



# Курс «Транспортная инфраструктура»

---

## Автомобильные дороги и городские улицы

Лекция 11

Пектор

Александр Иванович Солодкий



# ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог

Пропускная способность - максимальное число автомобилей, которое может пропустить участок в единицу времени в одном или двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодноклиматических условиях.

Следует различать: *теоретическую, практическую к расчетную пропускные способности.*

**Теоретическую пропускную** способность  $P_t$  определяют расчетом для горизонтального участка дороги, считая постоянными интервалы между автомобилями и однородным составом транспортного потока (состоящим только из легковых автомобилей). Теоретическая пропускная способность полосы автомобильной магистрали составляет около 2900 легковых авт/ч.

Под **практической** понимают пропускную способность, которая обеспечивается на дорогах в реальных условиях движения. Различают два вида практической пропускной способности: максимальную  $P_{max}$  наблюдаемую на эталонном участке; практическую  $P$  в конкретных дорожных условиях.



# Пропускная способность автомобильных дорог

*Эталонный участок* с максимальной практической пропускной способностью  $P_{\max}$  характеризуется следующими дорожными условиями - имеются горизонтальные прямолинейные участки, расстояние между пересечениями более 5 км; полос движения не менее двух; ширина полосы 3,75; укрепленные обочины шириной 3 м; расстояние видимости превышает 800 м; сухое покрытие ровное, шероховатое; транспортный поток состоит только из легковых автомобилей - на обочинах отсутствуют боковые препятствия, снижающие скорость; благоприятные погодноклиматические условия.

Практическая пропускная способность  $P$  соответствует пропускной способности участков, имеющих худшие условия по сравнению с эталонным участком.

**Расчетная пропускная способность** рассматривается как проектный показатель в совокупности с расчетной интенсивностью движения, который служит основой для назначения размеров геометрических элементов дорог и их сочетаний и обеспечивает на расчетную 20-летнюю перспективу оптимальные параметры работы дороги в специфических погодноклиматических условиях рассматриваемого района проектирования.



# Пропускная способность автомобильных дорог

Расчетная пропускная способность

$$P_{\text{расч}} = k_p P_T$$

где  $k_p$  - коэффициент перехода от теоретической пропускной способности к расчетной;  $P_T$  - теоретическая пропускная способность, легковых авт/ч. Значения коэффициентов  $k_p$  приведены в таблице.

Вид дороги	Категория рельефа по СНиПу	$K_p$ в зависимости от категории дороги				
		I	II	III	IV	V
Подходы к крупным городам	1	0,80	0,92	0,99	1,00	1,00
	2	0,75	0,87	0,95	0,99	1,00
	3	0,65	0,77	0,86	0,94	1,00
Дороги промышленных зон и районов	1	0,90	0,96	0,99	1,00	1,00
	2	0,80	0,90	0,97	1,00	1,00
	3	-	0,79	0,90	0,96	1,00
Дороги сельскохозяйственных районов	1	-	0,90	0,98	1,00	1,00
	2	-	0,85	0,92	0,97	1,00
	3	-	-	-	0,93	0,98
Дороги курортных районов	1	0,71	0,82	0,92	0,98	1,00
	2	0,65	0,77	0,87	0,95	0,99
	3	0,55	0,68	0,80	0,90	0,95



# ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

## ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог

При оценке практической пропускной способности в конкретных дорожных условиях рекомендуется использовать уравнение:

$$P = B P_{\max}$$

где  $B$  - итоговый коэффициент снижения пропускной способности, равный произведению частных коэффициентов  $B = b_1 * b_2 * b_3, \dots - * b_{15}$ ;

$P_{\max}$  - максимальная практическая пропускная способность, легковых авт/ч.

При расчетах следует исходить из следующей максимальной практической пропускной способности ( $P_{\max}$  легковых авт/ч):

Двухполосные дороги	3600 в оба направления
Трехполосные дороги	4000 в оба направления
Четырехполосные без разделительной полосы	2100 по одной полосе
Четырехполосные с разделительной полосой	2200 по одной полосе
Шестиполосные без разделительной полосы	2200 по одной полосе
Шестиполосные с разделительной полосой	2300 по одной полосе
Автомобильные магистрали, имеющие 8 полос	2300 по одной полосе



# Пропускная способность автомобильных дорог

Значения коэффициента  $b_1$  приведены в таблице

Автомобильная дорога	Ширина, м		$b_1$
	полосы	проезжей части	
Многополосная	3,0	-	0,9
	3,5	-	0,96
	3,75	-	1,0
Двухполосная	-	6,0	0,85/0,54*
	-	7,0	0,9/0,71*
	-	7,5	1,0/0,87*

\*В знаменателе приведены коэффициенты при наличии снежного наката на полосе движения.



# Пропускная способность автомобильных дорог

Коэффициент  $b_2$  имеет следующие значения:

Ширина обочины, м.....	3,75	3,0	2,50	2,0	1,5
$b_2$ .....	1,0	0,97	0,92	0,8	0,7

Значения коэффициента  $b_3$  приведены в таблице

Расстояние от кромки проезжей части до препятствия, м	$b_3$ при ширине полосы движения, м					
	Боковые помехи с одной стороны			Боковые помехи с обеих сторон		
	3,75	3,5	3,0	3,75	3,5	3,0
2,5	1,0	1,0	0,98	1,0	0,98	0,96
2,0	0,99	0,99	0,95	0,98	0,97	0,93
1,5	0,97	0,95	0,94	0,96	0,93	0,91
1,0	0,95	0,90	0,87	0,91	0,88	0,85
0,5	0,92	0,83	0,80	0,88	0,78	0,75
0	0,85	0,78	0,75	0,82	0,73	0,70



# Пропускная способность автомобильных дорог

Значения коэффициента  $b_4$  приведены в таблице

Количество автопоездов в потоке, %	$b_4$ при числе легких и средних грузовых автомобилей, %				
	10	20	60	60	70
1	0,99	0,98	0,94	0,90	0,86
5	0,97	0,96	0,91	0,88	0,84
10	0,95	0,93	0,88	0,85	0,81
15	0,92	0,90	0,85	0,82	0,78
20	0,90	0,87	0,82	0,79	0,76
25	0,87	0,84	0,79	0,76	0,73
30	0,84	0,81	0,76	0,72	0,70

Примечание. Коэффициент  $b_4$  на подъемах не учитывают, так как состав движения учтен при определении коэффициента  $b_5$ .



# Пропускная способность автомобильных дорог

Значения коэффициента  $b_5$  приведены в таблице

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	$b_5$ , при количестве автомобильных поездов в потоке, ‰				Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	$b_5$ , при количестве автомобильных поездов в потоке, ‰			
		2	5	10	15			2	5	10	15
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89	50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
	500	0,97	0,94	0,92	0,87		500	0,86	0,80	0,75	0,70
	800	0,96	0,92	0,90	0,84		800	0,82	0,76	0,71	0,64
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86	60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
	500	0,95	0,93	0,91	0,83		500	0,77	0,71	0,64	0,55
	800	0,93	0,90	0,88	0,80		800	0,70	0,63	0,53	0,47
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80	70	200	0,75	0,68	0,60	0,55
	500	0,91	0,88	0,83	0,76		500	0,63	0,55	0,48	0,41
	800	0,85	0,85	0,80	0,72		800				



# Пропускная способность автомобильных дорог

**Коэффициент  $b_6$**  имеет следующие значения:

Расстояние видимости, м.....	<50	50-100	100-150	150-250	50-350..	>350
$b_6$ .....	0,68	0,73	0,84	0,80	0,98	1,0

**Коэффициент  $b_7$**  имеет следующие значения:

Радиус кривой в плане, м.....	<100	100-250	250-450	450-690	>600
$b_7$ .....	0,85	0,90	0,96	0,99	1,0

**Коэффициент  $b_8$**  имеет следующие значения:

Ограничение скорости знаком, км/ч.	10	20	30	40	50	60
$b_8$ .....	0,44	0,76	0,88	0,96	0,98	1,0



# Пропускная способность автомобильных дорог

Значения коэффициента  $\nu$  приведены в таблице

Число автомобилей, поворачивающих налево, %	Тип пересечения					
	Т-образное			четырёхстороннее		
	$\nu$ при ширине проезжей части основной дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
Необорудованное пересечение						
0	0,97	0,98	1,00	0,94	0,95	0,98
20	0,85	0,87	0,92	0,82	0,83	0,91
40	0,73	0,75	0,83	0,70	0,71	0,82
60	0,60	0,62	0,75	0,57	0,58	0,73
80	0,45	0,47	0,72	0,41	0,41	0,70
Частично оборудованное пересечение с островками без переходно-скоростных полос						
0	1,0	1,0	1,0	0,98	0,99	1,0
20	0,97	0,98	1,0	0,98	0,97	0,99
40	0,93	0,94	0,97	0,91	0,92	0,97
60	0,87	0,88	0,93	0,84	0,85	0,93
80	0,87	0,88	0,92	0,84	0,85	0,92
Полностью канализированное пересечение						
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
40	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
60	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
80	0,97	0,98	0,99	0,95	0,97	0,98



# Пропускная способность автомобильных дорог

**Коэффициент  $b_{10}$  имеет следующие значения:**

Обочины имеют то же покрытие, что и проезжая части.....	1,0
Обочины укреплены: щебнем с краевой полосой из бетонных плит; щебнем без краевой полосы.....	0,99
засевом трав.....	0,95
Неукрепленные обочины в сухом состоянии.....	0,90
Скользкие, покрытые грязью обочины.....	0,45

**Коэффициент  $b_{11}$  имеет следующие значения:**

Шероховатое асфальто- или цементобетонное, черное щебеночное покрытие.....	1,0
Асфальтобетонное покрытие без поверхностной обработки.....	0,91
Сборное бетонное покрытие.....	0,80
Булыжная мостовая.....	0,42
Грунтовая дорога без пыли, сухая.....	0,90
То же, размокшая.....	0,1-0,3



# Пропускная способность автомобильных дорог

**Коэффициент  $b_{12}$**  имеет следующие значения:

Площадка отдыха, бензозаправочные станции или остановочные площадки с полным отделением от основной дороги и наличием специальной полосы для въезда...	1,0
То же, при наличии только отгона ширины.....	0,98
» , при отсутствии полосы и отгона.....	0,80
» , без отделения от основной проезжей части.....	0,64

**Коэффициент  $b_{13}$**  имеет следующие значения:

Осевая разметка.....	1,02
Краевая и осевая разметки.....	1,06
Разметка полос на подъемах с дополнительной полосой.....	1,50
То же, на четырехполосной дороге.....	1,23
» , на трехполосной дороге.....	1,30
Двойная осевая разметка.....	1,12

**Коэффициент  $b_{14}$**  имеет следующие значения:

Знак ограничения скорости.....	$b_{14} \gg b_8$ ,
Указатели полос движения.....	1,10



# Пропускная способность автомобильных дорог

Значения коэффициента  $b_{15}$  приведены в таблице

Число автобусов в потоке, %	$b_{15}$ при числе легковых автомобилей в потоке, %					
	70	60	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60



# Пропускная способность автомобильных дорог

На автомобильных дорогах с многополосной проезжей частью движение по полосам распределяется неравномерно, пропускную способность следует оценивать путем расчета пропускной способности каждой полосы в отдельности с учетом состава потока.

Общая пропускная способность автомобильной магистрали

$$P_{\Sigma} = 2(P_1 + P_2 + \dots + P_n)$$

где  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  - пропускная способность первой, второй и т. д. полос, авт/ч, определяемая

$$P_n = k\beta_1\beta_2(1700 + 66,6b - 9,54p - 6,84i)$$

где  $k$  - коэффициент приведения смешанного потока автомобилей к потоку легковых автомобилей;

$\beta_1$  - коэффициент, учитывающий радиус кривой в плане;

$\beta_2$  - коэффициент, учитывающий влияние пересечении в разных уровнях (см. табл.)

$b$  - ширина полосы, м ( $b = 3-3,75$  м);

$p$  - количество тяжелых автомобилей и автобусов, % ( $p =$  до 30%);

$i$  - продольный уклон, % (0-40).



# Пропускная способность автомобильных дорог

Коэффициент  $\beta_1$  в следует учитывать только при определении пропускной способности левой полосы на кривой. Коэффициент  $\beta_1$ , отражающий влияние кривой в плане, рекомендуется принимать равным 0,85, если радиус менее 1000 м, и 1 при больших радиусах.

Значения коэффициента **b 2** приведены в таблице

Вид сопряжения съезда с автомобильной магистралью	Интенсивность движения на съезде, % от интенсивности по магистрали	$b_2$ полосы	
		правой	левой
Переходно-скоростные полосы, отделенные от основной проезжей части разделительной полосой	10-25	0,95	1,0
	25-40	0,90	0,95
Только переходно-скоростные полосы	10-25	0,88	0,95
	25-40	0,83	0,90
Съезды без переходно-скоростных полос	10-25	0,80	0,90
	25-40	0,75	0,80



# Пропускная способность автомобильных дорог

Количество полос движения на автомагистралях, скоростных и многополосных автомобильных дорогах, устанавливается в зависимости от расчетной интенсивности движения, исходя из исключения превышения нормируемого значения загрузки дороги движением. Количество полос движения на автомагистралях, скоростных и других многополосных автомобильных дорогах следует определять по формуле с округлением в большую сторону:

$$n = \frac{N_{\text{прив}}}{zP}, (14.1)$$

где  $n$  - количество полос движения;

$N_{\text{прив}}$  - приведенная к легковому автомобилю расчетная часовая интенсивность движения в одном направлении, авт./ч.;

$z$  - уровень загрузки движением, таблица 1,

$P$  – максимальная пропускная способность одной полосы движения (для проектируемых дорог - расчетная, для эксплуатируемых дорог - фактическая) вычисляется через максимальную пропускную способность, осредненные значения которой приведены в таблице 2.



# Пропускная способность автомобильных дорог

Максимальная пропускная способность одной полосы движения  
автомобильных дорог

Таблица 2.

Проезжая часть, категория дороги	Пропускная способность полосы движения	
	максимальная, прив. авт./час	расчетная, прив. ед./час
Автомобильная дорога категории IA, IB, четырех и более полосная проезжая часть с разделительной полосой, городская магистральная дорога скоростного движения	2000	1800
Автомобильная дорога категории IB, четырех-полосная проезжая часть с разделительной полосой	1600	1100
Автомобильная дорога категории II, четырех-полосная проезжая часть без разделительной полосы	1500	1000
Автомобильные дороги II-IV категорий, трех-полосная проезжая часть, городские магистральные улицы со светофорным регулированием	1000	700



# Пропускная способность автомобильных дорог

Расчетные уровни загрузки дороги движением (СП 34.13330.2012)

Таблица 1

Автомобильные дороги	Категория	Коэффициент загрузки дороги
Подъездные к аэропортам классов I и II, морским и речным портам группы I и II	IA	0,60
Автомагистралю, скоростные магистральные дороги	IA, IB	0,65
Обычные дороги	IB, II и III	0,70



# Пропускная способность автомобильных дорог

Рекомендуемый предельный уровень загрузки (ОДМ 218.2.020-2012)

Тип автомобильной дороги	Уровень загрузки	
	новое проектирование	реконструкция
Подъезды к аэропортам, морским и речным причалам	0,2	0,5
Внегородские автомагистрали (дороги I категории)	0,45	0,6
Входы в города, обходы и кольцевые дороги вокруг больших городов	0,55	0,65
Автомобильные дороги II-IV категорий	0,65	0,7



# Пропускная способность автомобильных дорог

Пропускная способность пересечения в разных уровнях имеет две характеристики: первая - пропускная способность дороги, вторая - пропускная способность съездов. Пересечение становится помехой для движения на обеих пересекающихся дорогах, если хотя бы одна из этих характеристик меньше соответствующих интенсивностей движения.

Если хотя бы один съезд имеет пропускную способность меньшую, чем интенсивность движения по его направлению, на дороге образуется очередь, которая перекрывает движение по другим съездам и снижает пропускную способность всей дороги.

Пропускную способность дороги в пределах пересечения следует рассчитывать с учетом того, что правая полоса главной дороги может быть полностью или частично занята выходящими из главного потока на съезд или вливающимися в главный поток автомобилями, выходящими с примыкающего съезда. При большой разнице пропускной способности съезда и интенсивности поворачивающего потока образуется затор, который может занимать 2 полосы движения главной дороги, что приводит к резкому снижению пропускной способности дороги и образованию на ней заторов.



# Пропускная способность автомобильных дорог

Определение интенсивности движения на съезде (отмыкание)

Номер схемы	Схема отмыкания	Уравнение для расчета интенсивности движения на правой полосе главной дороги
1		$I_1 = 35 + 0,32I_{\Sigma} + 0,85I_c$
2		$I_1 = 50 + 0,23I_{\Sigma} + 0,82I_c$
3		$I_1 = 65 + 0,20I_{\Sigma} + 0,80I_c$
4		$I_1 = 40 + 0,28I_{\Sigma} + 0,72I_c$



# Пропускная способность автомобильных дорог

Максимальная интенсивность движения по правой полосе не должна превышать **2000 авт./ч.** Если в результате расчета  $I_1 > 2000$  авт./ч., выход на съезд не обеспечен. Необходимо переходить на двухполосный съезд и двухполосную переходно-скоростную полосу.

На автомобильных дорогах с тремя и более полосами движения в каждом направлении, транспортный поток, уходящий на съезд, начинает перестраиваться на правую полосу за 0,5–1,0 км до начала переходно-скоростной полосы, вытесняя автомобили, движущиеся по правой полосе, на внутренние полосы проезжей части. При этом увеличивается уровень загрузки внутренних полос проезжей части, что отражается на скорости движения и аварийности на этих полосах. В предельном случае, выходящий поток вытеснит все транзитное движение с правой полосы и частично со второй, увеличив уровень загрузки внутренних полос.

Если пропускная способность однополосного съезда меньше интенсивности движения выходящего потока, выход на съезд и движение по съезду будет осуществляться в две полосы.



# Пропускная способность автомобильных дорог

Геометрия петлеобразных съездов ограничивает их пропускную способность и скорость движения автомобилей

Радиус съезда, м	Доля грузового движения в поток % е, %			
	0	10	до 30	более 30
	Максимальная пропускная способность одной полосы движения съезда, авт./ч			
1	2	3	4	5
10 - 25	800	700	650	600
50	900	800	750	700
75	1100	1000	900	800
100	1200	1100	1000	900



# Пропускная способность автомобильных дорог

## Пропускная способность участков переплетения транспортных потоков

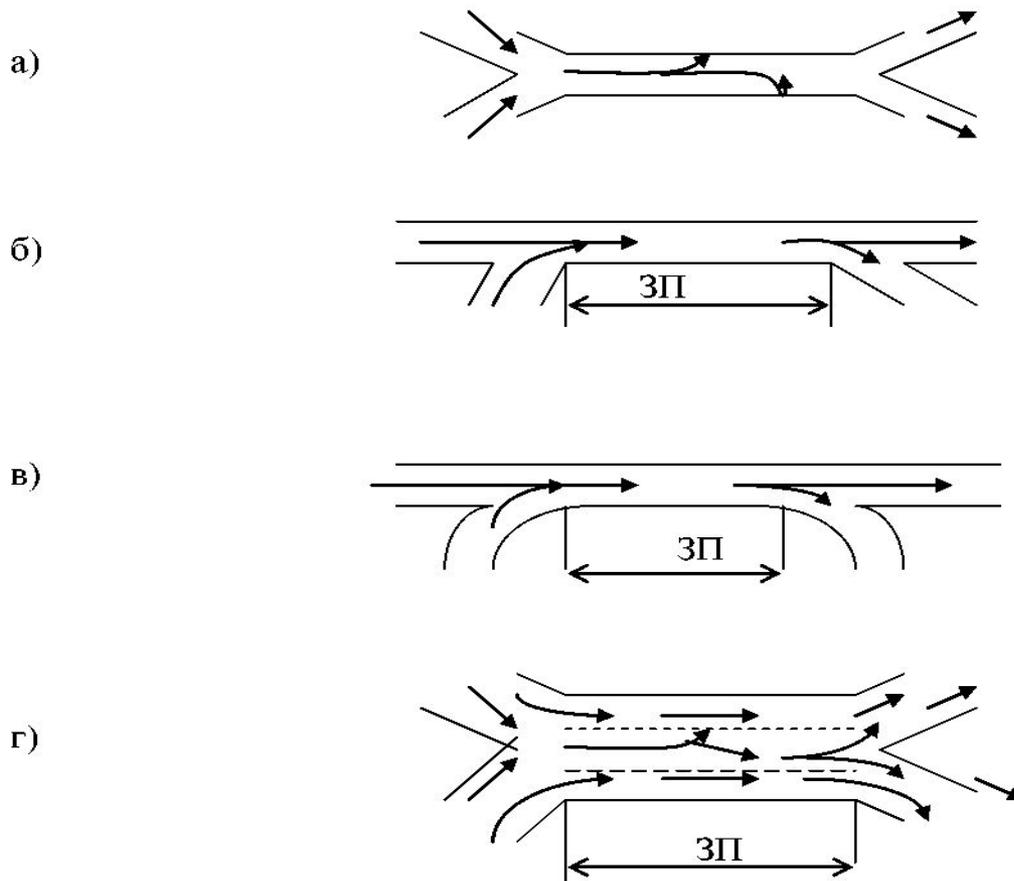
Переплетения транспортных потоков образуются на пересечениях на участках примыкания или отмыкания съездов. Эти участки имеют вход, зону переплетения, выход.

Участки переплетения разделяют на простые и сложные. Простые участки переплетения образуются при входе двух транспортных потоков на однополосную зону переплетения, с которой движение разделяется на два направления. Сложные – зона переплетения имеет две и более полос движения.

Пропускная способность участков переплетения определяется углом входа транспортных потоков в зону переплетения и длиной этой зоны. Угол входа должен быть менее  $7^\circ$ ; при большем угле входа эта зона будет работать как пересечение в одном уровне со значительно меньшей пропускной способностью.



# Пропускная способность автомобильных дорог



Схемы участков переплетения транспортных потоков.  
ЗП – зона переплетения, а, б, в – простые зоны переплетения, г -  
сложные зоны переплетения.



# Пропускная способность автомобильных дорог

Максимально возможная интенсивность движения в зоне переплетения (пропускная способность) зависит от состава транспортного потока

Доля грузовых автомобилей в транспортном потоке, %	0	10	20	30	40 и более
Пропускная способность простой зоны переплетения, авт./ч.	1100	800	700	650	600
Пропускная способность сложной (3 полосы) зоны переплетения, авт./ч.	4800	4500	3600	3100	3000



# Пропускная способность пересечений в одном уровне со светофорным регулированием

При проектировании светофорного объекта используется пиковая интенсивность движения, определяемая на основе натуральных обследований. Учет интенсивности движения ведется по различным типам транспортных средств, в результате получают интенсивность движения в физических единицах транспортных средств соответствующего типа.

Для расчетов используется интенсивность движения в приведенных к легковому автомобилю.

Приведенная интенсивность движения определяется по формуле:

$$N_{np} = k_1 \cdot N_1 + k_2 \cdot N_2 + \dots + k_i N_i + \dots + k_n \cdot N_n$$

где

$k_i$  - коэффициент приведения транспортного средства  $i$ -го типа к легковому автомобилю;

$N_i$  - количество автомобилей  $i$ -го типа в очереди.



# Пропускная способность пересечений в одном уровне со светофорным регулированием

Для регулируемых пересечений рекомендуется использовать следующие коэффициенты приведения различных транспортных средств к легковым автомобилям:

Легковой автомобиль	1,0
Микроавтобус	1,1
Грузовой автомобиль, до 2 т	1,2
Автобус малой вместимости	1,4
Грузовой автомобиль, от 2 до 6 т	1,5
Автобус большой вместимости	1,8
Грузовой автомобиль, более 6 т	1,6
Сочлененный автобус / троллейбус	2,4
Автопоезд	2,2



# Пропускная способность пересечений в одном уровне со светофорным регулированием

Расчету режима регулирования предшествует составление базисных схем движения транспортных и пешеходных потоков в основных тактах, при этом определяется специализация полос движения (т.е. определяется, потоки каких направлений движения будет обслуживать каждая из полос).

Полосы движения на подходах к регулируемым перекресткам делятся на два типа:

- выделенные полосы, на которых разрешается движение только в одном направлении (например, только левые повороты);
- полосы с распределением потоков, на которых разрешается движение по разным направлениям (например, движение прямо и направо).

При проектировании регулируемого перекрестка необходимо определить *количество групп полос* на каждом из подходов к перекрестку и количество полос в составе каждой группы. Группа полос может обслуживать от одного до нескольких направлений движения на регулируемом объекте.



# Пропускная способность пересечений в одном уровне со светофорным регулированием

Расчетное значение потока насыщения  $S$  группы полос в конкретных дорожных условиях определяется по формуле

$$S = S_0 \cdot N \cdot f_{III} \cdot f_{\gamma} \cdot f_{II} \cdot f_A \cdot f_T \cdot f_H \cdot f_{ЛП} \cdot f_{ПП} \cdot f_{Пешл} \cdot f_{Пешп}$$

где  $S_0$  - идеальный поток насыщения, прив. авт./ч;

$N$  - количество полос движения в составе группы;

$f_{III}$  - коэффициент, учитывающий ширину полосы движения;

$f_{\gamma}$  - коэффициент, учитывающий продольные уклоны;

$f_{II}$  - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые паркирующимися транспортными средствами;

$f_A$  - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые автобусами;

$f_T$  - коэффициент, учитывающий тип территории;

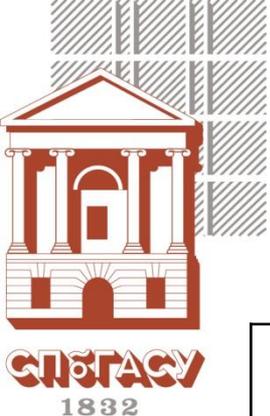
$f_H$  - коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки полос движения;

$f_{ЛП}$  - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающими налево транспортными средствами в составе группы полос;

$f_{ПП}$  - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающими направо транспортными средствами в составе группы полос;

$f_{Пешл}$  - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые пешеходами при повороте налево;

$f_{Пешп}$  - коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые пешеходами при повороте направо.



# Пропускная способность пересечений в одном уровне со светофорным регулированием

Рекомендуемые значения коэффициентов, учитывающих влияние элементов улично-дорожной сети

Коэффициент, учитывающий	Формула	Переменные, используемые в расчете
Ширину полос	$f_{III} = 1 + \frac{(b - 3,6)}{9}$	b - ширина полосы, м
Продольный уклон	$f_v = 1 - \frac{i}{2000}$	i - величина продольного уклона на подходе к перекрестку, ‰
Паркирование	$f_{II} = \frac{n - 0,1 - \frac{18n_m}{3600}}{n}$	n - число полос в группе n <sub>m</sub> - число маневров, связанных с паркированием, маневров/ч
Остановки автобусов	$f_A = \frac{n - \frac{14,4n_{ост}}{3600}}{n}$	n - число полос в группе движения n <sub>ост.автоб.</sub> - число случаев остановки автобусов, автоб./ч
Тип территории	в центральном районе - f <sub>T</sub> = 0,9 в других районах - f <sub>T</sub> = 1,0	
Неравномерность загрузки полос	$f_H = N_{zp} / (N_{zpmax} n)$	N <sub>zp</sub> - интенсивность движения в группе полос, прив. ед./ч; N <sub>zpmax</sub> - интенсивность движения на максимально загруженной полосе в группе, прив. ед./ч; n - число полос в группе



# Пропускная способность пересечений в одном уровне со светофорным регулированием

Рекомендуемые значения коэффициентов, учитывающих влияние элементов улично-дорожной сети (продолжение)

<p>Повороты Налево</p>	<p>Бесконфликтное движение: выделенная полоса <math>f_{ЛП} = 0,95</math> полоса с распределением потоков</p> $f_{ЛП} = \frac{1}{1,0 + 0,05P_{ЛП}}$	<p><math>P_{ЛП}</math> - доля транспортных средств, поворачивающих налево в группе полос</p>	<p>Повороты Налево</p>
<p>Повороты Направо</p>	<p>Выделенная полоса: <math>f_{ПП} = 0,85</math> полоса с распределением потоков <math>f_{ПП} = 1,0 - (0,15)P_{ПП}</math> Однополосный подход: <math>f_{ПП} = 1,0 - (0,135)P_{ПП}</math></p>	<p><math>P_{ПП}</math> - доля транспортных средств, поворачивающих направо в группе полос</p>	<p>Повороты Направо</p>
<p>Влияние пешеходов на левоповоротные и правоповоротные потоки</p>	<p>Для движения налево: <math>f_{Лпеш}</math> Для движения направо: <math>f_{Ппеш}</math></p>	<p><math>P_{ЛП}</math> - доля транспортных средств, поворачивающих налево в группе полос <math>N_{ПР}</math> - приведенная интенсивность движения в противоположном приоритетном потоке - доля транспортных средств, поворачивающих направо в группе полос</p>	<p>Влияние пешеходов на левоповоротные и правоповоротные потоки</p>



# Пропускная способность пересечений в одном уровне со светофорным регулированием

Количество фаз регулирования и их последовательность в цикле регулирования влияют на эффективность работы регулируемого пересечения и на безопасность движения.

Количество фаз регулирования в цикле зависит от:

- количества направлений движения транспортных потоков (т.е. количества сформированных групп полос) и пешеходных потоков на светофорном объекте;
- допускаемых конфликтных точек при одновременном движении транспортных и пешеходных потоков в каждой из фаз.

Допустимость конфликтов между потоками в фазе определяется интенсивностью этих потоков. С учетом интенсивности движения потоков автомобилей по направлениям движения и интенсивности пешеходного движения строится схема пофазного разъезда. Величины фазового коэффициента каждой из групп полос, обслуживаемых рассматриваемой фазой определяются отношением интенсивности движения на группе полос к величине потока насыщения.



# Пропускная способность пересечений в одном уровне со светофорным регулированием

Пропускная способность группы полос движения на регулируемом пересечении определяется формулой

$$P_{ji} = \frac{S_{ji} g_j}{C}$$

где

$P_{ji}$  - пропускная способность группы полос в течение фазы регулирования, прив. ед./ч;

$S_{ij}$  - поток насыщения группы полос в течение фазы регулирования, прив. ед./ч;

$g_j$  - эффективная длительность фазы регулирования, с;

$C$  - длительность цикла регулирования, с.



# Характеристики УДС

## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

Для предварительных расчетов пропускную способность одной полосы проезжей части улиц и дорог допускается принимать:

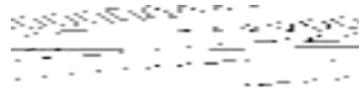
Транспортные средства	Наибольшее число однородных физических единиц транспорта в 1 ч		
	при пересечениях в разных уровнях		при пересечении в одном уровне
	на скоростных дорогах	на магистральных улицах непрерывного движения	
Легковые автомобили	1200-1500	1000-1200	600-700
Грузовые	600-800	500-650	300-400
Автобусы	200-300	150-250	100-150
Троллейбусы	-	110-130	70-90



# Характеристики УДС

## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

Расчет пропускной способности полосы улиц и дорог **непрерывного движения**  $P$ , авт/ч, рекомендуется определить по уравнению



где  $v$  – скорость потока, км/ч;

$S$  – динамический габарит транспортного средства при соответствующей скорости, м.

$$S = \frac{v}{3,6} + \frac{v^2 K}{254(\varphi \pm i)} + l_0 + l_2$$

где  $l_0$  – дистанция безопасности между остановившимися транспортными средствами, м;

$l_a$  – длина расчетного транспортного средства, м;

Расчеты выполняют при коэффициенте сцепления  $\varphi = 0,5$ , коэффициенте эксплуатационного состояния тормозов  $K = 1,2$ , продольном уклоне  $i = 0$ .



# Характеристики УДС

## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

**Скорости потока** при определении пропускной способности полосы движения рекомендуется принимать скорости, соответствующие максимальной эффективности автомобильных перевозок и функциональному назначению улицы или дороги:

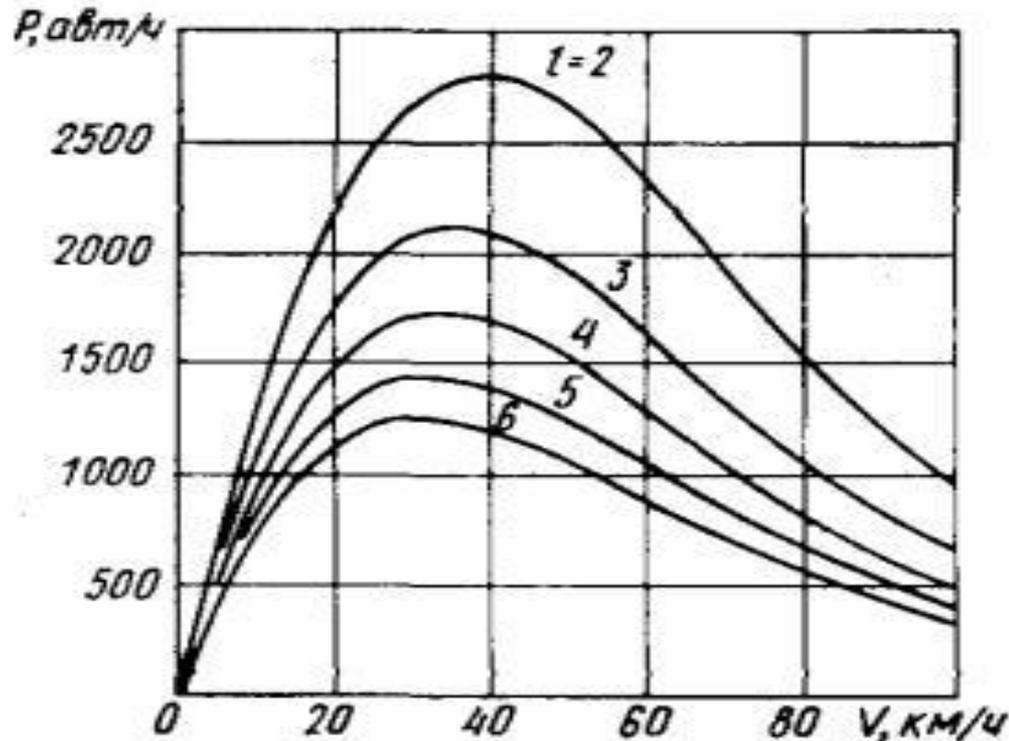
Категория улиц и дорог	Расчетная скорость, км/ч	Скорость потока, км/ч
Скоростные дороги	120	80
Общегородские магистрали:		
- непрерывного движения	100	60
- регулируемого движения	80	60
Районные магистрали	80	60
Дороги грузового движения	80	60



# Характеристики УДС

## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

Зависимость «скорость потока - пропускная способность полосы движения» от дистанции безопасности между приведенными автомобилями.





# Характеристики УДС

## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

Пропускная способность проезжей части улиц и дорог непрерывного движения  $P_{\text{пр.ч.}}$ , приведенных авт/ч, определяется по уравнению

$$P_{\text{пр.ч.}} = a \sum_{i=1}^n P_i$$

где  $P_i$  - пропускная способность соответствующей полосы движения, приведенных авт/ч;

$a$  - число полос движения.

Пропускная способность проезжей части при многополосном движении определяется с учетом понижающего коэффициента многополосности  $f$ , принимаемого в зависимости от числа полос движения в одном направлении: одна – 1,0; две – 1,9; три – 2,7; четыре – 3,5.



# Характеристики УДС

## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

Для улиц с регулируемым движением пропускная способность полосы движения на перегоне определяется с учетом задержек транспорта перед перекрестками

$$P = \frac{1000 \cdot V}{S} \alpha,$$

где –  $\alpha$  коэффициент, учитывающий снижение пропускной способности за счет остановок у перекрестков.

Величину коэффициента  $\alpha$ , учитывающего потери времени на перекрестке, определяют по формуле



# Характеристики УДС

## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

Величину коэффициента  $\alpha$ , учитывающего потери времени на перекрестке, определяют по формуле

$$\alpha = \frac{Z}{Z + \frac{V^2}{26a} + \frac{V^2}{26v} + \frac{t_{\Delta}V}{3,6}},$$

где  $Z$  – расстояние между регулируемыми перекрестками;

$a$  – ускорение при разгоне, равное 0,8–1,2 м/с<sup>2</sup>;

$v$  – ускорение при торможении, равное 0,6–1,5 м/с;

$V$  – расчетная скорость у перекрестка, равная 30–40 км/ч;

$t_{\Delta}$  – средняя продолжительность задержки перед светофором, равная  $\frac{t_{\text{к}} + 2t_{\text{ж}}}{2}$ ;

$t_{\text{к}}$  – продолжительность красной фазы светофора;

$t_{\text{ж}}$  – продолжительность желтой фазы светофора.



# Характеристики УДС

## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

Пропускную способность одной полосы движения на перекрестке определяют при скорости движения транспорта на перекрестке  $V = 30$  км/ч по формуле

$$P_{\text{пер}} = \frac{3600(t_3 - \frac{V}{26a})}{t_c \cdot T_{\text{ц}}},$$

где

$t_c$  – время, необходимое для прохождения стоп-линии (2,2–2,8 с);

$t_3$  – продолжительность зеленой фазы светофора;

$T_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла работы светофора.

По величине  $P$  определяют требуемое количество полос на перегоне (между перекрестками), по величине  $P_{\text{пер}}$  – на перекрестке.



# Характеристики УДС

## ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

Количество полос движения на улицах с многополосной проезжей частью в одном направлении определяют по формуле

$$n = \frac{N_{\text{пр}}}{2P},$$

где  $N_{\text{пр}}$  – интенсивность движения на перспективу 20 лет, приведенная к легковому автомобилю в обоих направлениях, авт/ч.

После определения количества полос движения выполняют проверку

$$N_{\text{пр}}/2 < fP.$$

Коэффициент загрузки определяют по формуле  $Z = N_{\text{пр}}/2fP$ .

Коэффициент загрузки в городских условиях на перспективу 20 лет не должен превышать для перегона 0,70–0,75, для перекрестка – 1,0.



# Характеристика уровней удобства движения

Уровень удобства движения	z	c	p	Характеристика потока автомобилей	Состояние потока	Эмоциональная нагрузка водителя	Удобство работы водителя	Экономическая эффективность работы дороги
А	<0,2	> 0,9	<0,1	Автомобили движутся в свободных условиях, взаимодействие между автомобилями отсутствует.	Свободное	Низкая	Удобно	Неэффективная
Б	0,2-0,45	0,7-0,9	0,1-0,3	Автомобили движутся группами, совершается много обгонов.	Частично связанное	Нормальная	Мало удобно	Мало эффективная
В	0,45-0,7	0,55-0,7	0,3-0,7	В потоке еще существуют большие интервалы между автомобилями, обгоны затруднены.	Связанное	Высокая	Неудобно	Эффективная
Г-а	0,7-1	0,4-0,55	0,7-1,0	Сплошной поток автомобилей, движущихся с малыми скоростями.	Насыщенное	Очень высокая	Очень неудобно	Неэффективная
Г-б	≤1	≤0,4	1,0	Поток движется с остановками, возникают заторы.	Плотное насыщенное	То же	То же	То же

# Характеристика уровней удобства движения



**Коэффициент загрузки движения  $Z$**  вычисляется по формуле  $Z = N / P$ ,  
где  $N$  - интенсивность движения (существующая или перспективная), легковых авт/ч;  
 $P$  - практическая пропускная способность, легковых авт/ч.

**Коэффициент скорости движения  $C$**  вычисляют по формуле  $C = V_z / V_0$ ,  
где  $V_z$  - средняя скорость движения при рассматриваемом уровне удобства, км/ч;  
 $V_0$  - скорость движения в свободных условиях при уровне удобства  $A$ , км/ч.

**Коэффициент насыщения движением  $\rho$**  вычисляется по формуле  $\rho = q_z / q_{\max}$ ,  
где  $q_z$  - средняя плотность движения при рассматриваемом уровне, авт/км;  
 $q_{\max}$  - максимальная плотность движения, авт/км.



**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**