

Новизна алгоритма заключается в использовании для расчетов продолжительности цикла и разрешающего сигнала такого параметра, как импульс интенсивности, распределенный в цикле регулирования. А точка *и* дает представление о сдвиге начала включения разрешающего сигнала в не только в структуре цикла, но и по отношению к соседним регулируемым перекресткам, что позволяет моделировать приход «пачки» к соседним перекресткам и минимизацию потерь на магистрали.

УДК 656.11

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДОВ**

## **RESEARCH OF LEVEL OF SERVICE TRAFFIC FLOW IN CENTRAL PART OF CITIES**

**Семченко Н.А.**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры организации и безопасности дорожного движения;

**Головкин Д.А.**, магистрант кафедры организации и безопасности дорожного движения

(Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков)

**Semchenko Nataliia**, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of the Organization and Safety of Traffic;

**Holovkin Dmitriy**, Master Candidate at the Department of the Organization and Safety of Traffic

(Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv)

**Аннотация.** *Выполнен анализ уровней обслуживания на улично-дорожной сети центральной части г. Харькова с учетом околотротуарной парковки и даны рекомендации по ее реорганизации.*

**Abstract.** *The analysis of levels of service on the road network of the central part of Kharkov taking into account a parking about sidewalk is made and recommendations about its reorganization are given.*

### **Введение**

Рост автомобильного парка и объема перевозок ведет к увеличению интенсивность движения, транспортных задержек, снижению скорости движения, существенному повышению риска транспортных происшествий, перерасходов топлива, и тому подобное. Особенно это касается центральной части городов, застройка которой исторически сложилась и улично-

дорожная сеть не может быть усовершенствована за счет мероприятий архитектурно-планировочного характера. Снижение транспортной нагрузки в таких условиях возможно за счет принятия мер организационного характера. Эти меры способствуют упорядочению движения на уже существующей улично-дорожной сети, которая имеет определенные характеристики.

Комплексным показателем, определяющим качественное состояние потока автомобилей, при котором устанавливаются характерные условия труда водителей, является уровень обслуживания, зависящий от большого количества факторов [1]: скорости и времени движения, наличия участков, которые ограничивают свободу движения, количества остановок на единицу пути, длительности задержек, величины и частоты изменения скоростей движения, свободы маневрирования, параметров, определяющих безопасность движения и пр. Вместе с тем, для оценки количественного влияния каждого из этих факторов на уровень обслуживания в настоящее время собрано недостаточно данных [1].

Поэтому для характеристики уровней обслуживания используют различные интегральные показатели: скорость движения, плотность потока и, чаще других, коэффициент загрузки дороги движением, определяемый как отношение фактической интенсивности движения на данном участке дороги к пропускной способности этого участка.

Таблица 1 – Характеристики уровней обслуживания городских улиц

Уровень обслуживания	Характер движения транспортного потока	Средняя скорость движения, $v$ , км/ч	Коэффициент загрузки дороги движением $k_z$
А	Свободный	$v \geq 48$	$0 < k_z \leq 0,6$
В	Стабильный	$40 \leq v < 48$	$0,6 < k_z \leq 0,7$
С	Связанный	$32 \leq v < 40$	$0,7 < k_z \leq 0,8$
Д	Приближающийся к нестабильному	$24 \leq v < 32$	$0,8 < k_z \leq 0,9$
Е	Нестабильный	$v \sim 16$	$0,9 < k_z \leq 1$
Ф	Находящийся в стесненных условиях	$v < 16$	Не имеют смысла

Пропускная способность автомобильных дорог является сложной и нестабильной характеристикой дороги, на величину которой влияет множество факторов, среди которых можно выделить: дорожные и погодные условия, время суток, характеристики транспортного потока, психофизиологические особенности водителя, организация движения на данном участке дороги и т.д. [1–5].

Одним из основных факторов, влияющим на пропускную способность и, следовательно, на уровень обслуживания, относящийся к организации

дорожного движения при прочих равных условиях, является наличие околотротуарной парковки. Такая парковка снижает пропускную способность улицы и повышает опасность движения. Вместе с тем, в исторически сложившихся центральных районах крупных городов, как правило, отсутствуют альтернативные возможности размещения автомобилей. Поэтому актуальной задачей является оценка возможности организации уличных парковок из условия, обеспечения достаточного уровня обслуживания при котором уровень загрузки не превышает 0,8.

**Результаты анализа уровня обслуживания не сети района центральной части города.** Ширина полосы движения и боковой интервал между автомобилями существенно влияют на изменение уровня обслуживания. При небольшой ширине полос для движения и наличии на обочине рядом с проезжей частью дороги постоянно встречающихся элементов обустройства дорог и сооружений, водители испытывают значительное психическое напряжение и часто снижают скорость движения и (или) увеличивают интервал между автомобилями. Такой эффект назван краевым воздействием [1].

При краевом воздействии снижается интенсивность движения при любом уровне обслуживания.

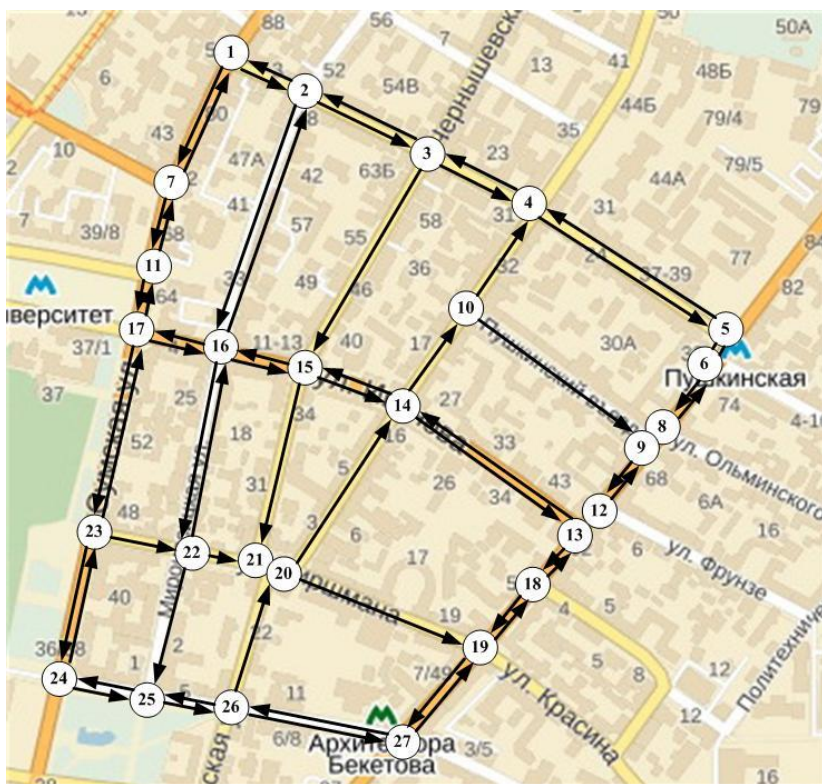
Аналогичное влияние на уровень обслуживания также оказывает околотротуарная парковка. Площадь дороги, занятая стоящими автомобилями, непригодна для движения. Влияние стоящих автомобилей на пропускную способность и интенсивность движения дороги при односторонней парковке эквивалентно уменьшению ширины проезжей части минимум на 2,4 м. Кроме того, околотротуарные стоянки становятся причиной нарушения нормальных условий движения на соседней полосе движения из-за автомобилей, отъезжающих с места стоянки или становящихся на нее.

Для определения влияния на уровень обслуживания парковки были проведены экспериментальные исследования.

Экспериментальные исследования проводились на части сети Киевского района г. Харькова площадью 0,55 км<sup>2</sup>. Исследуемая сеть насчитывала 27 узлов – пересечений дорог (рисунок 1), 10 улиц и 38 участков между перекрестками.

В процессе проведения эксперимента были получены значения интенсивности транспортного потока на каждом направлении участка дороги, входящего в район исследования, а также проведены измерения номинальной ширины проезжей части и фактической ширины, остающейся для движения транспортных средств, с учетом околотротуарной парковки.

Эксперимент проводился в будний день с 9<sup>00</sup> до 10<sup>00</sup> часов. Во время проведения экспериментальных исследований параметров транспортного потока на сети использовалась видеосъемка на стационарных постах.



- - направление движения;
- ① - перекресток.

*Рисунок 1 – Схема исследуемой сети*

Движение транспортных средств на каждом входе и выходе участков дорог сети фиксировалось видекамерами в течение часа одновременно.

После проведения видеофиксации все видеозаписи копировались в цифровом формате в компьютер.

Обработка отснятого материала заключалась в определении состава и часовой интенсивности (в физических и приведенных единицах) транспортных средств с разбивкой на 5-минутные и 15-минутные интервалы.

Номинальная и фактическая (с учетом припаркованных автомобилей) ширина проезжей части определялась с использованием лазерного дальномера.

Для всех 38 участков транспортной сети в каждом направлении были получены значения коэффициента загрузки дороги движением и фактической скорости движения.

Коэффициент загрузки дороги движением был рассчитан по формуле [1, 2, 6–8]

$$k_z = \frac{N_i}{n_{\text{пр}i} \cdot P_1}, \quad (1)$$

где  $n_{\text{пр}i}$  – приведенное количество полос на  $i$ -й дуге сети;

$P_1$  – пропускная способность одной полосы движения.

Стандартная ширина одной полосы движения 3,5 метра. Приведенное количество полос движения по направлениям было рассчитано по формуле

$$n_{\text{пр}i} = \frac{n_p}{3,5}, \quad (2)$$

где  $n_p$  – номинальная (или фактическая) ширина проезжей части, м.

Движение по городской улице организовано при помощи средств регулирования дорожного движения. Транспортный поток на городской улице представляет собой группы автомобилей, отделенные друг от друга временными интервалами, в течение которых на улице либо отсутствуют совсем, либо присутствует несколько автомобилей.

Исходя из предположения, что средства регулирования снижают пропускную способность на 50 % [1], ограниченную, кроме того, известными характеристиками движения группы автомобилей, трогаящейся с места, пропускная способность полосы движения  $P_1$  шириной 3,5 м составит 50 % от 1500, т.е. 750 авт./ч. Исходя из этого предположения установлены предельные характеристики ( $N$ ,  $v$ ,  $q$ ) уровней обслуживания на городских улицах [1, 2, 6, 7] (таблица 1).

На основе обработки экспериментальных данных методами регрессионного анализа в работе [2] предложена зависимость для расчета фактической скорости движения в городских условиях

$$v_\phi = 55,82 - 6,92 \cdot 10^{-5} \cdot \left( \frac{N}{n_{\text{пр}}} \right)^2. \quad (3)$$

В случае, когда интенсивность превышает пропускную способность, возникает предзаторная ситуация и скорость принимают  $v_\phi = 5$  км/ч [2].

В результате выявлены участки с заниженными показателями эффективности. Результаты оценки уровня обслуживания для характерных участков, по одному для каждой обследованной улицы, представлены в таблице 2.

Таблица 2– Результаты оценки уровня обслуживания

Участок улицы*	Интенсивность движения, авт./ч	Параметры									
		При номинальной ширине проезжей части, м					При фактической ширине проезжей части, м				
		Номинальная ширина, м	Приведенное количество полос	Скорость движения, км/ч	Коэффициент загрузки дороги движением	Уровень обслуживания	Номинальная ширина, м	Приведенное количество полос	Скорость движения, км/ч	Коэффициент загрузки дороги движением	Уровень обслуживания
3–4	421	9,36	1,34	49,0	0,420	A	6,49	0,93	41,6	0,605	B
4–3	518		1,34	45,43	0,517	A		0,93	34,2	0,745	C
10–9	76	7,96	2,27	55,74	0,045	A	6,07	1,73	55,7	0,058	A
14–10	602	9,5	2,71	52,42	0,296	A	7,21	2,06	49,9	0,390	A
3–15	523	8,18	2,34	52,4	0,298	A	5,93	1,69	49,2	0,412	A
15–16	526	8,19	1,17	41,8	0,599	A	6,43	0,92	33,1	0,764	C
16–15	209		1,17	53,61	0,238	A		0,92	52,2	0,303	A
2–16	225	8,65	1,24	53,5	0,243	A	5,23	Не подлежит расчету			
16–2	151		1,24	54,79	0,163	A					
17–23	1180	13,55	1,94	30,1	0,813	D	9,95	1,42	8,1	1,107	F
23–17	945		1,94	39,33	0,651	B		1,42	25,2	0,886	D
20–19	618	8,54	2,44	51,38	0,338	A	6,51	1,86	48,2	0,443	A
24–25	201	7,59	1,08	53,4	0,247	A	7,59	1,08	53,4	0,247	A
25–24	326		1,08	49,56	0,401	A		1,08	49,6	0,401	A
23–22	248	8,65	2,47	55,12	0,134	A	6,85	1,96	54,7	0,169	A

*Примечание:* \* каждая улица представлена одним участком с соответствующими обозначениями перекрестков, представленными на рисунке 1.

На большинстве улиц парковка автомобилей приводит к снижению уровня обслуживания. На исследуемых улицах выявлено 7 участков с низкими показателями эффективности, на которых уровень обслуживания ниже уровня C – это участки магистральных улиц Сумской и Пушкинской. При этом на улице Сумской даже при номинальной ширине проезжей части наблюдается колонное движение, приближающееся к нестабильному

(уровень  $D$ ), что свидетельствует о необходимости мероприятий реорганизационного характера.

На участках улиц с двусторонним движением – Мироносицкой и Совнаркомовской, на которых парковка разрешена с обеих сторон и для движения остается одна полоса и встречным автомобилям необходимо останавливаться для поочередного пропуска друг друга. Это приводит к большим задержкам, водители используют такие дороги только в случае необходимости и такие улицы практически не используются для транзитного движения и интенсивность на них крайне низкая.

Улучшение уровня обслуживания магистральных улиц Сумской и Пушкинской возможно в случае перераспределения транспортных потоков, движущихся по ним, на параллельные улицы: Мироносицкую, Чернышевского и Артема. Для этого рекомендуется ликвидировать парковку с одной стороны этих улиц. В результате пропускная способность на них увеличится, а именно: на улице Артема от 15 % до 44 %, на улице Чернышевского – от 11 % до 20 %, на улице Мироносицкой – на 33 % с ликвидацией всех задержек, вызванных необходимостью пропуска встречных автомобилей.

Без снижения уровня обслуживания на улицах Артема и Чернышевского возможно увеличение интенсивности от 20 % до 40 %, а также использование ул. Мироносицкой для движения транзитных транспортных потоков. Это, безусловно, создает условия для перераспределения транспортных потоков с соответствующим повышением уровня обслуживания магистральных улиц Пушкинской и Сумской.

Обследованием установлено, что до 80 % автомобилей с ликвидированных околотротуарных парковок могут быть размещены на улицах, перпендикулярных магистральным.

### **Заключение**

Для повышения уровня обслуживания участков загруженных магистралей необходимо комплексное обследование всей прилегающей транспортной сети. Такой подход позволяет путем организационных мероприятий создать условия для перераспределения транзитных транспортных потоков.

Использование такого подхода позволило разработать рекомендации по улучшению качества транспортного обслуживания в одном из районов центральной части г. Харькова на улицах Сумской и Пушкинской путем повышения пропускной способности параллельных улиц.

На основе собранных статистических данных с помощью регрессионного анализа возможна разработка модели, в которой будет учитываться влияние фактической ширины проезжей части улиц на уровень обслуживания участков транспортной сети.

## Литература

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: справочник / В.У. Рэнкин [и др.]; пер с англ. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
2. Лобашов, О.О. Моделирование влияния на транспортные потоки в містах / О.О. Лобашов. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 170 с.
3. Брайловский, Н.О. Моделирование транспортных систем / Н.О. Брайловский, Б.И. Грановский. – М.: Транспорт, 1978. – 125 с.
4. Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов: учебник для студентов вузов / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
5. Капитанов, В.Т. Управление транспортными потоками в городах / В.Т. Капитанов, Е.Б. Хилажев. – М.: Транспорт, 1985 – 94 с.
6. Иносэ, Х. Управление дорожным движением / Х. Иносэ, Т. Хамада; под. ред. М.Я. Блинкина; пер с англ. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
7. Сильянов, В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
8. Михайлов, А.Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов / А.Ю. Михайлов, И.М. Головных. – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с.

УДК 621.436

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ**

### **FORECASTING OF WORKING PROCESS INDICATORS OF THE DIESEL ENGINE WHEN USING ALTERNATIVE FUELS**

*Кухаренок Г.М.*, доктор технических наук, профессор;

*Гершань Д.Г.*, ассистент

(Белорусский национальный технический университет)

*Kukharenok G.M.*, Doctor of Technical Sciences, Professor;

*Hershan D.G.*, Assistant

(Belarusian National Technical University)

**Аннотация.** *Разработана методика прогнозирования показателей рабочего процесса при использовании альтернативных топлив, позволяющая выбирать состав и свойства топлива. Проведены расчетные исследования по выбору состава и свойств топлива.*

**Abstract.** *The method of forecasting of working process indicators when using alternative fuels has been developed, which allows to choose composition*