

как и эволюция биологических видов [12], эволюция программного обеспечения не может рассматриваться без учета развития его экосистемы, поскольку требует соответствующего развития других элементов экосистемы – квалификации и опыта разработчиков и партнеров, навыков и ожиданий пользователей. Поэтому, экосистемы программного обеспечения могут стать дополнительным инструментом исследования и оценки эволюции программного обеспечения.

**Список литературы:** 1.*M. Lehman*. Software Evolution – Background, Theory, Practice. Integrated Design and Process Technology. Society for Design and Process Science. – 2003 – 11p.2.*Aid to recovery: the economic impact of IT, software, and the Microsoft ecosystem on the global economy.* – IDC White Paper, – 2009, 9p.3.*Cynthia Keeshan*. The Software Ecosystem. - <http://www.microsoft.com/canada/media/ecosystem.msp> ,4.Программа готовности экосистем Windows - Windows Ecosystem Readiness Program. - <http://www.microsoft.com/whdc/Win7/default.msp>,5.Экосистема и партнеры SAP – SAP ECOSYSTEM AND PARTNERS. – <http://www.sap.com/ecosystem/index.epx> 6.*David G. Messerschmitt and Clemens Szyperski*. Software Ecosystem: Understanding an Indispensable Technology and Industry. Cambridge, MA, USA: MIT Press. ISBN 0262134322 – 2003. 7.*Mircea F. Lungu*. Reverse Engineering Software Ecosystems Doctoral Dissertation – Faculty of Informatics of the Universita della Svizzera Italiana 2009. - 186p. 8.Ultra-Large-Scale Systems. The Software Challenge of the Future. SEI. Pittsburgh June 2006 – 150 p.9.*Одум Ю.* Экология. в 2-х т. Пер. с англ. М.- Мир, 1986.10.IEEE Std 1074-1997 IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes.11.*Сидоров М.О.* Программное обеспечение – экологический подход к исследованиям. // Инженерия программного забезпечення. – 2010. – №1. – С. 5-13.12.Пианка Э. Эволюционная экология. – М.: Мир, 1981. – 400с

*Поступила в редколлегию 19.05.2011*

## **УДК 656.13**

**Н.У. ГЮЛЕВ**, канд. техн. наук, доц., ХНАГХ, Харьков

### **К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРА НА ДИНАМИЧЕСКИЙ ГАБАРИТ АВТОМОБИЛЯ**

Розглянуті питання впливу транспортного затора на зміну часу реакції водія і динамічного габариту автомобіля. Приведені деякі результати розрахунків оцінки зміни динамічного габариту автомобіля і його впливу на безпеку руху.

Ключові слова: транспортний затор, динамічний габарит, час реакції, латентний період.

Рассмотрены вопросы влияния транспортного затора на изменение времени реакции водителя и динамического габарита автомобиля. Приведены некоторые результаты расчетов оценки изменения динамического габарита автомобиля и его влияния на безопасность движения.

Ключевые слова: транспортный затор, динамический габарит, время реакции, латентный период.

The questions of influence of a transport congestion are considered on the change of time of reaction of driver and dynamic size of car. Some results over of calculations of estimation of change of dynamic size of car and his influence are brought on safety of motion.

keywords: a transport congestion, dynamic size, time of reaction, latent period.

#### **Введение**

Транспортные заторы являются проблемой практически всех крупных и крупнейших городов. В них теряется много времени пассажиров и водителей, значительно увеличивается время доставки грузов. Выхлопные газы автомобилей

наносят существенный вред экологии города. Отсюда следует, что одной из важнейших задач организации дорожного движения (ОДД) является минимизация длительности транспортных заторов.

### **Постановка проблемы**

Пребывание в транспортном заторе оказывает отрицательное воздействие на психофизиологию водителя. При этом ухудшается его функциональное состояние (ФС) [1]. Возрастание эмоциональной напряженности приводит к временному расстройству некоторых психических функций водителя, росту его времени реакции [2].

Время реакции водителя играет важную роль в обеспечении безопасности движения (БД) [3]. От него зависит тормозной путь автомобиля. Увеличение времени реакции водителя приводит к увеличению динамического габарита автомобиля, от которого зависит интервал движения между соседними автомобилями в транспортном потоке.

### **Анализ последних исследований и публикаций**

Вопросы ОДД и транспортных потоков рассмотрены во многих работах [1,2,4-15].

Образование транспортного затора приводит к прекращению движения транспорта, при этом плотность потока достигает максимального значения, а интенсивность и скорость становятся равными нулю. Отсюда следует, что технология ОДД должна быть организована таким образом, чтобы она привела к избеганию транспортных заторов или, по крайней мере, к сокращению их длительности.

В работах [4-9,12,13] подробно рассмотрены вопросы теории транспортных потоков и ОДД. Также освещены некоторые аспекты влияния плотности транспортных потоков на скорость автомобилей и на время реакции водителей. Однако взаимосвязь между образованием транспортных заторов и временем реакции водителя через его психофизиологию изучено не в полной мере.

Авторы работ [1,3,10,11,15] изучили вопросы ОДД с учетом психофизиологии водителя, при этом подчеркнуто, что технология ОДД влияет на ФС водителя. Однако вопросы влияния ФС на время реакции водителя и изменения динамического габарита автомобиля освещены недостаточно.

Исследования по изучению влияния транспортных заторов на время реакции водителя приведены в работе [2]. Но эту взаимосвязь необходимо уточнить с учетом изменения ФС водителя.

В работах [14,16] подробно рассмотрены вопросы ОДД с учетом БД. Однако в них также отсутствуют исследования по изучению влияния длительности транспортных заторов на изменение ФС водителя и на время реакции.

### **Цель исследования**

Целью исследования является изучение влияния длительности транспортного затора на изменение динамического габарита автомобиля.

### **Основной материал**

Транспортные заторы приводят к значительному снижению скорости движения ( $v$ ) вплоть до нуля. Это обусловлено перенасыщением некоторых участков улично-дорожной сети транспортными потоками.

С увеличением плотности потока ( $\lambda$ ) интенсивность движения ( $N$ ) возрастает до тех пор, пока не станет равной максимальной пропускной способности дороги ( $P_{max}$ ). Продолжение этого процесса происходит до тех пор, пока плотность потока не достигнет максимального значения, то есть не станет равной плотности затора.

Признаки возникновения заторов можно выявить с помощью основной диаграммы транспортного потока (рис. 1) [4].

Если из начала координат провести радиус-вектор в какую-либо точку кривой  $N(\lambda)$ , то тангенс угла  $\alpha$ , образованного радиус-вектором и осью абсцисс, характеризует скорость движения транспортного потока при соответствующих значениях  $\lambda$  и  $N$ . Тангенс угла наклона касательной к

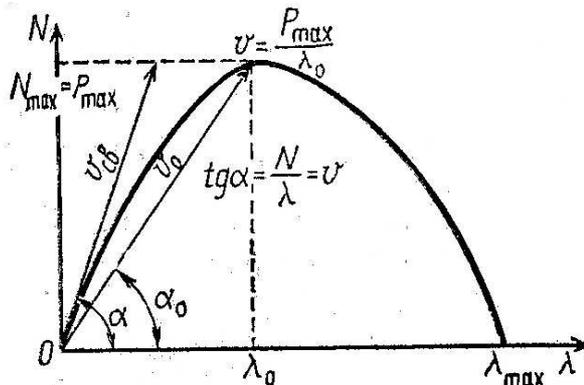


Рис. 1 Основная диаграмма транспортного потока

кривой в начале координат характеризует скорость свободного движения  $v_{св}$ . С увеличением плотности скорость также уменьшается, и при  $\lambda_{max}$  становится равной нулю.

В нормальных дорожных условиях, когда скорость движения не ограничена ни геометрическими элементами, ни состоянием проезжей части, скорость потока может быть больше оптимальной, но меньшей, чем скорость свободного движения. Вынужденное уменьшение скорости ( $v < v_0$ ) или вынужденное увеличение плотности ( $\lambda > \lambda_0$ ) приводит снижению пропускной способности от  $P_{max}$  до  $P$  и к образованию очередей и заторов на предыдущих участках дороги.

Регулярные заторы обусловлены недостаточной видимостью, уменьшением количества полос движения и другими стеснениями дорожного движения. Регулярные заторы возникают также у примыкания дорог, если поток автомобилей, поступающих с примыкающей дороги настолько велик, что вызывает сдвиг характеристик потока в правую область диаграммы, характерной для данного участка дороги.

Максимальная пропускная способность дороги определяется на основе анализа основного уравнения транспортного потока:

$$N = \lambda v \quad (1)$$

При расстоянии между передними бамперами последовательно движущихся автомобилей  $L$  (м) и скорости  $v$  (м/с) количество автомобилей, прошедших через данное сечение за 1 час, то есть пропускная способность полосы движения равна:

$$P = \frac{3600v}{L} \quad (2)$$

Отрезок дороги  $L$ , который автомобиль занимает во время движения, называется его динамическим габаритом и включает в себя его длину  $l_a$ , путь реакции водителя  $vt$  ( $t$  – время реакции), путь торможения  $S_T$  и зазор безопасности  $l_0$  до впереди едущего автомобиля:

$$L = vt + S_T + l_a + l_0 \quad (3)$$

Как видно из зависимости (3), динамический габарит автомобиля зависит от скорости, времени реакции и тормозного пути. С увеличением скорости автомобиля увеличивается его динамический габарит.

Однако если предположить, что скорость автомобиля не изменяется и, соответственно, тормозной путь не изменяется, то на изменение динамического габарита влияет только время реакции водителя. При этом необходимо отметить, что время реакции состоит из моторного и латентного периодов. Латентный период – это время от начала появления раздражителя до момента реагирования на него. Моторный период – это время выполнения ответного действия. С точки зрения работы водителя важное значение имеет латентный период сложной реакции. Его длительность зависит от сложности дорожной обстановки, от опыта водителя, его состояния и индивидуально-психологических особенностей. Сложная реакция требует значительно больше времени, чем простая. Время реакции зависит от напряжения внимания водителя. Внезапное появление опасности значительно увеличивает время реакции. Если водитель располагает временем для подготовки к выполняемому маневру, то время реакции принимают равное 0,75 с, а при неожиданном появлении препятствия – 1,5 с [2].

Каждое пребывание водителя в транспортном заторе приводит к росту его эмоционального напряжения и, соответственно, к росту его времени реакции [2]. Пребывание во втором или в последующих заторах приводит к дальнейшему росту психоэмоционального напряжения и увеличению времени реакции. Ранее проведенные исследования показали, что во время пребывания во втором транспортном заторе у водителей увеличилось время реакции по сравнению с первым в среднем от 0,1 с до 0,5 с [2].

Элементарные расчеты по оценке динамического габарита автомобиля по зависимости (3) при изменении времени реакции водителя от 0,1 с до 0,5 с заключаются в следующем.

Допустим, что автомобиль движется с постоянной скоростью в 60 км/ч, что эквивалентно 16,7 м/с. Тогда значение  $S_T$  тоже остается постоянным. Предположим, что сумма  $S_T$ ,  $l_a$  и  $l_0$  равно 20 м. Пусть до транспортного затора латентный период времени реакции ( $t_{lp}$ ) водителя равно 1 с. Тогда:

$$L = 16,7 \cdot 1 + 20 = 36,7 \text{ м.}$$

Увеличение  $t_{lp}$  на 0,1 с приводит к следующему изменению динамического габарита:

$$L_1 = 16,7 \cdot 1,1 + 20 = 38,37 \text{ м.}$$

Соответственно, для  $t_{lp}$  равное 1,2; 1,3; 1,4 и 1,5 с динамический габарит автомобиля изменится следующим образом:

$$L_2 = 16,7 \cdot 1,2 + 20 = 40,04 \text{ м;}$$

$$L_3 = 16,7 \cdot 1,3 + 20 = 41,71 \text{ м;}$$

$$L_4 = 16,7 \cdot 1,4 + 20 = 43,38 \text{ м;}$$

$$L_5 = 16,7 \cdot 1,5 + 20 = 45,05 \text{ м.}$$

Из вышеприведенных расчетов видно, что увеличение  $t_{lp}$  на: 0,1 с приводит к увеличению динамического габарита автомобиля на 1,67 м; 0,2с – на 3,34 м; 0,3 с – на 5,01 м; 0,4 с – на 6,68 м; 0,5 с – на 8,35 м. Если принять зазор безопасности  $l_0 = 5$  м, то увеличение  $t_{lp}$  на 0,3 с и более приводит к столкновению с передним

автомобилем, так как изменение динамического габарита автомобиля в этом случае превышает 5 м. Это означает, что водитель, выйдя из транспортного затора и сохраняя прежний динамический габарит может допустить совершение дорожно-транспортного происшествия (ДТП).

Кроме того, многочисленными исследованиями последствий ДТП установлено, что в 70% случаев после наезда на пешехода, автомобиль проезжал не более 1 метра [3]. Отсюда следует необходимость и важность мероприятий по сокращению  $t_{лр}$  и динамического габарита автомобиля.

### **Выводы и перспективы дальнейших исследований**

Динамический габарит автомобиля является одним из основных характеристик, определяющих плотность транспортного потока и обеспечивающих БД. Мероприятия по его уменьшению тесно связаны с сокращением времени реакции водителя, особенно, латентного периода. Транспортные заторы оказывают влияние на динамический габарит автомобиля в сторону его увеличения.

Дальнейшие исследования необходимо проводить с целью определения влияния транспортных заторов на ФС водителя и установлению зависимости между длительностью транспортных заторов и временем реакции водителя с учетом механизма изменения ФС водителя.

**Список литературы:** 1. *Гюлев, Н.У.* Влияние времени простоя автомобиля в дорожном заторе на функциональное состояние водителя / Н. У. Гюлев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — 2011. — Т.1/10(49). — С. 50–52. 2. *Гюлев, Н.У.* Об изменении времени реакции водителя вследствие пребывания в транспортном заторе / Н. У. Гюлев // Вестник Национального технического университета «ХПИ». — 2011. — №2. — С. 117–120. 3. *Мишурич, В. М.* Психофизиологические основы труда водителей автомобилей : учеб. пособие / В. М. Мишурич, А. Н. Романов, Н. А. Игнатов. — М. : МАДИ, 1982. — 254 с. 4. *Хомяк, Я. В.* Организация дорожного движения / Я. В. Хомяк. — К. : Вища школа, 1986. — 271 с. 5. *Бабков, В. Ф.* Дорожные условия и организация движения / В. Ф. Бабков. — М. : Транспорт, 1974. — 238 с. 6. *Клинковштейн, Г. И.* Организация дорожного движения / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. — М. : Транспорт, 2001. — 247 с. 7. *Дрю, Д.* Теория транспортных потоков и управление ими : пер. с англ. — М. : Транспорт, 1972. — 423 с. 8. *Хейт, Ф.* Математическая теория транспортных потоков : пер. с англ. — М. : Мир, 1966. — 288 с. 9. *Гаврилов, Э. В.* Эргономика на автомобильном транспорте / Э. В. Гаврилов. — К. : Техника, 1976. — 152 с. 10. *Гюлев, Н.У.* Модель влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя / Н. У. Гюлев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — 2011. — Т.2/6(50). — С. 73–75. 11. *Лобанов, Е. М.* Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. — М.: Транспорт, 1980. — 311 с. 12. *Брайловский, Н. О.* Моделирование транспортных систем / Н. О. Брайловский, Б. И. Грановский. — М. : Транспорт, 1978. — 125 с. 13. *Романов, А. Г.* Дорожные условия в городах: закономерности и тенденции / А. Г. Романов. — М. : Транспорт, 1984. — 80 с. 14. *Бабков, В. Ф.* Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бабков. — М. : Транспорт, 1982. — 288 с. 15. *Давидіч, Ю. О.* Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія / Ю. О. Давидіч. — Харків : ХНАДУ, 2006. — 292 с. 16. *Коноплянко, В. И.* Организация и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко. — М.: Транспорт, 1991. — 183 с.

*Поступила в редколлегию 19.04.2011*