

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ ПОТОКОМ

**Т.Ю. Боборыкина, ассистент,
Национальный аэрокосмический университет “ХАИ”**

***Аннотация.** Для оценки состояния транспортной системы введено понятие удельной динамической плотности и определены показатели для определения предельной скорости и предельной плотности транспортных средств.*

***Ключевые слова:** плотность, скорость, динамический габарит, маневренный габарит, транспортный поток.*

Введение

На сегодняшний день в условиях рыночных отношений размещение фирм, организаций, предприятий имеет стихийный характер, что не всегда корректно для центров крупнейших городов сложившейся архитектурно-планировочной застройкой. Существенно меняется динамика и состояние транспортного потока в сторону непрогнозируемого изменения плотности. Это ведет к нарушениям функционирования транспортной сети и необходимости определения рациональных решений нормализации ситуации.

Анализ публикаций

Известные решения [1, 2] по улучшению функционирования ТС крупных городов были направлены на разработку глобальных реконструкций и связаны со значительными затратами времени и средств.

Обоснованных решений с учетом динамики изменения состояния транспортной сети (ТС) и выбор показателей для оценки при жестких ограничениях по времени и ресурсам не проводилось.

Цель и постановка задачи

Целью настоящей работы является установление возможных показателей оценки состояния функционирования ТС. Такой оценкой, по нашему мнению, может быть определение величины динамической плотности транспортного потока и определяющих его характеристик. Динамическая плотность транспортного потока определяется количеством единиц транспортных средств n_i , на участке конечной площади ω_i в единицу времени (сутки, час), т.е.

$$I_v = \frac{n_i}{\omega T} \left[\frac{\text{шт.}}{\text{м}^2 \text{час}} \text{ или } \frac{\text{шт.}}{\text{м}^2 \text{сек}} \right]$$

и характеризует скорость изменения удельной плотности средств транспорта.

В качестве меры при оценке состояния ТС должна быть принята нормативная удельная динамическая плотность, удовлетворяющая заданному состоянию.

Возможные пути управления транспортным потоком

Одним из решений, обеспечивающим возможность управления транспортным потоком, является фискальное (административное, законодательное) ограничение параметров транспортного потока. Так, известное ограничение скорости некоторой предписанной [3] $V_{\text{норм}}$ или $V_{\text{расч}}$ для городских магистралей равно 120 км/час для скоростного движения и 80 км/час для регулируемого.

Если допустить что управляемыми параметрами удельной динамической плотности являются:

– скорость движения транспортных средств

$V = V \left(\sum_1^n \varphi_i(x, t) \right)$, величина, которая также определяется действием совокупности различных факторов, $\varphi_i(x, t)$;

– вид транспортного средства, отражаемого его габаритными размерами A, B ;

– условия использования транспортных средств, отражаемые разрывами (размерами) безопасного маневрирования a_i, b_i (которые могут быть отнесены к условно-постоянным), то, используя понятие динамического габарита [2] равного $\omega_{\text{дин}} = [V_{\text{норм}} + (A + a)][B + b]$, удельную динами-

ческую плотность можем представить как непрерывное нахождение единицы движущегося транспорта в пределах зоны, равной динамическому габариту, т.е.

$$I_{V_{\text{норм}}} = \frac{1}{[V_{\text{норм}} + (A + a)][B + b]}. \quad (1)$$

Эта величина может быть принята в качестве нормативной или базовой. Размещение в этой зоне n единиц транспорта меняет динамическую плотность средств транспорта в сторону увеличения на той же площади $\omega_{\text{дин}}$, что ведет к уменьшению скорости движения V . Поэтому

$$nI_{V_{\text{норм}}} = I_V \quad (2)$$

или

$$\frac{n}{[V_{\text{норм}} + (A + a)][B + b]} = \frac{1}{[V + (A_i + a_i)][B_i + b_i]}, \quad (3)$$

где $(A_i + a_i), (B_i + b_i)$ – средневероятное значение маневренных габаритов, определяемое структурой транспортного потока и условиями движения.

При $V = V_{\text{норм}}$ $n = 1$, что соответствует определению понятия динамический габарит.

Вследствие зависимости величин a_i и b_i от скорости движения, т.е. $a_i(V), b_i(V)$ уравнение (3) может быть упрощено, если $[B + b] = [B_i + b_i]$. Так как габарит по фронту $(B + b)$ практически меняется незначительно. Тогда из равенства (3) получаем

$$n = \frac{[V_{\text{норм}} + (A + a)]}{[V + (A_i + a_i)]}. \quad (4)$$

Так как предельному количеству средств транспорта $n_{\text{пред}}$ соответствует значение $V = 0$ (полная остановка), то из (3) и (4):

$$n_{\text{пред}} = \frac{\omega_{\text{дин}}}{\omega_{\text{манев}}} = \frac{V_{\text{норм}}}{A + a} + 1. \quad (5)$$

Т.е. предельное количество средств транспорта равно отношению динамического габарита к маневренному и определяется нормативным значением скорости движения, структурой транспортных средств и условиями вождения.

Уравнение (2) или (3) позволяет учесть влияние положительных и отрицательных факторов на состояние транспортного потока и величину этого отклонения от нормативного.

В качестве такого показателя целесообразно принять значение предельно допустимой скорости транспорта для выполнения заданной целевой задачи. Например, перемещение со скоростью больше или равной скорости пешехода U , т.е. $V_{\text{пред}} \geq U$. Поэтому из уравнения (3) предельная насыщенность транспортного потока n_{Σ} :

$$n_{\Sigma} = \sum_1^m n_j;$$

$$\sum_1^m n_j \leq \frac{V_{\text{пред}} + (A + a)}{U + (A_j + a)}, \quad (6)$$

т.е. равна отношению динамических габаритов.

Если в общем случае находящийся в исследуемой зоне транспорт движется со скоростью $0 \leq V_i \leq V_{\text{норм}}$, то

$$n_{\Sigma} \leq \sum_1^m n_j \leq \frac{\sum_1^m \sum_1^{n_i} [V_i + (A + a)]}{\sum_1^m \sum_1^{n_i} [U + (A_j + a)]} \quad (7)$$

или приближенно

$$n_{\Sigma} \leq \frac{V_{\text{ср}} + (A + a)_{\text{ср}}}{U + (A + a)_{\text{ср}}}, \quad (8)$$

где $V_{\text{ср}}$ – средневероятное значение скорости движения транспорта; $(A + a)_{\text{ср}}$ – средневероятное значение габарита по ходу движения.

Согласно нашим исследованиям и проведенным ранее [1], диапазон изменения скорости движения транспортных средств меняется в пределах $0 \leq V \leq 1,5V_{\text{норм}}$ в зависимости от вида транспорта, а средневероятное значение и от доли этого вида транспорта в общем потоке (см. рис. 1).

Средневероятное значение скорости и маневренного габарита определяется по уравнениям

$$V = \frac{\sum_1^m \sum_1^{n_i} V_i P_i}{\sum_1^m P_i}, \quad (A + a)_{\text{ср}} = \frac{\sum_1^m (A_i + a_i) P_i}{\sum_1^m P_i}.$$

Из уравнений (6) – (8) следует, что для повышения предельной плотности (насыщенности) необходимо увеличение средневероятной скорости. Поэтому, в критических местах следует ожидать увеличения количества случаев превышения скорости.

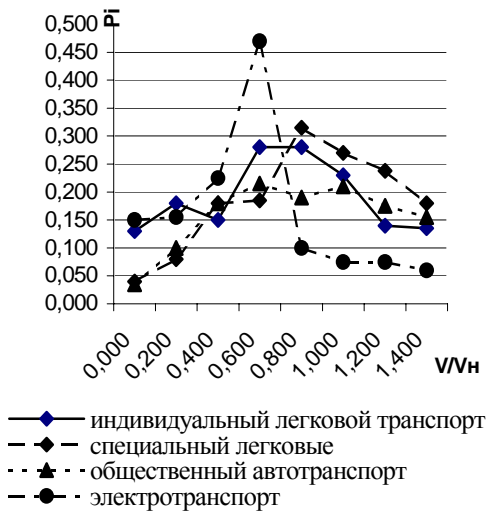


Рис. 1. Скорость движения транспортных средств по видам (на примере г. Харькова, ул. Сумская 24-100)

Рациональный выбор $V_{\text{пред}}$ должен отражать тенденцию развития автотранспорта, например, в увеличении количества транспортных средств на 1000 жителей в данной зоне (рис. 2).

Одновременно средством разгрузки является выделение полос движения с повышенной скоростью.

Выводы

Состояние функционирования улично-дорожной сети может быть определено по величине удельной динамической плотности транспортных средств и, в частности, предельной скорости движения или предельной плотности транспортных средств. Средневероятные значения предельной плотности зависят от вида транспорта и доли этого транспорта в потоке.

Поэтому, вторым направлением управления транспортным потоком является уменьшение собственного габарита A и B средства транспорта и разрывов безопасности a и b за счет технических решений и автоматизации при движении и маневрировании. Примерами управления, по этому направлению, транспортным потоком так же может являться уменьшение собственного габарита, установка сенсоров и автоматов управления.

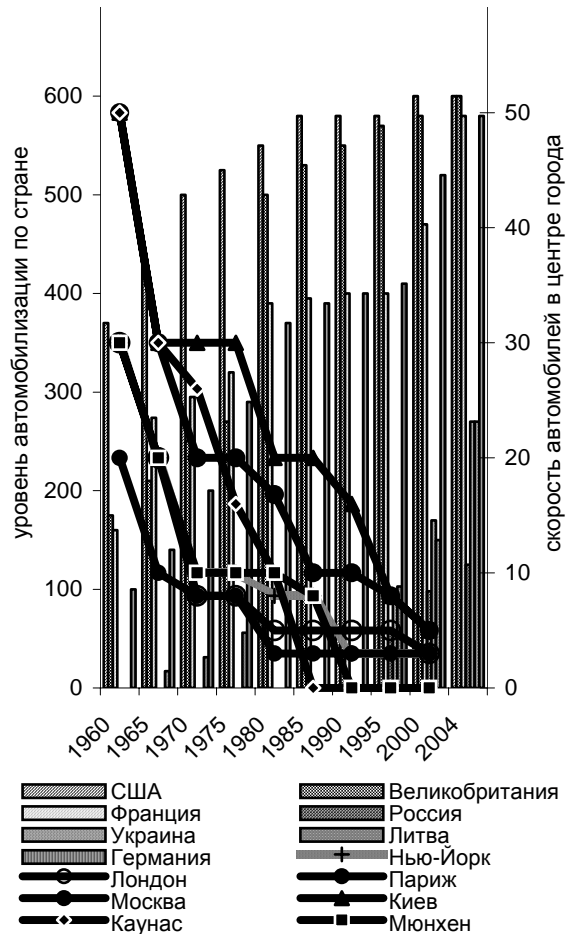


Рис. 2. Изменение скорости движения в центрах крупнейших городов по данным уровня автомобилизации различных стран за период 1960–2004 г.

Литература

1. Завальный А.В. Обоснование характеристик магистралей преимущественно грузового движения: Дис ... к.т.н.: 05.23.11 – Х., 1991. – 137 с.
2. Черепанов В.А. Транспорт в планировке городов. – М.: Стройиздат, 1981. – 216 с.
3. ДБН 360-92. Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – введ. 17.04.92. – К.: Мінінвестбуд України, 1992. – 67 с.

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

Статья поступила в редакцию 24 января 2005 г.