискретность передачи информации через 30 секунд с момента запуска двигателя автобуса.

Такая дискретность вполне позволяет произвести с высокой степенью достоверности анализ параметров движения транспортного потока, по скоростной характеристике отдельных автобусов. Таблица основных данных для работы системы.

Таблица 1 – Навигационные данные, поступающие с автобуса

Дата	Астрономическое время	Координаты, широта	Координаты, долгота	Скорость
30.09.2014	8:00:35	55,33163	86,06242	12
30.09.2014	8:01:00	55,33201	86,06241	3
30.09.2014	8:01:35	55,33307	86,06238	13
30.09.2014	8:02:00	55,33317	86,06238	1
30.09.2014	8:02:35	55,33459	86,06242	20

## 1.2 Расширение метода «плавающего автомобиля до масштаба системы парка «плавающих автомобилей».

Набор навигационных данных, поступающих с автобуса представляет из себя, так называемую, навигационную карту, обработка которой позволит получить количественные оценки параметров движения не только разрозненных единиц автотранспорта, но и расширить эту оценку до уровня загрузки всей УДС города.

Такой подход в расширении уровня обработки, можно расценивать, как модификацию известного метода «плавающего» автомобиля, до масштаба системы парка «плавающих» автомобилей.

## 2. «Градиент скорости»

В процессе обработки большого количества данных нами была выдвинута гипотеза зависимости скорости, от уровня загрузки УДС. Мы предлагаем не сами по себе величины скоростей движения отдельных автомобилей, а оценивать изменение ситуации на отдельных перегонах улиц, с помощью, выдвинутого нами параметра – градиента скорости «плавающих» автомобилей.

Расчет градиента скорости мы предлагаем по следующей формуле:

$$G_v = \frac{(V_f - V_p)}{V_p} \quad (2.1)$$

где  $G_v$  – градиент скорости;

$V_{following}(V_f)$  – скорость последующего «плавающего» автомобиля, находящегося в измеряемом пространственно-временном срезе, м/с;

$V_{previous}(V_p)$  – скорость предыдущего «плавающего» автомобиля, находящегося в измеряемом пространственно-временном срезе, м/с

Эта формула позволяет создать более оперативный подход к оценкам уровней загрузки, и устранить нестыковки в других критериях этой оценки, как, например, в существующем методе одиночного «плавающего» автомобиля.

Такой новый подход оценки условий движения плавающих автобусов будет основан на сравнении скоростей двух следующих друг за другом автобусов.

Все ограничения, которые диктуются методом одиночного «плавающего» автомобиля, в наших условиях могут быть преобразованы по следующим причинам.

Для следующих друг за другом транспортных средств, хоть они движутся и в одном транспортном потоке, нельзя установить одинаковый пространственно-временной срез, так называемую линию «старта», потому что, будучи привязанными к одному и тому же астрономическому времени, в одном и том же моменте времени они находятся в разных позициях. Поэтому

нами предложено назначать растянутый во временных и пространственных рамках срез (рис. 1).



**Рис. 1 - Растянутый во временных и пространственных рамках срез**

В границах этого среза предлагаем рассчитывать изменения значений градиентов скоростей двух следующих друг за другом плавающих автомобилей, по довольно простой статистической формуле.

Таким образом, чем больше плавающих автомобилей следуют друг за другом, тем с большей точностью мы можем определить этот градиент скорости. Длина пространственно-временного среза обуславливается дискретностью получения данных, наша дискретность позволяет нам получать протяженность среза размером 30 секунд. Разделив, к примеру, перегон на три пространственных среза, мы можем наблюдать изменения заторовой ситуации, как в сторону ухудшения, так и в сторону улучшения дорожной ситуации, непосредственно по всем частям перегона, будь то начало середина или конец перегона.

Необходимо так же сразу оговорить поправку к параметру оценки степени загрузки, показатели нулевых скоростей могут быть отброшены, так как это означает, что заторовая ситуация уже случилась, и принять при частом наблюдении на одном и том же участке УДС самый негативный показатель градиента скорости к этому участку, тем самым обозначить первоочередное решение проблемы на этом участке.

Второй поправкой к параметру, если дискретность не позволяет брать меньшие временные отрезки, может являться 10-20% снижение протяженности пространственного размера среза, эта поправка необходима на малых перегонах, длиной менее 250 м.

### **3. Вывод**

Рассчитываемое значение градиента скорости показывает, насколько изменяется условия движения, скорости движения с течением времени, а знак с которым получился расчет показывает в какую сторону изменяется градиент, ухудшается он или улучшается. Для калибровки первичного

значения градиента скорости, необходимо произвести расчет относительно автобуса с которого и начался эксперимент. Затем рассчитывается градиент скорости относительно самого себя, если результат получается отрицательным то, это число берется по модулю, либо нужно вводить отрицательную шкалу до минус единицы. Относительно этого расчета и будут строиться представления об ухудшении или улучшении градиента скорости. Выбор среза продолжительностью 30 секунд производится исходя из привязки к непосредственному месту на перегоне, либо по калибрующему автомобилю, и за продолжительности среза берется его дискретность получения навигационных данных о скорости.

### Список литературы:

1. Корягин, М. Е. Реконструкция параметров «плавающих» автомобилей кубическими функциями / Корягин М. Е., Косолапов А. В. // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2009. № 1. С. 39-43.
2. Косолапов, А. В. Оценка транспортных задержек с помощью «плавающих» автомобилей // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Захаров Н. С.. 2009. С. 203-207.
3. Косолапов, А. В. Динамическое распределение транспортных потоков на основе технологий интеллектуальных транспортных систем / Косолапов А. В. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2005. № 2 (46). С. 136-138.
4. Косолапов, А. В. Прогнозирование транспортных заторов на перегоне улицы при использовании спутниковых навигационных систем / Косолапов А.В. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2005. № 5 (50). С. 98-101.
5. Крысин, С. Н. Разработка автоматизированной информационной системы контроля уровня загрузки улично-дорожных сетей городов // дис. на соискание академической степени магистра по направлению 23.04.01 «Технология транспортных процессов», Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кемерово, 2015 г.
6. Крысин, С. Н. Создание информационной системы загрузки улично-дорожной сети на основе данных «Wialon pro» // Россия молодая сборник материалов VI всероссийской, 59-й научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. Ответственный редактор: Блюменштейн В. Ю., 2014, С. 110.
7. Крысин, С. Н. Использование навигационных данных маршрутных автобусов в качестве возможного ресурса для мониторинга параметров транспортных потоков // Роль молодых ученых в инновационном развитии регионов. Материалы Всероссийской научно-практической школы.

Редколлегия: В. П. Тащиенко (отв. редактор), А. Ю. Игнатова (зам. отв. редактора). 2014. С. 31.

8. Крысин, С. Н. Адаптация метода «плавающего автомобиля» под использование данных спутниковой навигации с городского пассажирского транспорта // Россия молодая сборник материалов IX всероссийской, 61-й научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. Ответственный редактор: Костюк С. Г., 2017, С. 110.

9. Жданов, В. Л. Анализ критериев выбора оптимальной структуры и длительности цикла светофорного регулирования на изолированном перекрестке с помощью имитационного моделирования / Жданов В. Л., Косолапов А. В., Козловский С. П. и др. // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2012 Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор В. Ю. Блюменштейн, В. А. Колмаков (зам. отв. редактора). 2012. С. 141-144.