

УДК 711.73

к.т.н., доц. Васильева А.Ю., к.т.н., доц. Дубова С.В.,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Рассмотрена необходимость постоянного контроля за изменениями интенсивности движения транспорта для возможности оперативного воздействия на пропускную способность участков улично-дорожной сети города и принятия решений на всех уровнях градостроительного проектирования.

Значительное увеличение уровня автомобилизации в последние годы характеризуется постоянным ростом интенсивности движения транспорта на улично-дорожной сети (УДС) города. В результате городская территория находится под влиянием негативных факторов, что проявляется в росте задержек транспорта на УДС, увеличении уровня аварийности и ухудшении экологических показателей. Город сталкивается с вопросами необходимости реконструктивных и организационных мероприятий относительно УДС.

Высокие темпы изменения дорожной обстановки в городе требуют постоянного обновления информации о транспортных потоках.

Для возможности оперативного воздействия на транспортные потоки и принятия решений на всех уровнях градостроительного проектирования необходимо иметь реальную информацию о величине интенсивности движения транспорта на том или ином участке УДС. Процедура получения информации о состоянии участка УДС и оценки его состояния проходит в несколько этапов:

1. Экспериментальные исследования интенсивности движения транспорта, планировочных характеристик и особенностей организации дорожного движения (ОДР) непосредственно на участке УДС.
2. Обработка экспериментальных данных, расчет интенсивности движения в час пик.
3. Определение уровня загрузки участков УДС.
4. Экспертно-нормативная оценка и принятие решений о необходимости реконструктивных или организационных мероприятий.

1. Экспериментальные исследования.

Исследования интенсивности движения транспортных потоков в г. Киеве проведены в 2009 – 2012 годах студентами и сотрудниками кафедры городского

строительства КНУБА. Методика исследований была разработана на кафедре [1]. Измерения интенсивности движения проводилось в рабочие дни с 9 до 19 часов на специальном учетном бланке. В зависимости от целей исследований время замеров составляет от 20 минут до 1 часа для перекрестка на каждом входном канале для всех направлений движения, для перегона – в двух направлениях посередине участка.

2. Расчет интенсивности движения в час пик.

Процедура обработки полученных данных проходит в несколько этапов:

А). Определение величины приведенной интенсивности движения. Интенсивность движения транспорта, представленная в физических единицах, переводится в приведенные к легковому автомобилю единицы с помощью средних коэффициентов приведения по различным видам транспорта: легковой автомобиль – 1, грузовой автомобиль – 2, автобус – 2,5, троллейбус – 3.

Б). Определение среднесуточной интенсивности движения.

$$\bar{U} = U_{20} * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5, \text{ где}$$

\bar{U} – среднесуточная интенсивность движения, ед/сутки

U_{20} – интенсивность движения за период замеров 20 минут, ед;

K_1 - коэффициент внутричасовой неравномерности движения транспорта;

K_2 – коэффициент неравномерности движения транспорта по часам суток;

K_3 – коэффициент неравномерности движения транспорта по дням недели;

K_4 – коэффициент неравномерности движения транспорта по месяцам года;

K_5 – коэффициент, учитывающий долю транспорта в ночное время с 0 до 6.

В). Определение интенсивности движения в час пик. Интенсивность движения транспорта в час пик определена, как 10% от среднесуточной интенсивности движения:

$$U_{\text{чп}} = 0,10 * \bar{U}$$

Полученные данные позволяют определить нагрузку от транспортных потоков на участки УДС: перекрестки и перегоны.

3. Определение уровня загрузки.

Уровень оценивается коэффициентом загрузки участка УДС:

$$\delta = U/N, \text{ где}$$

U – интенсивность движения транспорта в час пик, ед/ч;

N – пропускная способность, ед/ч.

При этом граничные значения показателя уровня загрузки принимают чаще всего следующие значения: $\eta = 0,0 - 0,75$ (участок УДС работает нормально), $\eta = 0,75 - 1,0$ (участок УДС работает на пределе своих возможностей), $\eta \geq 1,0$ (участок УДС исчерпал пропускную способность).

В условиях города пропускная способность участков УДС (перегона или перекрестка) определяется режимом светофорного регулирования. Длительность сигналов светофорного регулирования являются основой для расчета пропускной способности не только перекрестков, но и смежных с ними перегонов.

Пропускная способность перекрестка со светофорным регулированием зависит от длительности зеленого сигнала в общем цикле светофорного объекта и количества полос на пересечении и определяется как сумма пропускных способностей входящих в него направлений:

$$N_{узла} = \sum_{i=1}^n N_i = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_i$$

Пропускная способность проезжей части на входе определяется в зависимости от коэффициента полосности:

$$N_i = \gamma \cdot N_{\Pi i}$$

где γ – коэффициент полосности: $\gamma_2 = 1,8$; $\gamma_3 = 2,7$; $\gamma_4 = 3,5$.

Пропускная способность 1 полосы движения N_{Π} :

$$N_{\Pi} = \frac{1200(t_3 - 2)}{T_{\text{ц}}}$$

где t_3 – длительность горения зеленого сигнала светофора, с;

$T_{\text{ц}}$ – длительность цикла светофорного регулирования, с.

Пропускная способность проезжей части на перекрестке со светофорным регулированием напрямую зависит от длительности зеленого сигнала и количества входных полос (рис. 1). Если не учитывать другие менее значимые факторы, например, наличие уклона на подходе к перекрестку и особенности выполнения правых и левых поворотов, пропускная способность 1 полосы проезжей части теоретически изменяется в пределах от 120 ед/ч до 1200 ед/ч, максимальное среднее значение пропускной способности 2345 ед/ч достигается

при движения в одном направлении по 4 полосам. На практике пропускная способность 1 полосы изменяется от 300 до 700 ед/ч и в среднем составляет 500 ед/ч, что соответствует нормативам [5].

Зависимость пропускной способности проезжей части от эффективной доли зеленого сигнала в цикле регулирования и количества входных полос

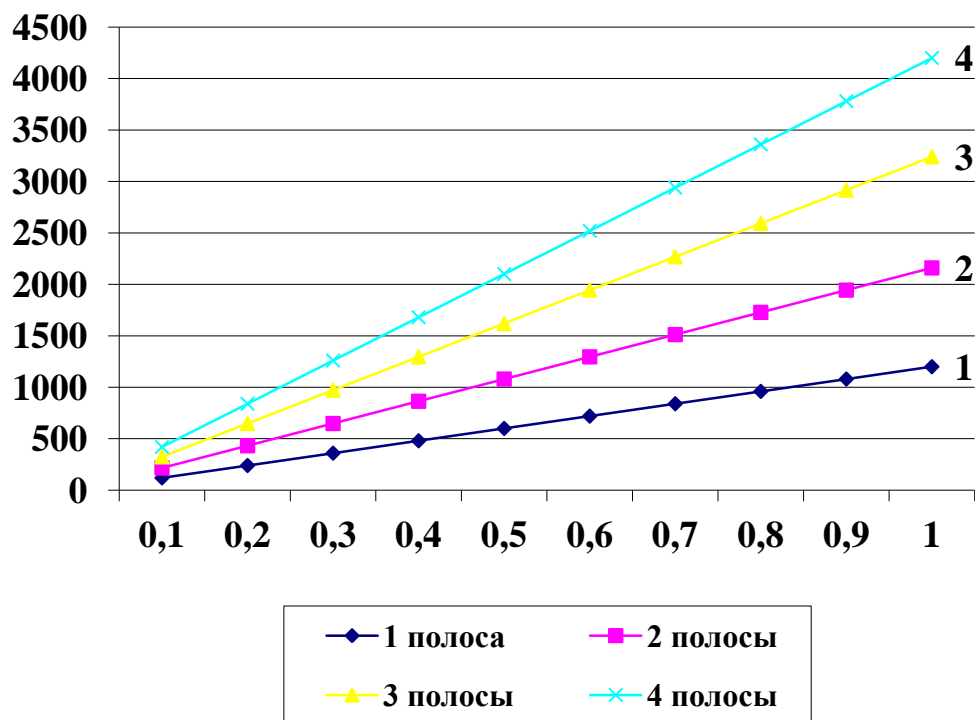


Рис.1

Коефіцієнт завантаження η був визначений для 234 перехрестків г. Києва, що знаходяться на різних рівнях регулювання, з яких регульовані за допомогою світлофорних об'єктів перетинання складають приблизно 70% від загальної кількості (рис. 2).

Аналіз результатів показав, що виснаження пропускної спроможності ($\eta \geq 1,0$) сталося (рис.3,4):

- на регульованих перехрестках лівого берега – в 66 % випадків;
- на регульованих перехрестках правого берега – в 56 % випадків;
- на саморегульованих перехрестках зі світлофорним регулюванням – в 86 % випадків.

Перехрестки зі світлофорним регулюванням, які працюють на межі своїх можливостей ($\eta = 0,75 - 1,0$) складають (рис.3,4):

- регульовані перетинання лівого берега – 31 %;
- регульовані перетинання правого берега – 28 %;
- саморегульовані перетинання – 14 %.

Анализ полученных данных позволяет сделать выводы о том, что для 90 % регулируемых узлов и 100% саморегулируемых светофорными объектами узлов УДС г. Киева пропускная способность исчерпана или будет исчерпана в ближайшие несколько лет.

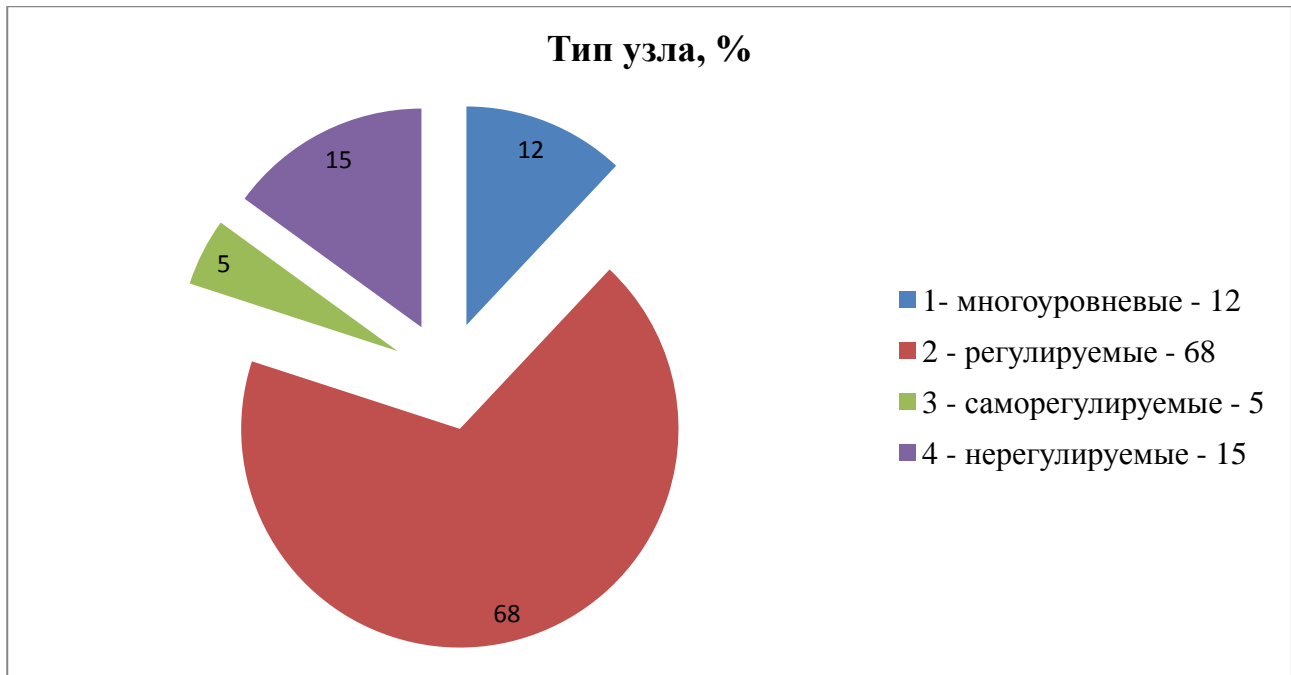


Рис.2

Изменение коэффициента загрузки η для регулируемых узлов (левый берег)

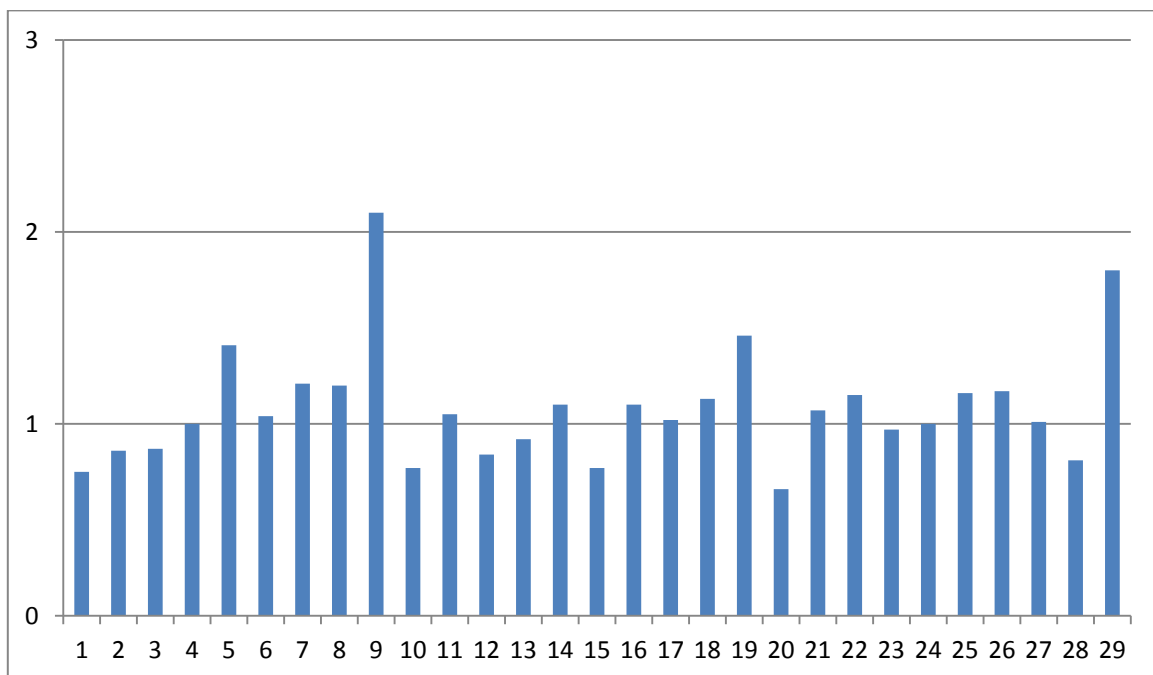


Рис.3

Изменение коэффициента загрузки η для регулируемых узлов (правый берег)

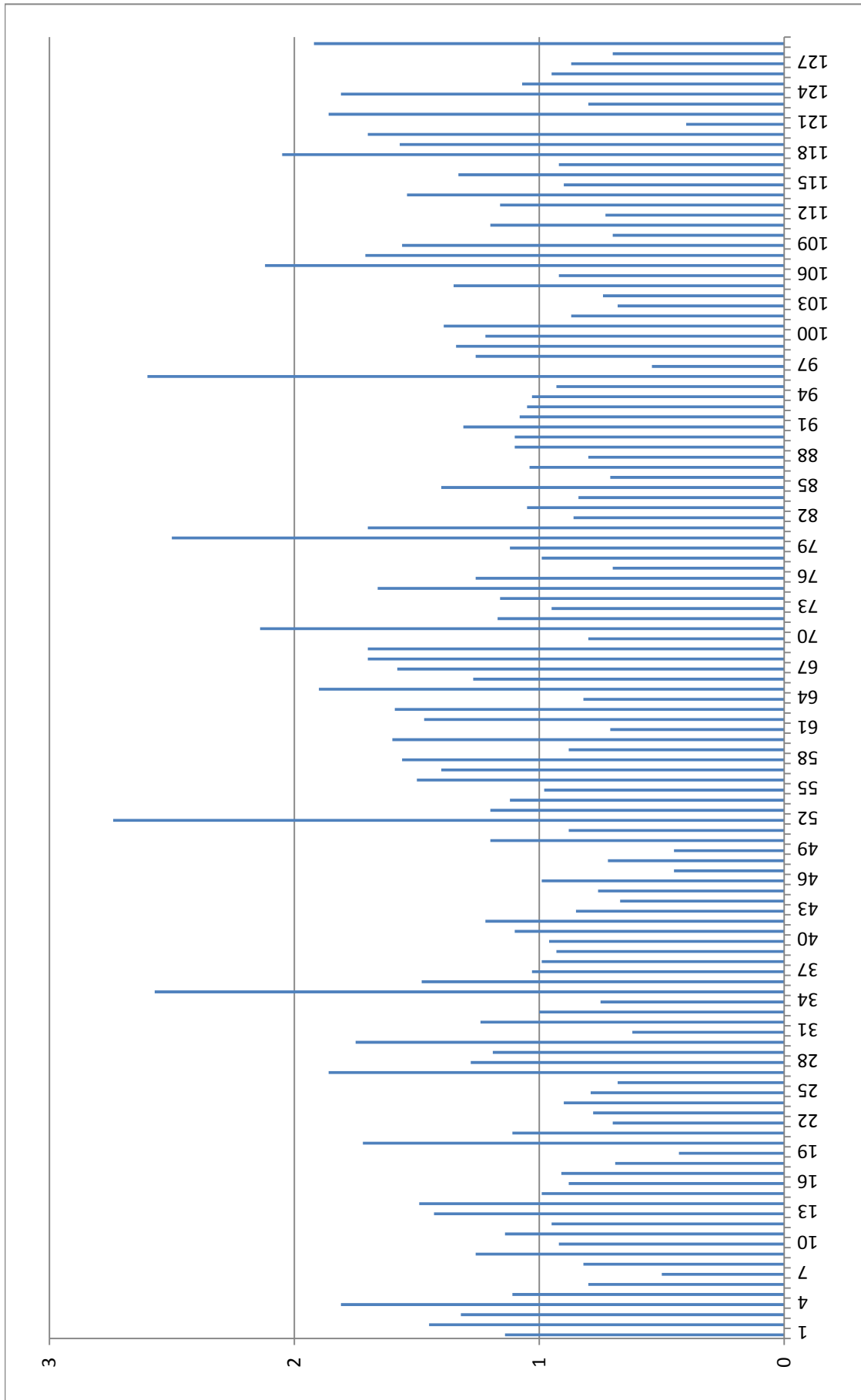


Рис.4

4. Экспертно-нормативная оценка и принятие решений.

Назначение тех или иных мероприятий по увеличению пропускной способности узлов УДС проходит несколько стадий:

- на уровне первоочередных (5 лет) или организационных с применением средств организации дорожного движения;
- на уровне перспективных (5 – 10 лет) или реконструктивных, связанных с изменением планировочной схемы пересечения.

Для определения сроков введения организационных и реконструктивных мероприятий необходимо постоянное наблюдение за состоянием транспортных потоков в узлах и выявление узких мест на УДС.

Нормативные документы [4,5] не дают четких рекомендаций в этом направлении, а такие, как генплан и комплексная схема развития транспорта устарели и не соответствуют быстро изменяющейся дорожно-транспортной ситуации. В практике чаще всего каждый перекресток рассматривается отдельно и решение о каких-либо изменениях принимается без системного подхода к принятию этих решений.

Практика подтвердила, что увеличение пропускной способности пересечений на первоначальной стадии возможно при использовании гибкой системы светофорного регулирования, как на отдельном пересечении, так и при координировании работы светофорных объектов вдоль магистралей. Такие возможности представляются автоматизированными системами управления дорожным движением (АСУДД), на которые могут быть возложены функции не только слежения за транспортом и формирования длительности сигналов светофорного регулирования, но и управления потоками с точки зрения задания определенных скоростных режимов. Последующие изменения планировочных схем перекрестков (местное расширение проезжей части, создание шлюзов для поворотных потоков и карманов для общегородского пассажирского транспорта, строительство транспортных развязок в нескольких уровнях) не только не противоречит АСУДД, но и позволяют повысить пропускную способность пересечений на уровне системы УДС города.

Литература:

1. Транспортні системи міст: методичні вказівки до практичних занять і виконання курсової роботи / уклад. Є.О.Рейцен. – К.: КНУБА, 2011. – 64 с.
2. Печерский М.П., Хорович Б.Г. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах. – М.: Транспорт, 1979. – 176 с.
3. Правила дорожного руху. – К.: А.С.К., 2009. – 64 с.

4. ДБН 360 – 92**. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – К.: Мінбудархітектури України, 1993. – 107 с.
5. ДБН В.2.3-5-2001. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Держбуд України, 2001. – 50 с.

Анотація.

Розглянута необхідність постійного контролю за зміненням інтенсивності руху транспорту для можливості оперативного впливу на величину пропускної здатності ділянок вулично-дорожньої мережі міста та прийняття рішень на всіх стадіях містобудівного проектування.

Annotation.

The necessity of permanent monitoring of transport intensity alteration is examined to make an active influence on intersection`s capacity and to reach the decision on each stage of town planning procedure .