

УДК 711.73

Яковенко К.А.,

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА.

Рассмотрена информационная модель магистральной УДС города, отображающая пропускную способность сети и ее работу при наложении расчетной транспортной нагрузки на сеть. Приведены основные факторы, влияющие на пропускную способность элементов УДС.

Ключевые слова: *улично-дорожная сеть, информационная модель.*

Информационная модель – модель объекта, представленная в виде информации, описывающей существенные для данного рассмотрения параметры и переменные величины объекта, связи между ними, и позволяющая, путём подачи на модель информации об изменениях входных величин, моделировать возможные состояния объекта.

Главное при построении информационной модели:

- 1) четко сформулировать цель построения информационной модели.
- 2) отобрать соответствующую этой цели информацию для нескольких аналогичных объектов исследования.
- 3) представить эту информацию с помощью одного из языков кодирования информации, например в виде графов, схем или перечня параметров и их значений по каждому объекту в табличной форме.

В данной работе рассмотрим информационную модель магистральной улично-дорожной сети (УДС) города. Магистральная УДС – это совокупность магистральных улиц и дорог общегородского и районного значения, по которым осуществляется движение транспорта и пешеходов и соединяется селитебная, производственная и ландшафтно-рекреационная территории города между собой.

Улично-дорожная сеть города – это сложная система, в которую входит множество элементов с различными показателями. Поэтому при построении информационной модели УДС целесообразно использовать различные, но взаимно увязанные формы отображения информации – графы, таблицы и схемы.

Целью построения информационной модели магистральной УДС города является определение пропускной способности элементов магистральной УДС

и работа магистральной УДС при наложении расчетной транспортной нагрузки на сеть.

Первоначально создадим структурную описательную схему УДС города, чтобы описать структуру УДС и элементы, которые в нее входят. Так же рассмотрим основные факторы, влияющие на пропускную способность элементов УДС.

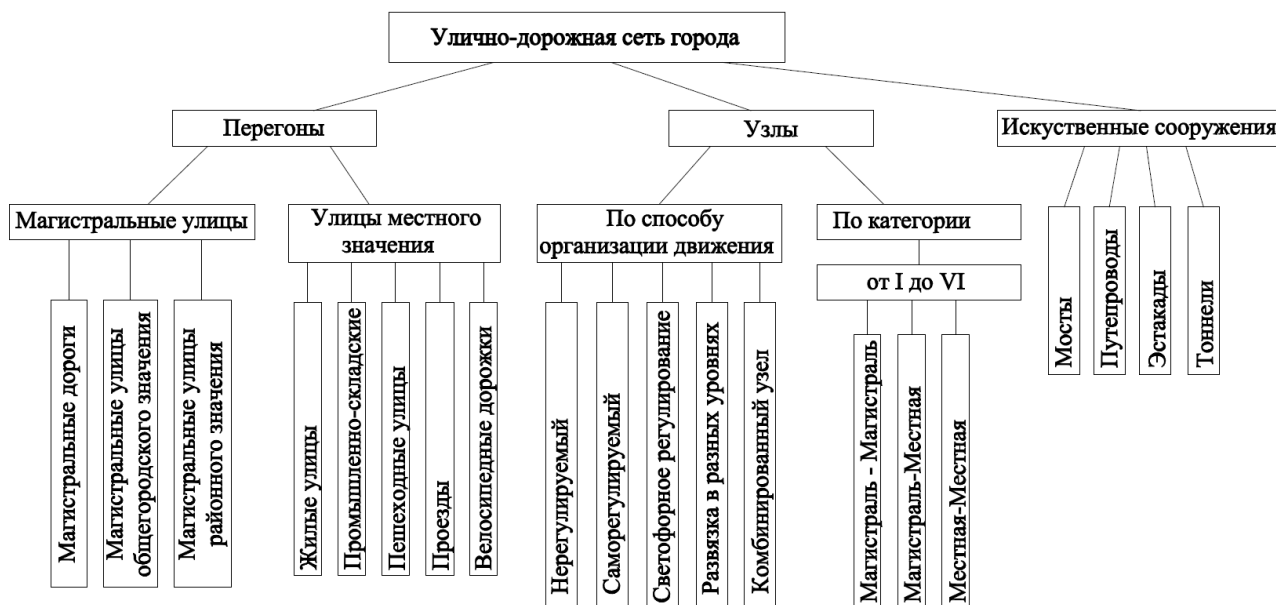


Рис. 1. Структурная схема УДС города.



Рис. 2. Основные факторы, влияющие на пропускную способность элементов УДС.

УДС города состоит из перегонов, узлов и искусственных сооружений. Перегоны – участки улиц и дорог, ограниченные с обеих сторон пересечениями (узлами) сети. Узлы – пункты пересечения или примыкания нескольких перегонов сети.

Для построения рассматриваемой информационной модели магистральной УДС выбраны из литературы формулы расчета пропускной способности каждого элемента УДС. Кроме того, на рис. 2 рассмотрены основные факторы, влияющие на пропускную способность элементов УДС. Отдельного внимания заслуживают факторы, влияющие на пропускную способность перегона: кривые в плане с размером радиусов меньше нормативных для данной категории дороги, «лежачие полицейские», парковка автомобилей на проезжей части, пешеходные переходы с установкой светофора. Любой из перечисленных факторов снижает пропускную способность перегона. При наличии нескольких факторов одновременно, в расчет необходимо принимать фактор, с максимальным понижением пропускной способности. Рассмотрим влияние каждого фактора по отдельности:

- 1) Кривые в плане с малым радиусом – вызывают снижение скорости движения транспорта, при этом, чем меньше радиус, тем ниже будет безопасная скорость в момент прохождения кривой. Для расчета принимаем понижение скорости до 30 км/ч при прохождении кривой, в особых случаях до 20 км/ч (повороты на 90° с радиусами близкими к 0).
- 2) «Лежачие полицейские» - в большинстве своем вызывают снижение скорости до 30 км/ч.
- 3) Светофоры установленные на перегоне – в данном случае расчет пропускной способности перегона необходимо выполнять аналогично расчету пропускной способности на регулируемом перекрестке.
- 4) Парковка автомобилей на проезжей части - приводит к снижению скорости движения потока автомобилей, в некоторых случаях сокращает ширину проезжей части на одну полосу. Для первого приближения принимаем коэффициент, учитывающий влияние парковки на пропускную способность полосы перегона, равный 0,5.

Пропускная способность перегона в одном направлении определяется по формуле:

$$P_{пер} = \frac{3600 \times n \times \gamma \times k_n \times V}{L} \quad (1)$$

где: $P_{пер}$ - пропускная способность перегона в одном направлении, ед/ч;
 V – расчетная скорость движения, м/сек;
 L – динамический габарит транспортного средства, м;
 n – количество полос в одном направлении, шт;

γ - коэффициент полосности (принимается согласно [1]);

k_n – коэффициент учитывающий влияние уличной парковки.

В основу определения L положен временной интервал между движущимися автомобилями в потоке:

$$L = K_t V + \ell_0 + \ell_a \quad (2)$$

где: K_t – интервал по времени в свету между последовательно расположенными автомобилями в движении, сек;

ℓ_0 - безопасное расстояние между остановившимися автомобилями, м;

ℓ_a - длина одного автомобиля, м;

Зарубежный и отечественный опыт наблюдения за транспортными потоками [3,5] а также проведенные автором исследования позволяют задаться искомыми величинами применительно к легковому автомобилю (в приведенном потоке): $K_t = 2$ сек, $(\ell_0 + \ell_a) = 6$ м.

Пропускная способность искусственных сооружений определяется аналогично пропускной способности перегонов.

Пропускная способность регулируемого перекрестка. Пропускную способность одной полосы проезжей части в сечении линии «стоп» регулируемого перекрестка можно определить следующим образом:

$$P_n = \frac{3600 \times (t_z - t_a)}{t_n \times T_{\text{ц}}} \quad (3)$$

где: P_n – пропускная способность одной полосы проезжей части регулируемого перекрестка в сечении линии «стоп», ед/ч;

t_z – продолжительность зеленой фазы, сек;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла регулирования, сек;

t_a – отрезок времени между включением зеленого сигнала светофора и пересечением линии «стоп» первым автомобилем, сек;

t_n – средний интервал прохождения автомобиля через линию «стоп», сек.

Величина t_a зависит от степени внимательности и опыта водителя, находится в пределах от 1 до 3 сек. Для расчетов принимаем $t_a = 2$ сек.

Интервал прохождения приведенных автомобилей через линию «стоп» в условиях смешанного транспортного потока принимаем $t_n = 2,5$ сек.

На обычном крестообразном пересечении происходит расчленение транспортного потока на прямое движение, поворот на право и поворот на лево. Особые осложнения вызывает левый поворот, при осуществлении которого перекрываются сразу два взаимно пересекающихся направления. Пропускная способность пересечения во многом зависит от способов организации движения на узле.

Пропускная способность проезжей части в сечении линии «стоп» на регулируемом перекрестке определяется по следующей формуле:

$$P_{np} = \kappa_l \times P_n + P_n (n - 1) \quad (4)$$

где: P_{np} – пропускная способность проезжей части в сечении линии «стоп» на регулируемом перекрестке, ед/ч;

n – количество полос проезжей части в одном направлении на перекрестке, шт;

κ_l – коэффициент меньше единицы, учитывающий количество автомобилей в транспортном потоке следующих в лево на перекрестке.

Величина коэффициента κ_l зависит от доли автомобилей следующих на лево на перекрестке, для перекрестков, с числом полос в одном направлении больше двух, принимается $\kappa_l = 0,2$ [3,5]. При двух полосной проезжей части, учитывая, что левую полосу придется использовать левоповоротным и прямым движением, необходимо принимать больший коэффициент, порядка 0,2 – 0,5. При отсутствии левоповоротного движения принимается $\kappa_l = 1$.

Пропускная способность саморегулируемых узлов с непрерывным движением и нерегулируемых перекрестков в данной работе не рассматривается, так как на пропускную способность этих узлов в значительной мере влияет интенсивность движения транспорта по направлениям.

Для перегонов и искусственных сооружений на УДС введем в информационную модель расчетный показатель емкости элементов УДС. Необходимость введения данного показателя обусловлена его высокой информативностью, описывающей значимость каждого элемента для сети в целом. Емкость перегона показывает число приведенных единиц транспорта, которые одновременно могут находиться в движении на данном перегоне УДС, с учетом рациональной плотности транспортного потока.

Емкость перегона УДС определяется по формуле:

$$E = \frac{\ell \times \kappa - \sum \ell_3}{r \times L} \times 10^3 \quad (5)$$

где E – емкость перегона, авт.;

ℓ – протяженность перегона, км;

κ – число полос движения, шт;

ℓ_3 – суммарная протяженность полос движения занятых уличными парковками, остановками общественного транспорта и т.д., км;

L – динамический габарит транспортного средства, м;

r – коэффициент организации движения, принимаем $r = 1,2$.

Аналогічно розраховується ємкість штучних споруд на УДС. Коефіцієнт організації руху γ , враховує в формулі необхідність деякого збільшення динамічного габариту, забезпечуючого інтервали в основному транспортному потоці, які використовуються для пропуску перетинаються транспортних потоків в вузлах УДС [2, 4].

Для прикладу розглянемо інформаційну модель магістральної УДС одного з районів м. Донецька. Інформаційна модель складається з графа мережі (рис.3), на якому пронумеровані всі перегони, вузли і штучні споруди. До графа прикладаються три таблиці, в яких наведено основні показники по перегонах (табл. 1), вузлам (табл. 2) і штучним спорудам (табл. 3) на мережі. В таблицях відображається найбільш важлива інформація необхідна для визначення пропускної спроможності елементів магістральної УДС району. Для вузлів мережі наведено спрощену форму таблиці, яку можна використовувати при роботі з відносно простими вузлами з регульованим рухом. Для більш складних вузлів необхідно використовувати таблиці іншої форми, враховуючі більше число факторів і місцевих умов. В зв'язі з обмеженим обсягом даної статті наведено фрагменти таблиць.

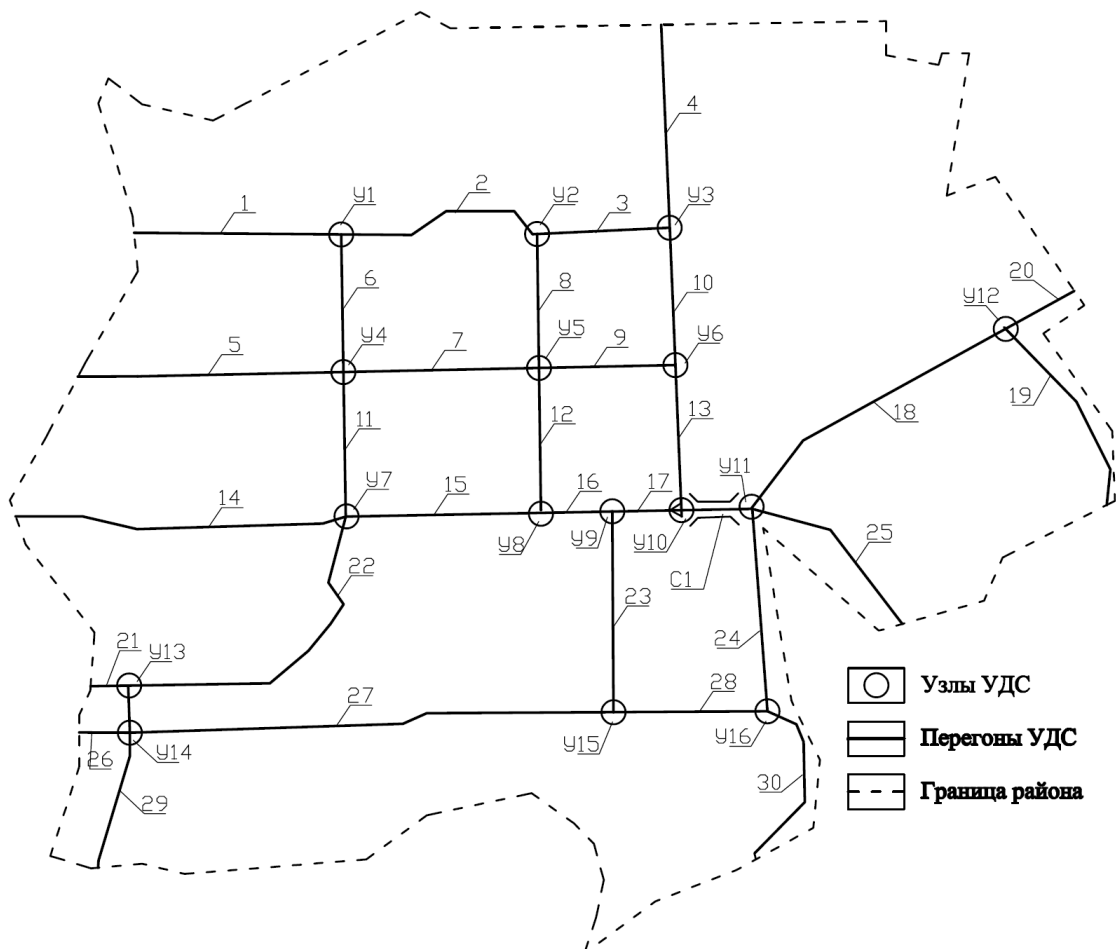


Рис.3. Інформаційна модель магістральної УДС району г. Донецька

Подавая на информационную модель магистральной УДС данные о распределении транспортных потоков, возможно выполнить оценку работы сети и отдельных ее элементов. Оценку работы магистральной УДС целесообразно проводить с использованием интегрального критерия – уровня обслуживания. Описание данного критерия, и преимуществ его использования приведено в работе [6].

Применение информационной модели позволит обобщить и систематизировать данные о существующем положении на магистральной УДС, позволит оценивать работу сети в различных условиях и правильно принимать решения по формированию и развитию УДС.

Литература:

1. ДБН В. 2.3-5-2001 Улицы и дороги населенных пунктов.
2. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с., ил.
3. Самойлов Д. С., Юдин В. А. Организация и безопасность городского движения. Учебник для втузов. М., «Высшая школа», 1972. 256 с., с ил.
4. Козловская З.Н. Обоснование развития магистральных улиц и дорог города в условиях роста автомобилизации. Дис. канд.тех.наук. – Минск, 1984. – 180с.
5. Фишельсон М. С. Городские пути сообщения: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1980.—296 с., ил.
6. Яковенко К.А. Комплексная оценка улично-дорожной сети с использованием показателя уровня обслуживания. / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відпов. ред. М.М. Осетрін. – К., КНУБА, 2011. – Вип. 40, II частина. – с. 589-595.

Анотація.

У роботі розглянута інформаційна модель магистральної ВДМ міста, що відображає пропускну здатність мережі і її роботу при накладенні розрахункового транспортного навантаження на мережу. Приведено основні фактори, що впливають на пропускну здатність елементів ВДМ.

Annotation

The informative model of main street-travelling network of city, representing the carrying capacity of network and its work at imposition of a calculation transport loading on a network, is in-process considered. Basic factors, influencing on the carrying capacity of elements of street-travelling network, are represented.