

УДК 656.13

**Н. А. Соколова, канд. техн. наук, Т. В. Беляева****Автомобильно-дорожный институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»  
в г. Горловка****ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРУЗКИ ДВИЖЕНИЕМ ДВУХПОЛОСНЫХ  
ПЕРЕГОНОВ УЛИЦ С УЧЕТОМ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И СОСТАВА  
ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ПО ПОЛОСАМ ДВИЖЕНИЯ**

*Предложена методика определения уровня загрузки городских перегонов улиц с двумя полосами движения, позволяющая оценивать уровень загрузки движением и пропускную способность участка дороги с учетом скорости движения и состава транспортного потока по полосам движения, а также разрабатывать рекомендации по повышению пропускной способности на перегруженных участках и изменению схем организации дорожного движения.*

**Ключевые слова:** габарит динамический, метод, методика, перегон улицы, скорость движения, состав транспортного потока, способность пропускная автомобильной дороги, уровень загрузки автомобильной дороги

**Введение**

Комфорт, безопасность и экономичность движения на автомобильных дорогах во многом зависят от степени загрузки дороги движением. Увеличение интенсивности движения приводит к нарушению равномерности движения потока автомобилей, снижению скоростей движения, возрастанию количества дорожно-транспортных происшествий. Эффективные методы оценки уровня загрузки движением позволяют повысить качество и организацию дорожного движения.

**Анализ публикаций**

Анализ существующих методов и методик оценки пропускной способности автомобильных дорог и уровня их загрузки движением [1–6] позволил выявить ряд недостатков. Основными из них являются: определение пропускной способности и уровня загрузки в целом на проезжей части, а не по полосам движения; состав транспортного потока если и учитывается, то без учета его распределения по видам транспортных средств по полосам движения; скорость транспортного потока, которая учитывается в методах, определяется как средняя для всего транспортного потока, в то время как по крайней правой полосе движение осуществляется с меньшими скоростями. Следовательно, выявленные недостатки необходимо учитывать при разработке метода оценки уровня загрузки на городских двухполосных перегонах улиц.

**Цель статьи**

Разработка метода и методики оценки уровня загрузки движением двухполосных перегонов улиц.

**Методика и результаты исследования**

Для разработки метода определения пропускной способности перегона улицы с двумя полосами движения предлагается использовать плотность движения транспортного потока на исследуемом участке. Плотность транспортного потока – это количество транспортных средств, расположенных на 1 км дороги [1–3]:

$$q = \frac{[авт.]}{[км]} = \frac{[1\ 000\ авт.]}{[м]}. \quad (1)$$

Для того, чтобы определить максимальную плотность транспортного потока, необходимо на этом участке расположить определенное количество транспортных средств соответствующего габарита. Тогда получаем:

$$q = \frac{1\ 000}{L_0}, \text{ авт./м}, \quad (2)$$

где  $L_0$  – динамический габарит автомобиля, который определяется по формуле:

$$L_0 = l_a + (t_p + t_{np}) \cdot V_a + \left(\frac{1}{i_2} - \frac{1}{i_1}\right) \cdot \frac{V_a^2}{2} + l_0, \quad (3)$$

где  $l_a$  – длина или статический габарит автомобиля, м;

$t_p$  – время реакции водителя, с;

$t_{np}$  – время срабатывания тормозного привода, с;

$V_a$  – скорость транспортного средства, м/с;

$l_0$  – зазор безопасности, м;

$i_1, i_2$  – замедление, соответственно, автомобиля-лидера и движущегося за ним автомобиля, м/с<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$i = 9,81 \cdot \left(\frac{\varphi}{K\varepsilon} \cos \alpha \pm \sin \alpha\right), \quad (4)$$

где  $\varphi$  – коэффициент сцепления колес с поверхностью дороги;

$K\varepsilon$  – коэффициент эффективности торможения;

$\alpha$  – угол продольного уклона дороги.

Расчетную пропускную способность на перегоне улицы предлагается определять отдельно по каждой полосе. Следовательно, максимально возможную плотность на одной полосе движения с учетом динамических характеристик транспортных средств, движущихся по этой полосе, предлагается определять по формуле (2).

Для определения максимальной плотности транспортного потока для всего участка (для двух полос движения), формула (2) примет вид:

$$q = \frac{1\ 000}{L_0^1} + \frac{1\ 000}{L_0^2} = 1\ 000 \left(\frac{1}{L_0^1} + \frac{1}{L_0^2}\right), \quad (5)$$

где  $L_0^1, L_0^2$  – динамический габарит автомобиля для транспортных средств, соответственно, первой и второй полосы движения, м.

Для определения расчетной пропускной способности с учетом скорости движения транспортного потока по каждой полосе предлагается, с учетом формулы (2), использовать выражение:

$$P_{1(2)} = 1\ 000 \left(\frac{V_a^{1(2)}}{L_0^{1(2)}}\right), \quad (6)$$

где  $V_a^{1(2)}$  – скорость движения транспортного потока на первой или второй полосе, км/ч;

$L_o^{1(2)}$  – динамический габарит автомобиля для транспортных средств первой или второй полосы движения, м.

Расчетная пропускная способность двухполосного перегона улицы с учетом скорости движения транспортного потока по каждой полосе, с учетом (6), будет:

$$P_{пер} = 1\,000 \left( \frac{V_a^1}{L_o^1} + \frac{V_a^2}{L_o^2} \right), \quad (7)$$

где  $V_a^1$ ,  $V_a^2$  – скорость движения транспортного потока, соответственно, на первой и второй полосе, км/ч.

Уровень загрузки дороги движением по каждой полосе:

$$Z_{1(2)} = \frac{N_{1(2)}}{P_{1(2)}}, \quad (8)$$

где  $N_{1(2)}$  – интенсивность движения транспортного потока на первой или второй полосе движения на перегоне, авт./ч.

Согласно разработанному методу уровень загрузки дороги движением по перегону предлагаем определять по формуле:

$$Z_{пер} = Z_1 + Z_2. \quad (9)$$

Для экспериментальной проверки предложенного метода определения пропускной способности дороги и уровня ее загрузки по полосам движения с учетом неоднородности состава транспортного потока и скоростей движения, с целью разработки соответствующих мероприятий по организации дорожного движения, были выбраны перегоны двух главных улиц г. Горловка – проспект Победы и проспект Ленина, имеющие по две полосы движения в каждом направлении.

Для определения пропускной способности участка автомобильной дороги интенсивность транспортного потока необходимо привести к легковому автомобилю. Поскольку анализ существующих подходов использования коэффициентов приведения не позволил определить единых значений данных коэффициентов, то в расчетах предлагаем принять усредненные значения по всем видам транспортных средств [3, 7]: легковые автомобили – 1; грузовые автомобили до 2 т – 1,3; грузовые автомобили до 6 т – 1,8; грузовые автомобили до 8 т – 2,1; автобусы – 2,2; троллейбусы – 3,0.

Поскольку за весь период наблюдения в составе транспортного потока было всего 5 велосипедов и 2 мопеда, ними в составе транспортного потока принято пренебречь.

При определении динамического габарита на первой полосе движения в качестве статического габарита автомобиля принята длина 12 метров. Это связано с тем, что количество автобусов, троллейбусов и грузовых автомобилей на всех перегонах улиц (и в прямом, и в обратном направлениях) составляет более 50 % транспортного потока. Так как большегрузные транспортные средства имеют динамические характеристики хуже легковых автомобилей, поэтому целесообразно определять динамический габарит для грузовых автомобилей и автобусов.

Значения динамического габарита автомобиля с учетом состава транспортного потока по первой полосе приведены в таблице 1.

Для наглядности погрешности присвоения транспортному потоку характеристик легковых автомобилей, которых в составе транспортного потока менее 50 %, в таблице 2 приведены расчеты динамического габарита автомобиля, где в качестве расчетного значения статической длины автомобиля принят легковой автомобиль с длиной 5 м.

Таблица 1 – Определение динамического габарита автомобиля с учетом состава транспортного потока, м

№ перегона	Проспект Победы						Проспект Ленина					
	Прямое направление			Обратное направление			Прямое направление			Обратное направление		
	$L_{\partial 1}$	$L_{\partial 2}$	$L_{\partial ПЧ}$	$L_{\partial 1}$	$L_{\partial 2}$	$L_{\partial ПЧ}$	$L_{\partial 1}$	$L_{\partial 2}$	$L_{\partial ПЧ}$	$L_{\partial 1}$	$L_{\partial 2}$	$L_{\partial ПЧ}$
1	25,3	29,0	23,1	25,3	29,0	23,1	26,2	30,0	23,9	26,2	30,0	23,9
2	24,9	28,5	22,2	25,8	28,5	23,5	25,8	29,5	23,5	25,8	29,0	23,9
3	24,9	28,5	23,1	25,3	29,0	23,1	25,3	29,5	23,5	25,8	29,0	23,5
4	24,9	29,0	22,6	25,3	29,0	23,1	25,8	30,0	23,9	26,2	30,0	23,9
5	25,8	29,5	23,5	25,8	29,5	23,5	25,3	29,5	23,1	25,8	29,5	23,5
6	24,9	29,0	23,1	25,8	29,0	23,5	26,2	30,5	24,4	26,2	30,0	23,9
7	24,9	28,5	22,6	25,3	28,5	22,6	25,8	29,5	23,9	26,2	19,6	23,9

Таблица 2 – Определение динамического габарита автомобиля без учета состава транспортного потока, м

№ перегона	Проспект Победы						Проспект Ленина					
	Прямое направление			Обратное направление			Прямое направление			Обратное направление		
	$L_{\partial 1}$	$L_{\partial 2}$	$L_{\partial ПЧ}$	$L_{\partial 1}$	$L_{\partial 2}$	$L_{\partial ПЧ}$	$L_{\partial 1}$	$L_{\partial 2}$	$L_{\partial ПЧ}$	$L_{\partial 1}$	$L_{\partial 2}$	$L_{\partial ПЧ}$
1	18,3	29,0	23,1	18,3	29,0	23,1	19,2	30,0	23,9	19,2	30,0	23,9
2	17,9	28,5	22,2	18,8	28,5	23,5	18,8	29,5	23,5	18,8	29,0	23,9
3	17,9	28,5	23,1	18,3	29,0	23,1	18,3	29,5	23,5	18,8	29,0	23,5
4	17,9	29,0	22,6	18,3	29,0	23,1	18,8	30,0	23,9	19,2	30,0	23,9
5	18,8	29,5	23,5	18,8	29,5	23,5	18,3	29,5	23,1	18,8	29,5	23,5
6	17,9	29,0	23,1	18,8	29,0	23,5	19,2	30,5	24,4	19,2	30,0	23,9
7	17,9	28,5	22,6	18,3	28,5	22,6	18,8	29,5	23,9	19,2	19,6	23,9

Следующим этапом является определение пропускной способности полос движения и перегонов улиц. Результаты приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Определение расчетной пропускной способности на перегонах улиц без учета состава транспортного потока, авт/ч

№ перегона	Проспект Победы						Проспект Ленина					
	Прямое направление			Обратное направление			Прямое направление			Обратное направление		
	$P_1$	$P_2$	$P_{ПЧ}$	$P_1$	$P_2$	$P_{ПЧ}$	$P_1$	$P_2$	$P_{ПЧ}$	$P_1$	$P_2$	$P_{ПЧ}$
1	1 799	1 964	1 908	1 799	1 964	1 908	1 825	1 969	1 921	1 825	1 969	1 921
2	1 784	1 962	1 894	1 812	1 962	1 915	1 812	1 967	1 915	1 812	1 964	1 921
3	1 784	1 962	1 908	1 799	1 964	1 908	1 799	1 967	1 915	1 812	1 964	1 915
4	1 784	1 964	1 901	1 799	1 964	1 908	1 812	1 969	1 921	1 825	1 969	1 921
5	1 812	1 967	1 915	1 812	1 967	1 915	1 799	1 967	1 908	1 812	1 967	1 915
6	1 784	1 964	1 908	1 812	1 964	1 915	1 825	1 970	1 926	1 825	1 969	1 921
7	1 784	1 962	1 901	1 799	1 962	1 901	1 812	1 967	1 921	1 825	1 837	1 921

Таблица 4 – Определение расчетной пропускной способности на перегонах улиц с учетом состава транспортного потока, авт/ч

№ перегона	Проспект Победы						Проспект Ленина					
	Прямое направление			Обратное направление			Прямое направление			Обратное направление		
	$P_1$	$P_2$	$P_{ПЧ}$	$P_1$	$P_2$	$P_{ПЧ}$	$P_1$	$P_2$	$P_{ПЧ}$	$P_1$	$P_2$	$P_{ПЧ}$
1	1 302	1 964	1 908	1 302	1 964	1 908	1 337	1 969	1 921	1 337	1 969	1 921
2	1 283	1 962	1 894	1 320	1 962	1 915	1 320	1 967	1 915	1 320	1 964	1 921
3	1 283	1 962	1 908	1 302	1 964	1 908	1 302	1 967	1 915	1 320	1 964	1 915
4	1 283	1 964	1 901	1 302	1 964	1 908	1 320	1 969	1 921	1 337	1 969	1 921
5	1 320	1 967	1 915	1 320	1 967	1 915	1 302	1 967	1 908	1 320	1 967	1 915
6	1 283	1 964	1 908	1 320	1 964	1 915	1 337	1 970	1 926	1 337	1 969	1 921
7	1 283	1 962	1 901	1 302	1 962	1 901	1 320	1 967	1 921	1 337	1 837	1 921

Расчеты уровня загрузки движения приведены в таблицах 5, 6 и 7.

Таблица 5 – Определение уровня загрузки дороги движением с учетом скорости, без учета состава транспортного потока

№ перегона	Проспект Победы						Проспект Ленина					
	Прямое направление			Обратное направление			Прямое направление			Обратное направление		
	$Z_1$	$Z_2$	$Z_{ПЧ}$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_{ПЧ}$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_{ПЧ}$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_{ПЧ}$
1	0,30	0,31	0,62	0,30	0,32	0,62	0,25	0,30	0,54	0,29	0,31	0,60
2	0,33	0,28	0,61	0,30	0,33	0,63	0,23	0,30	0,53	0,25	0,32	0,57
3	0,26	0,25	0,52	0,30	0,33	0,63	0,29	0,29	0,58	0,23	0,33	0,55
4	0,35	0,24	0,60	0,33	0,35	0,68	0,26	0,28	0,54	0,25	0,32	0,58
5	0,25	0,33	0,58	0,29	0,31	0,60	0,22	0,31	0,53	0,26	0,31	0,57
6	0,23	0,27	0,50	0,30	0,33	0,62	0,24	0,28	0,52	0,25	0,29	0,54
7	0,28	0,30	0,58	0,30	0,33	0,63	0,23	0,30	0,53	0,26	0,36	0,62

Таблица 6 – Определение уровня загрузки дороги движением с учетом скорости и состава транспортного потока

№ перегона	Проспект Победы						Проспект Ленина					
	Прямое направление			Обратное направление			Прямое направление			Обратное направление		
	$Z_1$	$Z_2$	$Z_{ПЧ}$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_{ПЧ}$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_{ПЧ}$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_{ПЧ}$
1	0,42	0,31	0,73	0,41	0,32	0,73	0,34	0,30	0,63	0,40	0,31	0,71
2	0,46	0,28	0,74	0,41	0,33	0,74	0,32	0,30	0,61	0,34	0,32	0,66
3	0,37	0,25	0,62	0,42	0,33	0,75	0,40	0,29	0,69	0,31	0,33	0,64
4	0,49	0,24	0,74	0,45	0,35	0,80	0,36	0,28	0,64	0,35	0,32	0,67
5	0,35	0,33	0,68	0,39	0,31	0,70	0,30	0,31	0,61	0,35	0,31	0,66
6	0,32	0,27	0,58	0,41	0,33	0,74	0,33	0,28	0,61	0,34	0,29	0,63
7	0,39	0,30	0,69	0,42	0,33	0,75	0,31	0,30	0,62	0,35	0,36	0,71

В таблице 8 представлены итоговые результаты существующей методики определения уровня загрузки дороги движением и предлагаемой.

Таблица 7 – Определение уровня загрузки дороги движением по существующей методике

№ перегона	Проспект Победы		Проспект Ленина	
	Прямое направление	Обратное направление	Прямое направление	Обратное направление
1	0,61	0,57	0,54	0,57
2	0,59	0,58	0,52	0,55
3	0,50	0,59	0,56	0,53
4	0,57	0,63	0,53	0,55
5	0,59	0,55	0,53	0,54
6	0,49	0,58	0,52	0,51
7	0,58	0,59	0,53	0,57

Таблица 8 – Сравнение результатов определения уровня загрузки движением существующим и предложенным методом

№ перегона	Проспект Победы						Проспект Ленина					
	Прямое направление			Обратное направление			Прямое направление			Обратное направление		
	$Z_{Пч}$	$Z'_{Пч}$	$Z''_{Пч}$	$Z_{Пч}$	$Z'_{Пч}$	$Z''_{Пч}$	$Z_{Пч}$	$Z'_{Пч}$	$Z''_{Пч}$	$Z_{Пч}$	$Z'_{Пч}$	$Z''_{Пч}$
1	0,62	0,73	0,61	0,62	0,73	0,57	0,54	0,63	0,54	0,60	0,71	0,57
2	0,61	0,74	0,59	0,63	0,74	0,58	0,53	0,61	0,52	0,57	0,66	0,55
3	0,52	0,62	0,50	0,63	0,75	0,59	0,58	0,69	0,56	0,55	0,64	0,53
4	0,60	0,74	0,57	0,68	0,80	0,63	0,54	0,64	0,53	0,58	0,67	0,55
5	0,58	0,68	0,59	0,60	0,70	0,55	0,53	0,61	0,53	0,57	0,66	0,54
6	0,50	0,58	0,49	0,62	0,74	0,58	0,52	0,61	0,52	0,54	0,63	0,51
7	0,58	0,69	0,58	0,63	0,75	0,59	0,53	0,62	0,53	0,62	0,71	0,57

Примечание:  $Z_{Пч}$  – уровень загрузки движением с учетом скорости, без учета состава транспортного потока по первой полосе;  $Z'_{Пч}$  – уровень загрузки движением с учетом скорости и состава транспортного потока по первой полосе;  $Z''_{Пч}$  – уровень загрузки движением по существующей методике.

Для подтверждения адекватности предложенной методики необходимо сравнить полученные результаты с фактическим уровнем загрузки дороги движением. На рисунке представлен чертеж уровня загрузки двухполосного перегона дороги по результатам обработки фотоснимка.

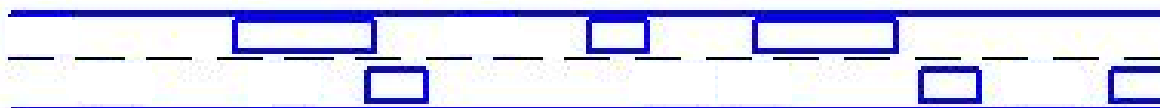


Рисунок – Фактический уровень загрузки двухполосного перегона по результатам обработки фотоснимка

На рисунке по крайней правой полосе зафиксировано движение грузового автомобиля, автобуса и легкового автомобиля. По левой полосе движется три легковых автомобиля. Длина

перегона 100 м. Поскольку транспортные средства движутся, то для определения уровня загрузки дороги необходимо учитывать не статические габариты транспортных средств, а динамические, т. е. тот участок дороги, который минимально необходим для безопасного движения автомобилей с заданной скоростью:

$$L_{\partial} = l_a + d + l_0, \quad (10)$$

где  $l_a$  – длина автомобиля, м;

$d$  – безопасная дистанция, м;

$l_0$  – зазор безопасности, м.

Для описания движения транспортного потока будем использовать динамическую (детерминированную) модель первой группы. В этом случае при определении минимальной теоретической дистанции  $d$  считают тормозные свойства автомобилей абсолютно равными между собой и учитывают только реакцию водителя  $t_p$ . Общий вид уравнения динамического габарита для микромоделей транспортного потока первой группы имеет вид:

$$L_{\partial} = l_a + V_a \cdot t_p + l_0. \quad (11)$$

Определим динамические габариты всех транспортных средств, движущихся на заданном участке дороги. Для каждой полосы движения общими исходными данными будут:  $t_p = 1$  с;  $l_0 = 5$  м.

Для грузового автомобиля и автобуса исходными данными являются:  $l_a = 12$  м;  $V_a = 9,2$  м/с [8] (т. к. они движутся по крайней правой полосе).

Для легкового автомобиля, движущегося по крайней правой полосе скорость движения также будет равна  $V_a = 9,2$  м/с [8]. Габаритную длину принимаем  $l_a = 5$  м.

Для легковых автомобилей, движущихся по левой полосе, скорость движения будет  $V_a = 15,8$  м/с [8]. Габаритную длину также принимаем  $l_a = 5$  м.

Для того, чтобы определить уровень загрузки перегона движением, необходимо найти сумму динамических габаритов всех транспортных средств, расположенных на участке:

$$L_{\partial} = (12 + 9,2 \cdot 1 + 5) + (5 + 9,2 \cdot 1 + 5) + (12 + 9,2 \cdot 1 + 5) + (5 + 15,8 \cdot 1 + 5) + (5 + 15,8 \cdot 1 + 5) + \\ + (5 + 15,8 \cdot 1 + 5) = 26,2 + 19,2 + 26,2 + 25,8 + 25,8 + 25,8 = 149 \text{ м.}$$

Поскольку протяженность участка составляет 100 метров, а с учетом двух полос 200 метров, то можем определить уровень загрузки движением (таблица 9).

Таблица 9 – Фактический уровень загрузки перегонов улиц движением по результатам обработки фотоснимков

№ перегона	Проспект Победы		Проспект Ленина	
	Прямое направление	Обратное направление	Прямое направление	Обратное направление
1	0,75	0,60	0,65	0,72
2	0,75	0,75	0,64	0,65
3	0,59	0,78	0,68	0,64
4	0,71	0,77	0,59	0,69
5	0,70	0,68	0,66	0,64
6	0,55	0,74	0,64	0,65
7	0,65	0,74	0,68	0,75

В таблицах 10 и 11 представим сравнение результатов по определению уровня загрузки двухполосных перегонов движением.

Анализ таблиц 10 и 11 свидетельствует, что максимально точно уровень загрузки движением определяет предложенная методика, которая учитывает состав транспортного потока и скорость его движения по полосам.

Таблица 10 – Сравнение результатов по определению уровня загрузки двухполосных перегонов движением по проспекту Победы

№ перегона	Прямое направление				Обратное направление			
	$Z_{ПЧ}$	$Z'_{ПЧ}$	$Z''_{ПЧ}$	$Z_{ПЧ \text{ факт}}$	$Z_{ПЧ}$	$Z'_{ПЧ}$	$Z''_{ПЧ}$	$Z_{ПЧ \text{ факт}}$
1	0,62	0,73	0,61	0,75	0,62	0,73	0,57	0,60
2	0,61	0,74	0,59	0,75	0,63	0,74	0,58	0,75
3	0,52	0,62	0,50	0,59	0,63	0,75	0,59	0,78
4	0,60	0,74	0,57	0,71	0,68	0,80	0,63	0,77
5	0,58	0,68	0,59	0,70	0,60	0,70	0,55	0,68
6	0,50	0,58	0,49	0,55	0,62	0,74	0,58	0,74
7	0,58	0,69	0,58	0,65	0,63	0,75	0,59	0,74

Примечание:  $Z_{ПЧ}$  – уровень загрузки движением с учетом скорости, без учета состава транспортного потока по первой полосе;  $Z'_{ПЧ}$  – уровень загрузки движением с учетом скорости и состава транспортного потока по первой полосе;  $Z''_{ПЧ}$  – уровень загрузки движением по существующей методике.

Таблица 11 – Сравнение результатов по определению уровня загрузки двухполосных перегонов движением по проспекту Ленина

№ перегона	Прямое направление				Обратное направление			
	$Z_{ПЧ}$	$Z'_{ПЧ}$	$Z''_{ПЧ}$	$Z_{ПЧ \text{ факт}}$	$Z_{ПЧ}$	$Z'_{ПЧ}$	$Z''_{ПЧ}$	$Z_{ПЧ \text{ факт}}$
1	0,54	0,63	0,54	0,65	0,60	0,71	0,57	0,72
2	0,53	0,61	0,52	0,64	0,57	0,66	0,55	0,65
3	0,58	0,69	0,56	0,68	0,55	0,64	0,53	0,64
4	0,54	0,64	0,53	0,59	0,58	0,67	0,55	0,69
5	0,53	0,61	0,53	0,66	0,57	0,66	0,54	0,64
6	0,52	0,61	0,52	0,64	0,54	0,63	0,51	0,65
7	0,53	0,62	0,53	0,68	0,62	0,71	0,57	0,75

Учитывая то, что каждый уровень загрузки имеет свой диапазон значений: уровень А –  $Z = 0,2$ ; уровень Б –  $0,2 < Z < 0,5$ ; уровень В –  $0,5 < Z < 0,75$ ; уровень Г –  $0,75 < Z < 0,9$ ; уровень Д –  $0,9 < Z < 1,0$ , то при имеющихся погрешностях в результатах расчета без учета состава транспортного потока и скорости его движения, возможна неправильная оценка условий движения, характерных каждому уровню, и, как следствие, принятие неправильных решений по организации дорожного движения.

Оценивая результаты определения уровня загрузки движения по проспекту Победы и проспекту Ленина, видим, что по проспекту Победы на перегонах 3 и 6 в прямом направлении и на перекрестках 3, 4, 7 – в обратном, уровень загрузки при оценке его существующим методом относит эти перегоны к уровню Б с частично связанными условиями движения транспортного потока. С учетом же состава транспортного потока и его скоростей по полосам движения уровень загрузки соответствует значению В – связанное движение, где совсем другие условия движения транспортного потока и причины возникновения дорожно-транспортных



происшествий. Аналогичная ситуация и на перегонах по проспекту Ленина.

Методика применения предложенного метода предполагает обоснование последовательности действий для оценки уровня загрузки перегона улиц с двумя полосами с рекомендацией последующих мероприятий для улучшения качества движения транспортного потока.

Предлагается использовать следующую методику для оценки уровня загрузки перегона улиц с двумя полосами движения:

1. Обследование интенсивности дорожного движения и состава транспортного потока по каждой полосе.

На данном этапе оцениваются существующие характеристики транспортного потока или моделируются его различные варианты с целью определения изменений показателя уровня загрузки.

2. Определение скорости движения транспортного потока по каждой полосе движения.

На данном этапе оцениваются существующие скорости движения транспортного потока или моделируются их различные варианты с целью определения изменений показателя уровня загрузки.

3. Оценивание состава транспортного потока по крайней правой полосе.

Если в составе транспортного потока количество габаритных транспортных средств (автобусов, троллейбусов, грузовых автомобилей) превышает 50 %, то в качестве среднего значения габаритной длины принимается длина грузового автомобиля равная 12 м. Если менее 50 % – то в качестве среднего значения габаритной длины принимается длина легкового автомобиля равная 5 м.

4. Приведение интенсивности транспортного потока каждой полосы движения к легковому автомобилю (с использованием коэффициентов приведения).

5. Определение по формуле (3) динамического габарита автомобиля: по крайней левой полосе принимается длина легкового автомобиля  $l_a = 5$  м; по крайней правой полосе  $l_a = 12$  м или  $l_a = 5$  м (согласно выполнения условия пункта 3).

6. Определение пропускной способности по каждой полосе движения по формуле (6).

7. Определение суммарной пропускной способности перегона улицы по формуле (7).

8. Определение уровня загрузки движением по каждой полосе по формуле (8).

9. Определение уровня загрузки движением на перегоне дороги по формуле (9).

10. Выполнение анализа уровня загрузки дороги движением, оценивание характера движения транспортного потока, оценивание безопасности движения, характерной данным условиям движения. В первую очередь – оценивание уровня загрузки движением по полосам. При значительных различиях значений уровня загрузки по полосам движения – выявление причин и факторов, способствующих снижению пропускной способности полосы.

11. Проведение анализа условий дорожного движения, способствующих снижению пропускной способности автомобильной дороги и повышению уровня загрузки движением. К таким условиям относят: наличие остановок маршрутного пассажирского транспорта, наличие стоянок транспортных средств вдоль проезжей части, наличие пешеходных переходов, неудовлетворительное состояние дорожного покрытия и т. д.

12. Рекомендация мероприятий, способствующих снижению пропускной способности автомобильной дороги и повышению уровня загрузки движением. К основным мероприятиям повышения пропускной способности и снижения уровня загрузки дороги движением на перегонах улиц относятся [1, 3, 4, 9, 10]:

- 1) повышение ровности покрытия проезжей части;
- 2) повышение коэффициента сцепления;
- 3) ограничение количества стоянок вдоль проезжей части;
- 4) обустройство остановок маршрутного пассажирского транспорта по типу «заездной карман»;
- 5) рекомендация скоростного режима транспортного потока, как по дороге, так и по полосам движения;

- 6) разделение транспортных потоков по типу транспортных средств, в т. ч. выделение полосы движения для маршрутного пассажирского транспорта или грузового транспорта;
- 7) введение ограничений для движения грузового транспорта;
- 8) качественное информирование водителей об условиях движения по маршруту следования;
- 9) стимулирование использования общественного транспорта путем улучшения качества обслуживания пассажиров;
- 10) улучшение качества работы дорожно-эксплуатационной службы по содержанию автомобильных дорог;
- 11) увеличение числа полос;
- 12) введение одностороннего движения.

Предложенные мероприятия по снижению уровня загрузки движением предполагают различные по стоимости капиталовложения. При выборе того или иного мероприятия необходимо ориентироваться на значение показателя уровня загрузки и на результаты анализа факторов и дорожных условий, которые способствуют снижению пропускной способности как полосы движения, так и всего перегона.

### **Выводы**

Разработаны метод оценки уровня загрузки дороги движением на двухполосных перегонах улиц с учетом состава транспортного потока и скоростей движения по каждой полосе и выполнена его экспериментальная проверка, а также методика его применения. Обоснованы мероприятия по снижению уровня загрузки дороги движением с учетом анализа факторов и дорожных условий, способствующих снижению пропускной способности перегона.

### **Список литературы**

1. Пропускная способность автомобильных дорог / Е. М. Лобанов, В. В. Сильянов, Ю. М. Ситников, Л. Н. Сапегин. – Москва : Транспорт, 1970. – 152 с.
2. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог / В. В. Сильянов, А. Г. Биннатов, Я. Э. Варна [и др.] ; под ред. В. В. Сильянова. – Москва : Транспорт, 1982. – 88 с.
3. ОДМ 218.2.020-2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Отраслевой дорожный методический документ : Федеральное дорожное агентство (Росавтодор) : издание официальное : внесен Управлением эксплуатации и сохранности автомобильных дорог Федерального дорожного агентства : издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 17.02.2012 № 49-р : взамен Руководства по оценке пропускной способности автомобильных дорог / Разработан АНО «Институт Проблем Безопасности Движения». – Москва, 2012. – 143 с.
4. Дорожные условия и режимы движения автомобилей / В. Ф. Бабков, М. Б. Афанасьев, А. П. Васильев [и др.] ; под ред. В. Ф. Бабкова. – Москва : Транспорт, 1967. – 224 с.
5. Пугачев, И. Н. Организация и безопасность движения / И. Н. Пугачев. – Хабаровск : Хабаровский государственный технический университет, 2004. – 232 с. – ISBN 5-7389-0292-0.
6. Пугачев, И. Н. Организация движения автомобильного транспорта в городах / И. Н. Пугачев. – Хабаровск : Тихоокеанский государственный университет, 2005. – 196 с. – ISBN 5-7389-0398-6.
7. ВСН 25-86. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах : утверждены Министерством автомобильных дорог РСФСР 29 января 1986 года : взамен Указаний по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах (ВСН 25-76) : дата введения 1987-05-01 / Разработаны под руководством и при участии проф. В. Ф. Бабкова [и др.]. – Москва : Транспорт, 1988. – 233 с.
8. Соколова, Н. А. Определение скорости движения транспортных средств по проспекту Победы города Горловка / Н. А. Соколова, Е. С. Еремчук. – Текст : электронный // Организация и безопасность дорожного движения : материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием, Тюмень, 13 мая, 2021 г. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021 – С. 61–66. – EDN ADKWN1. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=adkwni> (дата обращения: 25.03.2025).
9. Фишельсон, М. С. Городские пути сообщения / М. С. Фишельсон. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1980. – 296 с.
10. Эльвик, Р. Справочник по безопасности дорожного движения : пер. с норвежского / Р. Эльвик, А. Б. Мюсен, В. Трулс ; под редакцией В. В. Сильянова. – Москва : МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с. – ISBN 5-7962-0015-1.

**Н. А. Соколова, Т. В. Беляева**  
**Автомобильно-дорожный институт (филиал)**  
**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка**  
**Оценка уровня загрузки движением двухполосных перегонов улиц с учетом скорости**  
**движения и состава транспортного потока по полосам движения**

Существующие методы и методики оценки пропускной способности автомобильных дорог и уровня их загрузки движением имеют ряд недостатков. Основными из них являются: определение пропускной способности и уровня загрузки в целом на проезжей части, а не по полосам движения; состав транспортного потока, если и учитывается, то без учета его распределения по видам транспортных средств по полосам движения на проезжей части; скорость транспортного потока, которая учитывается в методах, определяется как средняя для всего транспортного потока, в то время как по крайней правой полосе движение транспортных средств осуществляется с меньшими скоростями.

В работе уровень загрузки дороги движением предложено оценивать как для всего участка перегона по двум полосам, так и в отдельности для каждой полосы движения. Предложен и экспериментально подтвержден метод оценки уровня загрузки дороги движением на двухполосных перегонах улиц с учетом состава транспортного потока и скоростей движения по каждой полосе. Разработана методика его применения на практике.

Также рекомендованы мероприятия, которые позволят повысить пропускную способность перегонов городских улиц с двумя полосами движения с учетом полученных значений уровня загрузки движением как всего участка дороги, так и отдельных полос движения проезжей части. Выбор мероприятия базируется на анализе факторов и дорожных условий, которые способствуют повышению пропускной способности перегона и снижению уровня загрузки дороги движением.

**ГАБАРИТ ДИНАМИЧЕСКИЙ, МЕТОД, МЕТОДИКА, ПЕРЕГОН УЛИЦЫ, СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, СОСТАВ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА, СПОСОБНОСТЬ ПРОПУСКНАЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ, УРОВЕНЬ ЗАГРУЗКИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

**N. A. Sokolova, T. V. Beliaeva**  
**Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution**  
**of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka**  
**Assessment of the Traffic Load Level of Two-Lane Street Sections,**  
**Taking into Account the Movement Speed and Traffic Flow Composition Along Traffic Lanes**

The existing methods and techniques for assessing the capacity of highways and their level of traffic congestion have a number of disadvantages. The main of them are: the determination of the capacity and load level as a whole on the carriageway rather than by lanes; the composition of the traffic flow without taking into account its distribution by the types of vehicles along the lanes on the carriageway; the speed of the traffic flow, which is taken into account in the methods and is determined as the average for the entire traffic flow, while in the far right lane the movement of vehicles is carried out at lower speeds.

The work proposes to assess the level of the traffic load on the road both for the entire section in two lanes, and separately for each traffic lane. The method for assessing the level of traffic congestion on two-lane street sections, taking into account the composition of the traffic flow and the speed of movement on each lane, is proposed and experimentally confirmed. The methodology for its practical application is developed.

Measures are also recommended that will increase the capacity of sections of city streets with two lanes, taking into account the obtained values of the traffic load level of both the entire road section and individual lanes of the carriageway. The choice of the event is based on an analysis of factors and road conditions that contribute to increasing the capacity of the stage and reducing the level of traffic congestion.

**DYNAMIC DIMENSION, METHOD, METHODOLOGY, STREET SECTION, MOVEMENT SPEED, TRAFFIC FLOW COMPOSITION, THROUGHPUT CAPACITY, TRAFFIC LOAD LEVEL**

**Сведения об авторах:**

**Н. А. Соколова**

SPIN-код РИНЦ: 1356-9696

Телефон: +7 949 311-15-52

Эл. почта: natawyna@yandex.ru

**Т. В. Беляева**

Телефон: +7 949 360-42-53

Эл. почта: tanya979067@gmail.com

Статья поступила 02.04.2025

© Н. А. Соколова, Т. В. Беляева, 2025

Рецензент: Н. Н. Дудникова, канд. техн. наук, доц.,  
 Автомобильно-дорожный институт  
 (филиал) ДонНТУ в г. Горловка