МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РСФСР

РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

РАНСПОРТ» 1982

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РСФСР

Утверждено
Министерством автомобильных
дорог РСФСР
(протокол № 29 от 24.08.81)

РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1982

УДК 625.72.003.01

Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Минавтодор РСФСР. — М.: Транспорт, 1982. 88 с.

В руководстве детально описаны основные характеристики движения транспортных потоков, методы прогнозирования интенсивности движения и расчета пропускной способности отдельных участков и дороги в целом.

Руководство разработано взамен Методических рекомендаций по оценке пропускной способности автомобильных дорог (Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1975).

В составлении руководства участвовали: В. В. Сильянов, А. Г. Биннатов, Я. Э. Варна, В. М. Еремин, Р. С. Картанбаев, Б. К. Каюмов, Е. М. Лобанов, С. С. Петросян, В. И. Пуркин, М. Т. Работяга, И. С. Садиков, Ю. М. Ситников, В. А. Суспицын, М. С. Талаев, Д. Т. Хамраев, А. Я. Хомяк, А. П. Шевяков, В. В. Чванов (МАДИ); А. П. Васильев, В. С. Адасинский, Б. Б. Анохин, А. В. Бабков, В. О. Машкин, Н. П. Минин, В. П. Расников (Гипродорнии); Н. Ф. Хорошилов, Н. П. Рябиков, О. Н. Яковлев (Союздорнии), Б. Н. Баваров, Н. Н. Чуклинов (ВНИИБД МВД СССР); П. К. Дуюнов (Фрунзенский полит. ин-т); В. В. Столяров (Саратовский полит. ин-т); Т. А. Шилакадзе (Грузгосоргдорнии). Редактирование выполнено д-ром техн. наук В. В. Сильяновым.

Ил. 47, табл. 52

Заведующий редакцией **В. Г. Чванов**

Редактор **Л. Н. Пустовалова**

МИНАВТОДОР РСФСР

Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог

Технический редактор *М. А. Кузнецова*
Корректор-вычитчик *С. М. Лобова*
Корректор *Н. В. Каткова*
Н/К

Сдано в набор 16.06.82. Подписано в печать 18.10.82. Т-15188.
Формат 60×90¹/₁₆. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать.
Усл. печ. л. 5,5. Усл. кр.-отт. 5,75. Уч.-изд. л. 7,35. Тираж 10 000 экз. Заказ 302.
Цена 35 коп. Изд. № 1к-3-1/15 № 2189

Издательство «ТРАНСПОРТ», 107174, Москва, Басманный туп., 6а

Московская типография № 19 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
107078, Москва, Каланчевский туп., д. 3/5

3603020000-079
049(01)-82 79-82

© Министерство автомобильных дорог РСФСР, 1982.

ВВЕДЕНИЕ

Пропускная способность зависит от большого числа факторов: дорожных условий (ширины проезжей части, продольного уклона, радиуса кривых в плане, расстояния видимости и др.), состава потока автомобилей, наличия средств регулирования, погодно-климатических условий, возможности маневрирования автомобилей по ширине проезжей части, психофизиологических особенностей водителей и конструкции автомобилей. Изменение из этих факторов приводит к существенным колебаниям пропускной способности в течение суток, месяца, сезона и года. При частом расположении помех на дороге происходят значительные колебания скорости, приводящие к появлению большого числа автомобилей, движущихся в группах, а также снижению средней скорости всего потока.

На пропускную способность маршрута в целом существенно влияет время, затрачиваемое на преодоление узких мест отдельных участков дороги. Продолжительность этого времени может меняться от нескольких десятков секунд на регулируемых пересечениях до нескольких минут на затяжных подъемах и железнодорожных переездах. Увеличение этого времени может резко изменить пропускную способность и создать заторы, а также увеличить протяжение участка, на котором сказывается влияние затора на режим движения автомобилей. Поэтому снижение продолжительности преодоления узких мест позволяет улучшить условия движения не только в их зоне, но и в целом по дороге, повысить ее пропускную способность.

Определение пропускной способности необходимо не только для выявления участков, требующих улучшения условий движения, но и для оценки экономичности и удобства движения всего потока автомобилей по маршруту, выбора эффективных средств организации движения. Любая дорога может работать при загрузках различной интенсивности. При этом предельной будет интенсивность, соответствующая пропускной способности дороги. Эффективность транспортной работы дороги может характеризоваться как пропускной способностью, так и интенсивностью, при которой движение по дороге наиболее экономично и оптимально по условиям работы водителя.

Пропускная способность автомобильных дорог может быть повышена:

1) проектированием сочетания элементов плана и продольного профиля, не вызывающих резкого изменения скоростей;

2) назначением ширины проезжей части, позволяющей разделить поток автомобилей по составу (дополнительные полосы на подъемах, на пересечениях в одном уровне) и обеспечивающей оптимальную загрузку, при которой движение происходит с достаточно высокими скоростями;

3) повышением ровности покрытия и его сцепных качеств;

4) реконструкцией пересечений в одном уровне (например, устройство разных типов канализированных пересечений) или устройством пересечений в разных уровнях;

5) выбором средств регулирования, обеспечивающих рациональный режим движения;

6) снабжением водителей полной информацией об условиях движения по маршруту;

7) улучшением работы дорожно-эксплуатационной службы, особенно зимой.

Существенное увеличение пропускной способности дорог можно достигнуть путем повышения динамических качеств автомобилей, особенно их приемистости (возможности быстро набирать скорость с места), и мастерства водителей. Повышая пропускную способность, можно добиться и увеличения скоростей с одновременным обеспечением безопасности движения. Это будет способствовать значительному повышению производительности автомобильного транспорта.

Учитывая сложность определения пропускной способности и ее зависимость от большого числа факторов, в Руководстве приведены не только общий метод оценки пропускной способности, но и методы, позволяющие детальнее учитывать условия движения на наиболее сложных участках дорог.

Раздел 1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА АВТОМОБИЛЕЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. На пропускную способность влияет большое число факторов, зависящих от технических параметров дороги и автомобилей. Поэтому для получения надежных данных о пропускной способности должны быть учтены показатели, характеризующие взаимодействие между автомобилями в потоке в различных дорожных условиях.

1.2. Транспортные потоки характеризуются: интенсивностью, составом, скоростью, интервалами между автомобилями, плотностью потока. Вследствие взаимодействия автомобилей в потоке все эти характеристики функционально связаны друг с другом.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

1.3. При использовании данных, основывающихся на учете часовой интенсивности движения в различные периоды года, обоснования мероприятий по организации движения, оценки уровня удобства движения, инженерных мероприятий по повышению безопасности движения и пропускной способности, за расчетную принимают часовую интенсивность движения $N_{и}$, составляющую 0,8 от максимальной N_{max}, т. е. $N_{и}=0{,}8\ N_{max}$.

Расчетная часовая интенсивность движения

$$N_{ч} = 0{,}076N_{с}, \tag{1.1}$$

где $N_{с}$ — среднегодовая суточная интенсивность движения в обоих направлениях, авт./сут.

1.4. Разрабатывая мероприятия, повышающие пропускную способность отдельных элементов дорог с ярко выраженным различием условий движения по направлениям (например, подъемы, пересечения в одном уровне и т. д.), необходимо учитывать эту неравномерность. Коэффициент неравномерности распределения интенсивности движения по направлениям в среднем можно принять равным 0,6. Тогда расчетная часовая интенсивность движения:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{в одном направлении} & N_1 = 0{,}046N_{с}; \\ \text{в другом} \quad \text{„} & N_2 = 0{,}03N_{с}. \end{array}\right\} \tag{1.2}$$

1.5. При обосновании оптимальной загрузки дороги (см. приложение 2) и планировании стадийных мероприятий, повышающих пропускную способность (см. раздел 6), необходимо устанавливать не только интенсивность движения на начальный и конечный годы перспективного периода, но и динамику ее изменения по годам по отношению к начальному году.

1.6. Перспективную интенсивность движения необходимо прогнозировать исходя из анализа материалов экономических изысканий, данных учета за последние 10—15 лет и народнохозяйственного значения района проложения дороги.

Можно использовать следующие закономерности изменения интенсивности движения: а) по закону прямой с постоянным коэффициентом прироста; б) по геометрической прогрессии с постоянными темпами роста в течение расчетного периода; в) по геометрической прогрессии с убывающими темпами роста.

При изменении интенсивности по годам по закону прямой интенсивность t-го года

$$N_t = N_1 + \Delta N\, t = N_1 (1 + bt). \qquad (1.3)$$

При изменении интенсивности по закону геометрической прогрессии интенсивность t-го года

$$N_t = N_1 \left(1 + \frac{p_N}{100}\right)^{t-1} = N_1 q^{t-1}, \qquad (1.4)$$

где N_1 — интенсивность движения в начальном году, авт./сут; p_N — средний ежегодный процент прироста интенсивности движения, установленный по данным учета движения за период не менее 10—15 лет; t — число лет до конца перспективы; q — коэффициент ежегодного роста интенсивности; ΔN — ежегодный прирост интенсивности движения, авт./сут.

Уравнения (1.3) и (1.4) целесообразно применять при расчете интенсивности на дорогах IV и V категорий. На дорогах II категории по этим формулам следует осуществлять краткосрочный прогноз интенсивности для целей организации движения на период до 5 лет.

При загрузке дороги движением свыше 0,5 от размера пропускной способности для прогнозов интенсивности следует применять закономерность с убывающими темпами роста

$$N_t = N_1 \left\{1 + 0{,}01 \left[a' (t-1) + \sum_{t=2}^{t=T_c} b' (t-1)^{-1{,}3}\right]\right\}, \qquad (1.5)$$

где T_c — расчетный срок перспективы, лет; a' и b' — эмпирические коэффициенты, зависящие от первоначального темпа относительного прироста интенсивности движения.

Первоначальный темп, %	10	12	14	16	18	20
a'	3,7	3,1	2,5	1,9	1,3	0,7
b'	6,3	8,9	11,5	14,1	16,7	19,3

1.7. При известных законах роста интенсивности, расчетной перспективе, исходной интенсивности и параметрах, характеризующих ежегодный прирост, перспективную интенсивность любого года целесообразно определять по номограммам (рис. 1.1—1.3).

СОСТАВ ДВИЖЕНИЯ

1.8. Состав движения существенно влияет на пропускную способность и выбор мероприятий по повышению пропускной способности. Его необходимо учитывать при всех расчетах, связанных с оценкой уровней удобства и пропускной способности. Состав движения на дороге определяют на основе непосредственного учета движения, анализа народнохозяйственного значения района проложения дороги и перспектив его развития, анализа парка автопредприятий, расположенных в зоне влияния дороги.

1.9. Для технико-экономических расчетов, связанных с определением оптимальной загрузки дорог, необходима детализация состава движения по моделям автомобилей с учетом их грузоподъемности (см. п. 2.4).

СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ

1.10. Следует различать скорости движения: расчетную, мгновенную (на определенном участке дороги), эксплуатационную и техническую.

Расчетная скорость — максимальная безопасная скорость одиночных легковых автомобилей, обеспечиваемая дорогой при хорошей видимости, на ровном и шероховатом покрытии, в сухую погоду. На эту скорость рассчитываются все геометрические элементы при разработке проекта.

Мгновенная скорость — наблюдаемая в конкретном створе дороги. Различают мгновенные скорости 15, 50 и 85% обеспеченности (см. ВСН 25-76 Минавтодора РСФСР). Скорость 15% обеспеченности показывает скорость медленно движущихся автомобилей. Скорость 50% обеспеченности соответствует средней мгновенной скорости всех автомобилей в транспортном потоке.

Скорость 85% обеспеченности показывает скорость, которую не превышает основная часть потока автомобилей. Эта скорость обычно используется при выборе средств организации движения и введении ограничения скоростей.

Эксплуатационная скорость (скорость сообщения) — средняя на рассматриваемом маршруте или участке дороги с учетом задержек, получаемая делением пути на продолжительность проезда (время сообщения).

Техническая скорость — средняя на рассматриваемом маршруте или участке дороги без учета задержек и остановок в пути.

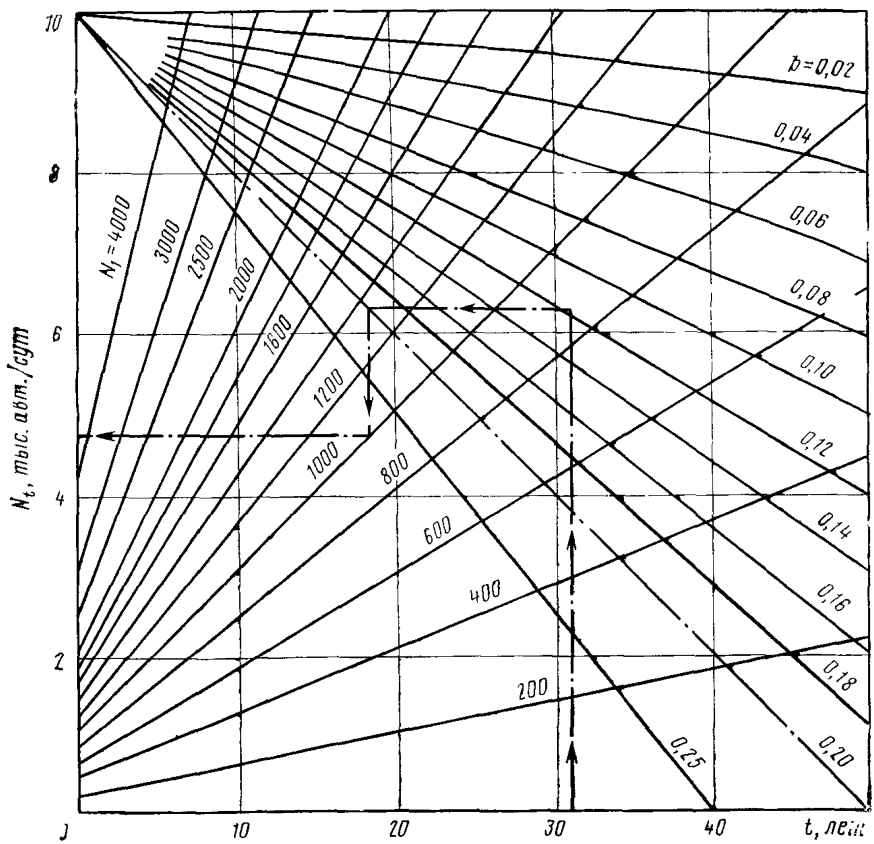


Рис. 1.1. Номограма для определения перспективной интенсивности движения при линейном ежегодном приросте интенсивности

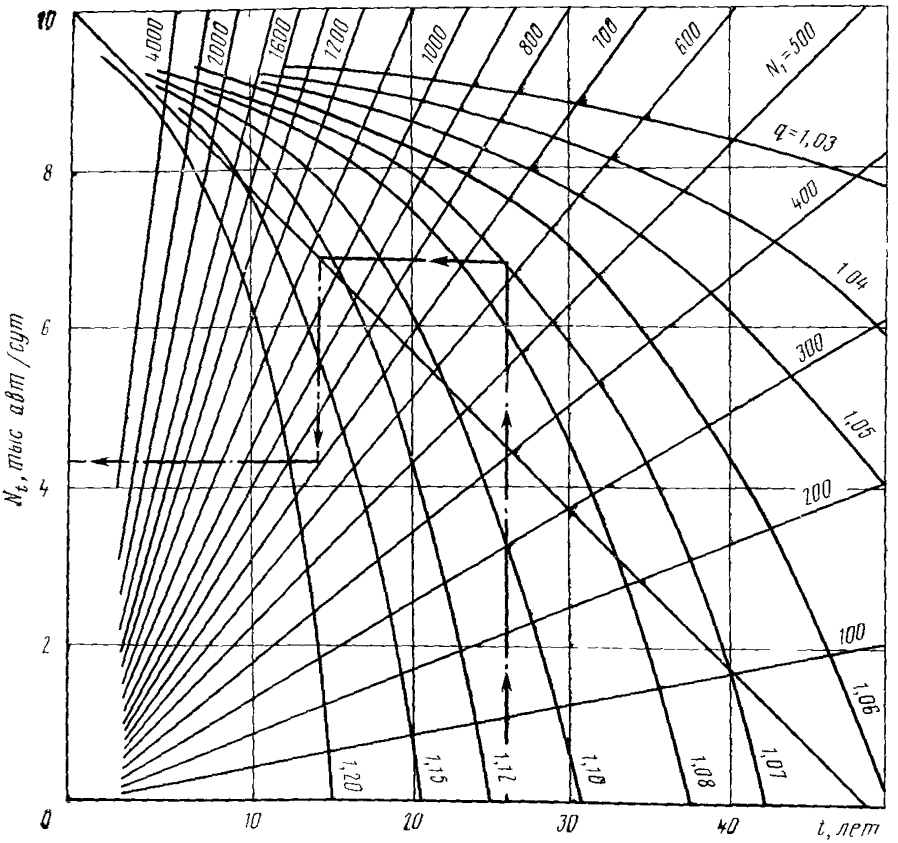


Рис. 1.2. Номограмма для определения перспективной интенсивности движения при ежегодном приросте интенсивности по геометрической прогрессии с постоянными темпами роста

Скорость свободного движения — скорость при отсутствии взаимного влияния автомобилей (сказывается влияние только дорожных условий).

1.11. Скорости движения могут быть установлены путем их измерения на выделенных створах (мгновенные скорости) или путем проезда испытательного автомобиля в составе транспортного потока с измерением в характерных местах дороги по протарированному спидометру (см. ВСН 25-76 Минавтодора РСФСР) или записи с помощью аппаратуры для измерения режимов движения.

ИНТЕРВАЛЫ МЕЖДУ АВТОМОБИЛЯМИ

1.12. Интервалы между автомобилями могут меняться в очень широких пределах, даже при высокой интенсивности движения. Как во времени, так и по расстоянию интервалы являются характеристиками, от которых зависит пропускная способность полосы движения. На размер интервалов влияют скорость и интенсивность движения. Существенное перераспределение интервалов наблюдается при появлении в потоке грузовых автомобилей или автобусов, имеющих низкие скорости.

1.13. Как во времени, так и по расстоянию интервалы измеряют между передними бамперами переднего и заднего автомобилей.

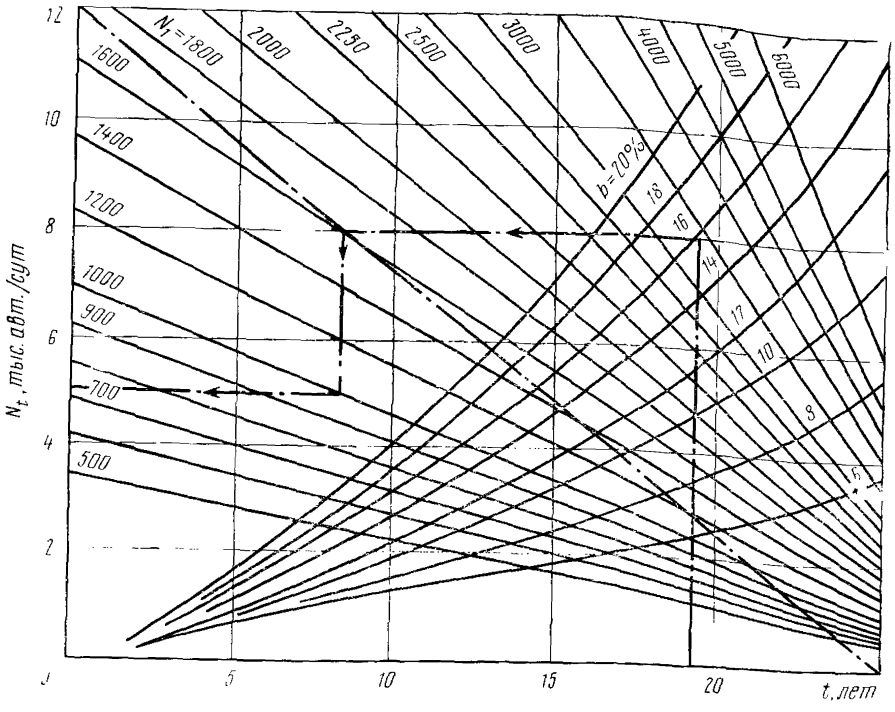


Рис. 1 3 Номограмма для определения перспективной интенсивности движения при ежегодном приросте интенсивности по геометрической прогрессии с убывающими темпами роста

При оценке максимальной пропускной способности пересечений в одном уровне и участков переплетения и слияния рассматривают интервалы во времени и размер граничного интервала, который принимается большинством водителей при выполнении маневров.

Интервалы, принимаемые водителями:

При пересечении потоков, с	9—14	(в среднем 12)
» слиянии » с	3,5—6	(» » 5)
» переплетении » с	2—6	(» » 4)

ПЛОТНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА АВТОМОБИЛЕЙ

1.14. Плотность движения — число автомобилей на единицу длины дороги (обычно на 1 км); ее измеряют числом автомобилей на 1 км дороги.

1.15. Связь между основными характеристиками потока автомобилей

$$N = vq, \tag{1.6}$$

где N — интенсивность движения, авт/ч; v — скорость, км/ч; q — плотность потока, авт./км.

Эта связь графически выражена зависимостью интенсивность — плотность (рис. 1.4). Максимум кривой соответствует пропускной способности.

1.16. Понятие о плотности движения используют при оценке пропускной способности в различных дорожных условиях (см. приложение 1).

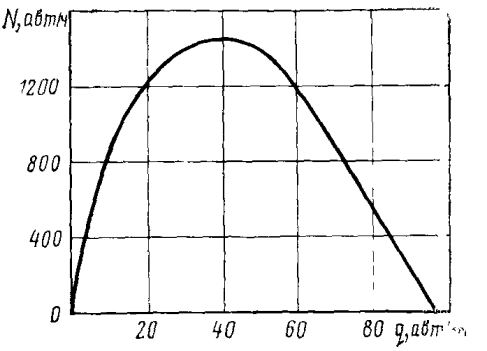


Рис. 1.4. Пример зависимости интенсивность — плотность

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ

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

1.18. Следует различать: теоретическую, практическую и расчетную пропускные способности.

1.19. Теоретическую пропускную способность $P_т$ 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.

1.20. 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.

1.21. 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 м; 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 погодно-климатические условия.

1.22. Практическая пропускная способность P соответствует пропускной способности участков, имеющих худшие условия по сравнению с эталонным участком (см. п. 1.21).

1.23. Расчетная пропускная способность характеризует экономически целесообразное число автомобилей, которое может пропустить в единицу времени участок в рассматриваемых дорожных условиях при принятой схеме организации движения.

1.24. 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 погодно-климатических условиях рассматриваемого района проектирования.

1.25. Показатель расчетной пропускной способности обосновывают расчетом.

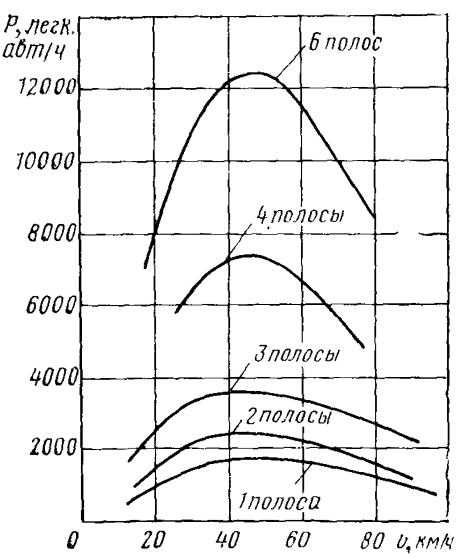


Рис. 1.5. Зависимость максимальной практической пропускной способности от скорости движения для дорог

Таблица 1.1

Вид дороги	Категория рельефа по СНиПу	$K_р$ 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

При этом принимают во внимание погодно-климатические условия, условия формирования интенсивности движения на дороге, характеристик рельефа местности; интенсивность и состав движения.

1.26. Расчетная пропускная способность

$$P_{расч} = k_р P_т, \tag{1.7}$$

где $k_р$ — коэффициент перехода от теоретической пропускной способности к расчетной; $P_т$ — теоретическая пропускная способность, легковых авт/ч.

Значения коэффициентов $k_р$ приведены в табл. 1.1.

1.27. Пропускная способность зависит от скорости движения, обеспечиваемой дорогой (рис. 1.5).

ХАРАКТЕРИСТИКА УРОВНЕЙ УДОБСТВА ДВИЖЕНИЯ

1.28. Состояние потока автомобилей и условия движения на дороге характеризуются уровнем удобства движения, являющимся комплексным показателем экономичности, удобства и безопасности движения. Основными характеристиками уровней удобства являются: коэффициент загрузки движения z, коэффициент скорости c, коэффициент насыщения движением ρ.

Коэффициент загрузки движением

$$z = N/P, \tag{1.8}$$

где N — интенсивность движения (существующая или перспективная), легковых авт/ч;

P — практическая пропускная способность, легковых авт/ч.

Коэффициент скорости движения

$$c = v_z/v_0, \tag{1.9}$$

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

$$\rho = q_z/q_{max}, \tag{1.10}$$

где q_z — средняя плотность движения при рассматриваемом уровне, авт/км; q_{max} — максимальная плотность движения, авт/км.

1.29. Различают четыре уровня удобства движения на дорогах, характеристика которых приведена в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Уровень удобства движения	z	c	ρ	Характеристика потока автомобилей	Состояние потока	Эмоциональная загрузка 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

Уровень удобства А

1.30. Уровень удобства А соответствует условиям, при которых отсутствует взаимодействие между автомобилями. Водители свободны в выборе скоростей; максимальные скорости на горизонтальном участке более 70 км/ч. Максимальная интенсивность движения не превышает 20% от пропускной способности.

1.31. Скорость практически не снижается с ростом интенсивности движения (рис. 1.6).

1.32. По мере увеличения загрузки число дорожно-транспортных происшествий несколько уменьшается (рис. 1.7), но практически все они имеют тяжелые последствия.

Уровень удобства Б

1.33. При уровне удобства Б проявляется взаимодействие между автомобилями, возникают отдельные группы автомобилей, увеличивается число обгонов. При верхней границе уровня Б число обгонов наибольшее. Максимальная скорость на горизонтальном участке составляет примерно 80% от скорости в свободных условиях, максимальная интенсивность — 50% от пропускной способности.

1.34. Скорости движения быстро снижаются по мере роста интенсивности (рис. 1.6).

1.35. Число дорожно-транспортных происшествий увеличивается с ростом интенсивности движения (рис. 1.7).

Уровень удобства В

1.36. При уровне удобства В происходит дальнейший рост интенсивности движения, что приводит к появлению колонн автомобилей. Число обгонов сокращается по мере приближения интенсивности к предельной для данного уровня. Максимальная скорость на горизонтальном участке составляет 70% от скорости в свободных условиях; отмечаются колебания интенсивности движения в течение часа. Максимальная интенсивность составляет 75% от пропускной способности.

1.37. С ростом интенсивности движения скорости снижаются незначительно (см. рис. 1.6).

1.38. Общее число дорожно-транспортных происшествий увеличивается с ростом интенсивности движения (см. рис. 1.7).

Уровень удобства Г

1.39. Уровень удобства Г разделяют на два подуровня (Г-а и Г-б), которые характеризуют изменение движения плотного потока автомобилей при интенсивности, близкой и равной пропускной способности.

Уровень удобства Г-а

1.40. При уровне удобства Г-а создается колонное движение с небольшими разрывами между колоннами. Обгоны отсутствуют. Между проходами автомобилей в потоке преобладают интервалы меньше 2 с. Наибольшая скорость составляет 50—55% от скорости в свободных условиях. Максимальная интенсивность движения равна пропускной способности; наблюдается значительное колебание интенсивности в течение часа.

1.41. Скорости движения с ростом интенсивности меняются незначительно (рис. 1.6).

1.42. Число дорожно-транспортных происшествий непрерывно увеличивается (рис. 1.7) и начинает несколько снижаться при интенсивности движения, близкой к пропускной способности.

Уровень удобства Г-б

1.43. При уровне удобства Г-б автомобили движутся непрерывной колонной с частыми остановками; скорость в периоды их движения составляет 35—40% от скорости в свободных условиях, а при заторах равна нулю. Интенсивность меняется от нуля до интенсивности, равной пропускной способности.

1.44. Число дорожно-транспортных происшествий уменьшается по сравнению с другими уровнями. Снижаются также их тяжесть и величина потерь.

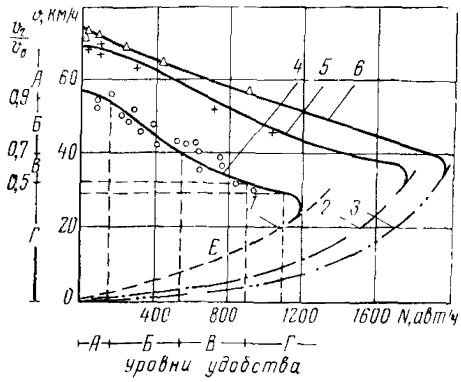


Рис. 1.6. Изменение средней скорости с ростом загрузки дороги

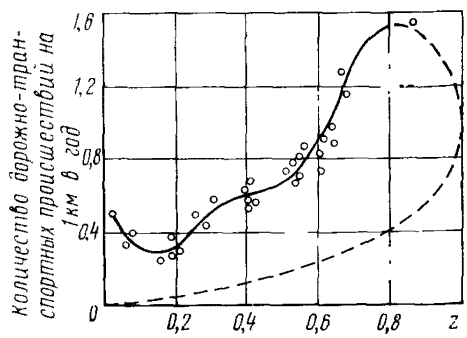


Рис. 1.7. Изменение аварийности с ростом загрузки дороги

Таблица 1.3

Число полос движения (в оба направления)	Средние скорости движения потока автомобилей, км/ч	Число дорожно-транспортных происшествий на 1 млн. авт·км
2	$v=52-(0{,}019-0{,}00014p_л)N+0{,}22p_л$	$a=0{,}1922\cdot10^{-2}N-0{,}0633\times\times10^{-4}N^{-2}+0{,}014\cdot10^{-6}N^3$
4	$v=59-(0{,}011-0{,}00012p_л)N+0{,}21p_л$	$a=0{,}45+0{,}62\cdot10^{-4}N$
6	$v=62-(0{,}008-0{,}00010p_л)N+0{,}20p_л$	$a=0{,}38+1{,}6\cdot10^{-4}N$
8	$v=64-(0{,}006-0{,}00008p_л)N+0{,}19p_л$	$a=0{,}36+0{,}58\cdot10^{-4}N$

Примечание. Приведенные в табл. 1.3 формулы применены при $z>0{,}8$; $p_л$ — для легковых автомобилей в потоке, %; N — интенсивность движения в обоих направлениях, авт/ч.

1.45. При расчетах оптимального уровня удобства (см. приложение 2) средние скорости v и среднюю аварийность a следует вычислять с учетом рекомендаций табл. 1.3.

Более детальный расчет скоростей и других характеристик транспортных потоков может быть выполнен с помощью ЭВМ (см. приложения 15, 16, 17 и 18).

1.46. Уровни удобства, характеризующие изменение взаимодействия автомобилей в транспортном потоке, следует использовать для обоснования числа полос движения как на всей дороге, так и на ее отдельных участках (в первую очередь на тех, где в дальнейшем будет затруднена реконструкция: большие мосты, участки, проходящие через плотную застройку; участки с высокими насыпями и др.); для обоснования ширины полосы отвода; при разработке стадийных мероприятий по повышению пропускной способности; для выбора средств регулирования движения (см. раздел 6); при установлении предельной интенсивности для рассматриваемой категории дорог с учетом района ее проложения и движения на ней.

1.47. Уровень удобства движения может меняться по длине дороги и для каждого участка в течение суток, месяца, года. Расчеты следует проводить на оптимальный уровень удобства (средний для всей дороги или ее участка).

1.48. При проектировании и эксплуатации дорог необходимо обеспечивать оптимальный уровень удобства движения дороги каждой категории. Рекомендуемые уровни удобства движения для разных дорог приведены в табл. 1.4. Порядок расчета оптимального уровня удобства — в приложении 2.

Таблица 1.4

Тип автомобильной дороги	$z_{опт}$		Рекомендуемый уровень удобства	Критерий определения $z_{опт}$
	новое проектирование	реконструкция		
Подъезды к аэропортам, морским и речным причалам	0,2	0,5	А	минимизация времени сообщения
Внегородские автомобильные магистрали (дороги I категории)	0,45	0,6	Б	минимум приведенных затрат
Входы в города, обходы и кольцевые дороги вокруг больших городов	0,55	0,65	В	То же
Автомобильные дороги II—III категорий	0,65	0,7	Г	»
Автомобильные дороги IV категории	0,7	0,75	Г	»

Раздел 2

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДОРОГ

ОБЩИЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА

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

$$P = B P_{max}, \qquad (2.1)$$

где B — итоговый коэффициент снижения пропускной способности, равный произведению частных коэффициентов (см. п. 2.4) $\beta=\beta_1, \beta_2, \beta_3, \ldots \beta_{15}$; P_{max} — максимальная практическая пропускная способность, легковых авт/ч (см. п. 2.3).

2.2. При оценке практической пропускной способности в реальных дорожных условиях для целей организации движения следует пользоваться уравнением:

$$P = \omega \alpha v_0 q_{max}, \qquad (2.2)$$

где ω — коэффициент, зависящий от загрузки встречной полосы движения ($\omega=1{,}3$ при малой загрузке встречной полосы $z \leqslant 0{,}4$; $\omega=1$ при равном распределении интенсивности по встречным полосам; $\omega=0{,}99$ при высокой загрузке встречной полосы $z \geqslant 0{,}4$), α — коэффициент, зависящий от дорожных условий и типа дорог; v_0 — скорость движения в свободных условиях на рассматриваемом участке, км/ч; $q_{max}=L/l$ — максимальная плотность движения на рассматриваемом участке, авт/км; L — длина участка; l — интервал между автомобилями.

Максимальную плотность смешанного транспортного потока устанавливают с учетом интервалов между автомобилями и их габаритов. Для удобства определения q_{max} следует ввести средний расчетный интервал $l_{расч}$, представляющий собой сумму дистанций между автомобилями и длину участка, занимаемого передним автомобилем.

При разнородном составе потока средний интервал следует определять с учетом возможного сочетания стоящих друг за другом автомобилей:

$$l_{расч} = p_л^2 l_{лл} + p_л p_г l_{лг} + p_л p_а l_{ла} + p_г p_л l_{гл} + p_г^2 l_{гг} + p_г p_а l_{га} + \\ + p_а p_л l_{ал} + p_а p_г l_{аг} + p_а^2 l_{аа}, \qquad 2.3)$$

где $p_л$, $p_г$, $p_а$ — фактическая вероятность появления легкового, грузового автомобиля и автомобильного поезда (определяют по данным учета движения или задают составом движения); $l_{ла}$, $l_{лг}$, $l_{аг}$ — интервалы между типами автомобилей с учетом их длины.

Таблица 2.1

Тип задних автомобилей	$l_{расч}$, м, для автомобилей		
	легковых	грузовых	автопоездов
Легковые	7,3	9,3	13,2
Грузовые	9,0	9,7	14,1
Автопоезда	13,0	14,2	17,3

Таблица 2.2

Автомобильная дорога	Ширина, м		β_1
	полосы	проезжей части	
Многополосная	$\leqslant 3{,}0$	—	0,9
	3,5	—	0,96
	$\geqslant 3{,}75$	—	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.

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

Однополосные дороги, имеющие разъезды	800 в оба направления
Двухполосные дороги	2000 » » »
Трехполосные »	4000 » » »
Автомобильные магистрали, имеющие 4 полосы	2000 по одной полосе
То же, 6 полос	2200 » » »
» , 8 »	2300 » » »

2.4 Значения коэффициента β_1 приведены в табл. 2.2. Коэффициент β_2 имеет следующие значения:

Ширина обочины, м	3,75	3,0	2,50	2,0	1,5
β_2	1,0	0,97	0,92	0,8	0,7

Коэффициенты $\beta_3 - \beta_5$ приведены в табл. 2.3—2.5.

Коэффициенты $\beta_6 - \beta_8$ имеют следующие значения:

Расстояние видимости, м	<50	50—100	100—150	150—250	250—350	>350
β_6	0,68	0,73	0,84	0,80	0,98	1,0
Радиус кривой в плане, м	<100	100—250	250—450	450—600	>600	
β_7	0,85	0,90	0,96	0,99	1,0	
Ограничение скорости знаком, км/ч	10	20	30	40	50	60
β_8	0,44	0,76	0,88	0,96	0,98	1,0

Таблица 2.3

Расстояние от кромки проезжей части до препятствия, м	β_3 при ширине полосы движения, м					
	Боковые помехи с одной стороны			Боковые помехи с обеих сторон		
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

Таблица 2.4

Количество автопоездов в потоке, %	β_4 при числе легких и средних грузовых автомобилей, %				
	10	20	50	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 β_4 на подъемах не учитывают, так как состав движения учтен при определении коэффициента β_5

Таблица 25

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	β_9 при количестве автомобильных поездов в потоке, %				Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	β_9 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		300	0,63	0,55	0,48	0,41
	800	0,88	0,85	0,80	0,72						

Значения коэффициента β_9 приведены в табл 26

Таблица 26

Число автомобилей, поворачивающих налево, %	Тип пересечения					
	Т образное			четырехстороннее		
	β_9 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

Коэффициенты $\beta_{10} - \beta_{14}$ имеют следующие значения:

	β_{10}
Обочины имеют то же покрытие, что и проезжая часть	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
	β_{11}
Шероховатое асфальто- или цементобетонное, черное щебеночное покрытие	1,0
Асфальтобетонное покрытие без поверхностной обработки	0,91
Сборное бетонное покрытие	0,86
Булыжная мостовая	0,42
Грунтовая дорога без пыли, сухая	0,90
То же, размокшая	0,1—0,3
	β_{12}
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
	β_{13}
Осевая разметка	1,02
Краевая и осевая разметки	1,05
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
Знак ограничения скорости	$\beta_{14} \approx \beta_8$, β_{14}
Указатели полос движения	1,10

Значения коэффициента β_{15} приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Число автобусов в потоке, %	β_{15} при числе легковых автомобилей в потоке, %					
	70	50	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

Приведение различных транспортных средств к легковым автомобилям производят с помощью коэффициента (СНиП II-Д.5—72):

Легковые автомобили	1,0
Мотоциклы с коляской	0,75
» и мопеды	0,5
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 2 т	1,5
То же, 6 т	2,0
» 8 т	2,5
» 14 т	3,0
» свыше 14 т	3,5

Автопоезда грузоподъемностью до 6 т	2,5
То же, 12 т	3,0
» 20 т	4,0
» 30 т	5,0
» 30 т	6.0
Автобусы	3,5

2.5. Промежуточные значения коэффициентов, приведенных в п. 2.4, определяют интерполяцией.

2.6. Для оперативной проверки практической пропускной способности участков двухполосных дорог, имеющих сочетание геометрических элементов, рекомендуется уравнение:

$$P = 413 + 27b - 4{,}07i + 0{,}065R + 434{,}6n_л, \qquad (2.4)$$

где b — ширина проезжей части, м; i — продольный уклон, ‰ ($0 \leqslant i \leqslant 50$‰); R — радиус кривой в плане, м (400 м $\leqslant R \leqslant$ 1000 м); $n_л$ — число легковых автомобилей в потоке, доли единицы.

2.7. При проектировании пропускную способность участка подъема двухполосных дорог с дополнительной полосой определяют как сумму пропускных способностей двух полос с учетом распределения потока по полосам на подъем:

$$P = P_{осн} + P_{доп}. \qquad (2.5)$$

Пропускная способность дополнительной (правой) полосы на подъеме

$$P_{доп} = 647{,}0 - 3{,}64i + 0{,}05R + 454n_л. \qquad (2.6)$$

Пропускная способность основной (левой) полосы при наличии дополнительной полосы на подъеме

$$P_{осн} = 648{,}6 - 3{,}57i + 0{,}037R + 468n_л. \qquad (2.7)$$

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТРЕХПОЛОСНЫХ ДОРОГ

2.8. Проектируя реконструкцию двухполосных дорог в трехполосные и разрабатывая мероприятия по улучшению транспортно-эксплуатационных качеств существующих трехполосных дорог, следует исходить из максимальной практической пропускной способности трехполосных дорог и перспективного роста интенсивности движения потока автомобилей. При этом к основным требованиям, предъявляемым к проектам реконструкции, следует относить обеспечение соответствия ширины проезжей части после реконструкции реальной интенсивности движения в настоящее время и на расчетную перспективу, с учетом характера ожидаемого транспортного потока, при минимальных капитальных затратах.

2.9. Пропускная способность трехполосных дорог зависит от интенсивности и структуры транспортного потока, неравномерности их распределения по направлениям, а также от методов организации движения.

2.10. Максимальная практическая пропускная способность трехполосной дороги может быть при следующих дорожных условиях: прямолинейный горизонтальный участок; расстояние видимости с учетом обгона не менее 700 м; проезжая часть размечена на три полосы движения (ширина каждой 3,75 м); укрепленные обочины шириной 3 м; покрытие сухое, ровное и шероховатое; транспортный поток состоит только из легковых автомобилей; интенсивность движения в преобладающем направлении превышает интенсивность встречного потока не менее чем в 2 раза; боковые препятствия отсутствуют, погодные условия благоприятные. В этих условиях наиболее полно используются все полосы проезжей части трехполосной дороги.

2.11. При расчетах в зависимости от методов организации движения нужно исходить из следующей максимальной практической пропускной способности трехполосных дорог в оба направления: трехполосное движение — 4000 авт/ч, реверсивное движение по средней полосе — 4200 авт/ч.

2.12. Для расчета максимальной пропускной способности отдельных участков трехполосных автомобильных дорог и получения дополнительных коэффициентов снижения пропускной способности, необходимых при оценке эффективности мероприятий по повышению их транспортно-эксплуатационных качеств, в реальных дорожных условиях следует пользоваться уравнениями:

при организации трехполосного движения

$$P = 2{,}4\alpha\, \alpha_v\, \alpha_N\, v_0\, q_{\max}; \qquad (2.8)$$

при организации реверсивного движения по средней полосе

$$P = 1{,}5\alpha\, \alpha_v\, \alpha_p\, v_0\, q_{\max}, \qquad (2.9$$

где α — коэффициент, учитывающий влияние дорожных условий на пропускную способность; α_v — коэффициент, учитывающий влияние длины перегона между пересечениями и примыканиями на скорость автомобилей; α_N — коэффициент, учитывающий влияние неравномерности распределения интенсивности движения по направлениям на степень загруженности средней полосы трехполосной дороги; α_p — коэффициент, учитывающий распределение автомобилей по ширине проезжей части при организации реверсивного движения; v_0 — скорость свободного движения, км/ч; $q_{\max}$ — максимальная плотность потока на одной полосе, авт/км.

Расчетные значения коэффициента α:

Разметка	трехполосная	трехполосная с реверсивной полосой
Пределы α	0,19—0,23	0,20—0,25
Расчетное значение α .	0,20	0,22

Расчетные значения α_v при разной длине перегона между пересечениями и примыканиями:

L, км	⩾3	2	1,5	1,0	0,5	0,5
α_v	1,0	0,98	0,96	0,92	0,88	0,80

Степень загрузки движением средней полосы при трехполосной разметке проезжей части зависит от неравномерности распределения интенсивности и состава движения по направлениям, характеризуемой коэффициентом k_N, который определяется как отношение интенсивности движения автомобилей преобладающего направления к интенсивности встречного движения.

Значения коэффициента α_N для практических расчетов

k_N	1	⩾2
α_N	1	1,18

При промежуточных значениях коэффициента k_N α_N следует определять интерполяцией.

Коэффициент α_p зависит от состава преобладающего транспортного потока:

Легковые автомобили, %	<25	25—30	50—75	>75
α_p	1,64	1,75	1,69	1,92

$q_{\max}$ определяют в рассматриваемых дорожных условиях по методике, изложенной в п. 2.2.

2.13. Для определения пропускной способности трехполосных дорог в разных условиях введены дополнительные коэффициенты снижения максимальной пропускной способности. Они установлены на основе измерения средней величины свободных скоростей автомобилей и максимальной плотности движения на одних и тех же участках трехполосных дорог с различными дорожными условиями



Рис. 2.1. Номограмма для оценки *пропускной способности трехполосных* дорог с различными проектными решениями:

I — организация двухполосного движения; *II* — организация трехполосного движения; *III* — организация трехполосного движения с реверсивной полосой; *IV* — реконструкция трехполосной дороги в четырехполосную автомобильную магистраль

Каждый дополнительный коэффициент характеризует изменение пропускной способности конкретных участков, имеющих ширину проезжей части 10,5—12 м, с различными методами организации по сравнению с максимальной пропускной способностью трехполосной дороги в благоприятных дорожных условиях (см. п. 2.11).

Значения дополнительных коэффициентов снижения максимальной способности даны в табл. 2.8—2.14. Верхний индекс в обозначениях коэффициентов $\beta^{(т)}$ означает *трехполосную* дорогу.

Частные коэффициенты снижения пропускной способности, отражающие влияние расстояния видимости, радиусов кривых в плане, продольного уклона, укрепления обочин, типов покрытий, планировки пересечений, примыканий и сооружений, обслуживающих движение, состава потоков автомобилей, знаков и указателей на пропускную способность трехполосных дорог, берут из п. 2.4 коэффициенты β_3; β_4; β_5; β_6; β_8; β_{13}; β_{15}.

2.14. Итоговый коэффициент снижения пропускной способности трехполосных дорог в характерных дорожных условиях определяется перемножением частных коэффициентов по формуле (2.1).

2.15. При разработке проекта организации движения с учетом интенсивности и состава встречных потоков, а также обеспечения минимальных суммарных приведенных затрат пропускную способность трехполосных дорог оценивают с помощью номограммы (рис. 2.1).

Влияние на пропускную способность ширины обочин показано в табл. 2.8, а разметки — в табл. 2.9.

Таблица 2.8

Ширина проезжей части и вид разметки	$\beta_1^т$ в зависимости от ширины обочины, м						
	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5
10,5 м, осевая разметка	1,0	0,99	0,95	0,92	0,90	0,87	0,82
10,5—12,0 м, разметка на три полосы	1,0	0,97	0,93	0,90	0,88	0,85	0,80

Таблица 2.9

Ширина проезжей части, м	$\beta_2^т$ при разметке		
	трехполосной	двухполосной	отсутствует
11,25—12,0	1,0	0,88	0,75
10,5	0,96	0,85	0,72

Влияние ровности покрытия на пропускную способность:

Ровность, см/км	<200	200—400	400—600	600—800	800
$\beta_3^т$	1,0	0,93	0,82	0,70	0,60

Влияние стоящих на обочине транспортных средств на пропускную способность показано в табл. 2.10.

Влияние неподвижных боковых препятствий (опор путепроводов, телеграфных столбов, мачт светильников, растущих на обочинах деревьев) на пропускную способность:

Расстояние до кромки проезжей части, м	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
$\beta_5^т$	1,0	0,94	0,89	0,85	0,81	0,75

Влияние наличия и месторасположения пешеходных дорожек относительно проезжей части на пропускную способность $\beta^т_6$:

	$\beta^т_6$
В 10 м от кромки проезжей части	1,0
В 5 м » » » :	
При наличии пешеходного ограждения	1,0
» его отсутствии	0,92
На обочине	0,83

Таблица 2.10

Расстояние от кромки проезжей части до препятствия, м	Боковые помехи с одной стороны			Боковые помехи с обеих сторон		
	$\beta_4^т$ при разметке проезжей части на полосы					
	две	три	три с реверсивной полосой	две	три	три с реверсивной полосой
2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,98
2,0	1,0	0,99	0,98	0,99	0,97	0,95
1,5	0,98	0,96	0,95	0,97	0,94	0,90
1,0	0,96	0,92	0,90	0,93	0,86	0,85
0	0,91	0,88	0,77	0,85	0,80	0,70
—0,5	0,86	0,75	0,70	0,80	0,70	0,62
—1,0	0,81	0,70	—	0,74	0,63	—

Примечание. Коэффициенты вычислены относительно P_{max} при соответствующей разметке проезжей части

Влияние условий освещенности проезжей части на пропускную способность показано в табл. 2.11.

Таблица 2.11

Условия освещенности	$\beta_7^т$ при разметке		
	трехполосной	осевой	Отсутствие
Днем	1,0	0,88	0,75
Освещена	0,93	0,82	0,70
Не освещена	0,86	0,75	0,65

Примечание. Коэффициенты вычислены относительно P_{max} при трехполосной разметке в дневное время.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ДОРОГ С МНОГОПОЛОСНОЙ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТЬЮ

2.16 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

2.17 Общая пропускная способность автомобильной магистрали

$$P_{\Sigma} = 2\,(P_1 + P_2 + \cdots + P_n), \qquad (2.10)$$

где P_1, P_2, P_3, , P_n — пропускная способность первой, второй и т. д полос, авт/ч, определяемая по формуле (2.11)

2.18. Пропускная способность отдельной полосы:

$$P_{\text{п}} = k\,\beta_1\,\beta_2\,(1700 + 66{,}6b - 9{,}54p - 6{,}84i), \qquad (2.11)$$

где k — коэффициент приведения смешанного потока автомобилей к потоку легковых автомобилей,

$$k = 1/\Sigma\,\psi_{cj}\,n_j;$$

β_1 — коэффициент, учитывающий радиус кривой в плане; β_2 — коэффициент, учитывающий влияние пересечений в разных уровнях (табл. 2.12); b — ширина полосы, м ($b=3\div3{,}75$ м); p — количество тяжелых автомобилей и автобусов, % ($p=\leqslant30\%$); i — продольный уклон, % ($0\leqslant i\leqslant-40\%$); n_j — количество (в долях единицы) транспортных средств различных типов; ψ_{cj} — коэффициент приведения к легковому автомобилю отдельных типов транспортных средств (см. п. 2.4).

Таблица 2.12

Вид сопряжения съезда с автомобильной магистралью	Интенсивность движения на съезде, % от интенсивности по магистрали	β_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

2.19 Коэффициент β_1 в формуле (2.11) следует учитывать только при определении пропускной способности левой полосы на кривой. Коэффициент β_1, отражающий влияние кривой в плане, рекомендуется принимать равным 0,85, если радиус менее 1000 м, и 1 при больших радиусах.

2.20 Определяя пропускную способность полосы и используя коэффициенты ψ_{cj} и n_j (формула 2.11), необходимо учитывать особенности распределения автомобилей разного типа по полосам при интенсивности движения, близкой к пропускной способности. Данные о распределении автомобилей на четырехполосной магистрали, полученные из наблюдений, приведены в табл. 2.13. При ином, чем указано в таблице, составе следует прибегать к интерполяции. Необходимо также учитывать, что тяжелые автомобили и автомобильные поезда движутся, как правило, по правой полосе.

Таблица 2.13

Число легковых автомобилей, % от общей интенсивности движения	Состав потока на правой полосе, %		Состав потока на левой полосе, %	
	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Легковые автомобили	Грузовые автомобили
20	7—10	90—93	30—35	65—70
40	24—30	70—76	50—55	45—50
60	38—45	55—62	65—70	30—35
80	74—84	16—26	80—85	15—20

УЧЕТ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

2.21. Пропускная способность автомобильных дорог наиболее заметно снижается в периоды действия неблагоприятных погодно-климатических факторов: дождей, снегопадов, гололеда, тумана и др. Это объясняется тем, что такие факторы существенно влияют на состояние дороги, автомобиля и водителя, на взаимодействие автомобиля с дорогой и восприятие водителем дороги и окружающей обстановки. В результате снижается скорость, увеличиваются интервалы в транспортном потоке и, как следствие, снижается пропускная способность, образуются заторы и остановки.

Поэтому пропускную способность обязательно проверяют для состояния дороги и условий погоды в наиболее трудные периоды года — зимний и осенне-весенний.

2.22. В зависимости от категории и народнохозяйственного значения дороги, содержания, климата района при оценке пропускной способности могут быть приняты следующие расчетные состояния поверхности дороги.

а) Зимний период:

1) слой рыхлого снега на покрытии и обочинах лежит только во время снегопада и метелей в перерывах между проходами снегоочистительных машин;

2) проезжая часть чистая, уплотненный снег и лед имеются на прикромочных полосах, а рыхлый снег на обочинах;

3) на проезжей части слой плотного снежного наката, на обочинах рыхлый снег;

4) поверхность дороги покрыта гололедом;

5) покрытие влажное, имеется рыхлый слой снега и льда, растворенного хлоридами.

Характерные условия погоды: снегопад без ветра или с ветром скоростью до 3 м/с, метель (низовая, верховая, общая), сильный ветер.

Схемы 1, 4 и 5 — расчетные для дорог I—III категорий, 2 и 3 — для дорог III и IV категорий.

б) Осенне-весенний переходный период:

1) вся поверхность дороги мокрая, чистая;

2) проезжая часть мокрая, чистая, прикромочные полосы загрязнены;

3) проезжая часть мокрая, загрязненная.

Схема 1 является расчетной для дорог I и II категорий с обочинами, укрепленными на всю ширину каменными материалами, обработанными минеральным или органическим вяжущим.

Схема 2 относится к дорогам с обочинами, укрепленными каменными материалами на всю ширину или краевые полосы, схема 3 — к дорогам без укрепленных обочин и краевых полос.

2.23. Пропускную способность полосы движения двухполосных дорог с учетом их состояния и погодно-климатических условий следует определять по формуле (2.2).

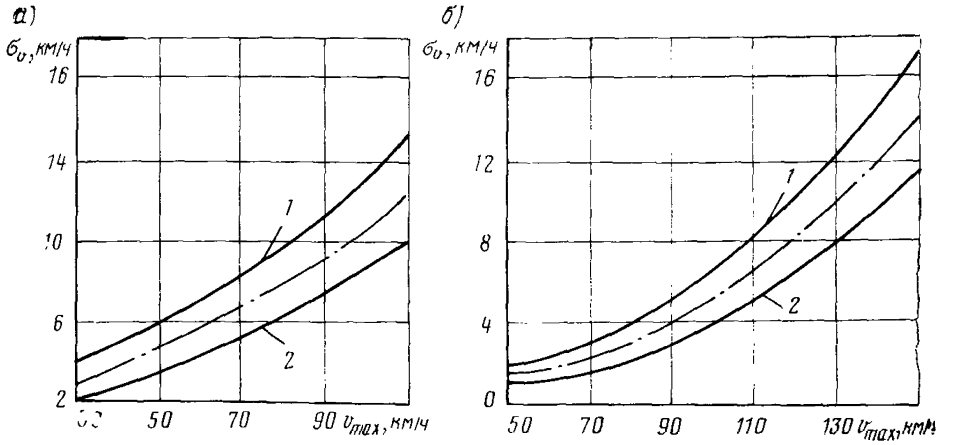


Рис. 2.2. Зависимость среднеквадратичного отклонения от максимальной скорости:

а — для двухполосных дорог; *б* — для автомобильных магистралей; *1* — максимальное значение; *2* — минимальное значение

2.24. Средняя скорость свободного движения для расчета пропускной способности с учетом состояния дороги и погодно-климатических условий

$$\overline{v}_0 = v_{\text{ф max}} - 3\sigma_v, \text{ или}$$

$$v_0 = K_{\text{р.с}}\, v_{\text{э max}} - 3\sigma_v, \qquad (2.12)$$

где $v_{\text{ф max}}$ — максимально возможная по динамическим характеристикам или условиям безопасности скорость легкового автомобиля в расчетных условиях погоды на данном элементе дороги; $v_{\text{э max}}$ — максимальная скорость в эталонных условиях движения на данном участке дороги, но не более $v_{\text{р}}$ км/ч; σ_v — среднее квадратичное отклонение скорости движения свободного транспортного потока, км/ч; принимают по данным рис. 2.2. для скорости:

$$v_{\text{ф max}} = K_{\text{р.с}}\, v_{\text{э max}}; \qquad (2.13)$$

$$K_{\text{р.с}} = \frac{v_{\text{ф max}}}{v_{\text{э max}}}, \qquad (2.14)$$

$K_{\text{р.с}}$ — коэффициент обеспеченности расчетной скорости.

За эталонный принят горизонтальный прямой участок с сухим, чистым, шероховатым покрытием и укрепленными обочинами. За эталонные условия погоды принято сухое летнее время, с температурой воздуха 20° С, при отсутствии дождя, ветра и тумана.

Для упрощения расчетов $v_{\text{э max}}$ можно принять равной 120 км/ч, после чего весь расчет пропускной способности при неблагоприятных условиях погоды и неблагоприятном состоянии дорог сводится к определению $v_{\text{ф max}}$ и $K_{\text{р.с}}$.

2.25. Коэффициент, учитывающий влияние загрузки движением встречной или попутной полос в различных погодно-климатических условиях:

Условия	эталонные	нормальные	трудные
$K_{\text{р.с}}$	1	0,75—1	0,75
ω для двухполосных дорог	0,9	0,8	0,7
ω для многополосных дорог	0,9	0,9	0,8

2.26. Коэффициент α, учитывающий дорожные условия и максимально возможную или максимально допустимую скорость: для двухполосных дорог со встречным движением

$$\alpha = 0{,}65 - 0{,}00425\, v_{\text{ф max}}; \qquad (2.15)$$

для многополосных дорог с попутным движением:
при максимальных скоростях до 110 км/ч

$$\alpha = 0{,}68 - 0{,}005\, v_{\text{ф max}}; \qquad (2.16)$$

при максимальных скоростях от 110 до 150 км/ч

$$\alpha = 0{,}43 - 0{,}0027\, v_{\text{ф max}}. \qquad (2.17)$$

2.27. Фактическую максимально возможную или максимально допустимую скорость легкового автомобиля при проектировании новых дорог можно определить аналитическим путем исходя из схем расчета, требований к геометрическим параметрам и транспортно-эксплуатационным характеристикам. Основной задачей при этом является обязательный учет влияния метеорологических факторов на дорогу, взаимодействия автомобиля с дорогой и восприятия водителем условий движения.

2.28. Для определения пропускной способности дорог $v_{\text{ф max}}$ v_0 можно определить расчетом или по данным наблюдений за скоростями свободного движения легковых автомобилей в неблагоприятных условиях погоды на всех характерных участках дороги при всех расчетных скоростях.

2.29. Максимально возможную скорость в период снегопада или при наличии снега на горизонтальных участках или на подъемах определяют из основного уравнения движения, подставляя в него соответствующие значения сопротивления качению и коэффициента сцепления (см. рис 2.3).

Максимально допустимую скорость на спуске определяют из условия торможения перед внезапно возникшим препятствием на покрытии, а коэффициент обеспеченности расчетной скорости находят исходя из равенства остановочных путей при эталонном состоянии и покрытии, характерном для расчетного периода.

Значения коэффициентов обеспеченности расчетной скорости при различных состояниях покрытия и на участках с различными продольными уклонами приведены на рис 2.4.

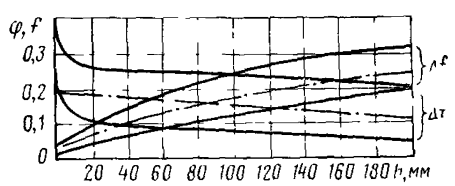


Рис. 2.3. Зависимость коэффициентов сцепления φ и сопротивления качению f от толщины неуплотненного снега h на покрытии

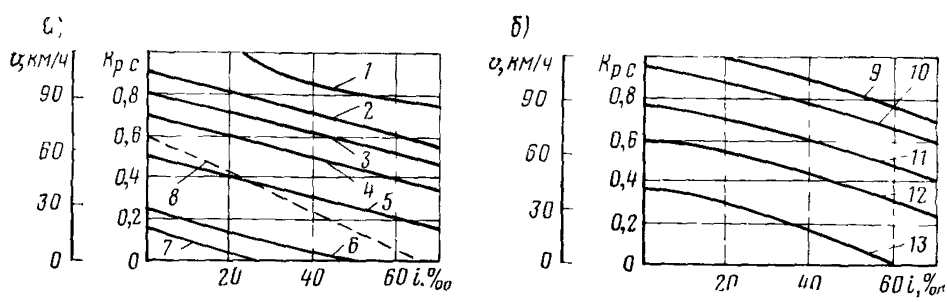


Рис. 2.4. Влияние продольного уклона и состояния покрытия на скорость движения:

а — на подъеме; *б* — на спуске; *1* — сухое чистое покрытие $f=0{,}015$; *2* — слой рыхлого снега $h=25$ мм, $f=0{,}02$; *3* — уплотненный слой снега $f=0{,}04$; *4* — слой рыхлого снега $h=20$ мм; $f=0{,}09$; *5* — то же, $h=40$ мм, $f=0{,}10$; *6* — то же, $h=80$ мм; $f=0{,}15$, *7* — то же, $h=10$ мм; $f=0{,}17$, *8* — гололед на покрытии; $f=0{,}09$; *9* — сухое чистое, $\varphi=0{,}5\div0{,}6$; *10* — мокрое чистое, $\varphi=0{,}4$; *11* — мокрое, $\varphi=0{,}3$; *12* — снежный накат, $\varphi=0{,}2$; *13* — гололед $\varphi=0{,}1$

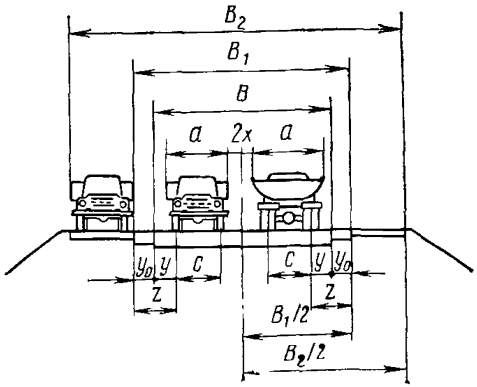


Рис. 2.5. Схема для расчета ширины укрепления

2.30. Максимально допустимую скорость при различных сочетаниях параметров проезжей части, краевых укрепленных полос и обочин в зависимости от их состояния и метеорологических условий, можно определить из схемы расчета требуемой ширины укрепленной поверхности дороги (рис. 2.5).

Коэффициент обеспеченности расчетной скорости для двухполосных дорог:

$$K_{\text{р.с}} = \frac{B_{1\text{ф}} - \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{c_1 + c_2}{2}\right)}{B_{1\text{э}} - \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{c_1 + c_2}{2}\right)}. \qquad (2.18)$$

Для дороги 1 категории с двумя проезжими частями

$$K_{\text{р.с}} = \frac{B_{1\text{ф}} - \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{c_1 + c_2}{2} + 1\right)}{B_{1\text{э}} - \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{c_1 + c_2}{2} + 1\right)}, \qquad (2.19)$$

где $B_{1\text{ф}}$ — ожидаемая фактическая ширина дороги в неблагоприятные периоды с учетом ее уменьшения за счет загрязнения прикромочных полос, образования на них снежного наката, льда и т. д.; $B_{1\text{э}}$ — проектная ширина проезжей части дороги, м;

$$B_{1\text{э}} = B + 2Y. \qquad (2.20)$$

Ожидаемая фактическая ширина укрепленной поверхности

$$B_{1\text{ф}} = B_{1\text{э}} - 2K, \qquad (2.21)$$

где K — ширина полосы загрязнения (табл. 2.14)

Значения максимальных возможных скоростей и коэффициентов обеспеченности расчетных скоростей в зависимости от фактически используемой для движения ширины укрепленной поверхности дороги приведены на рис. 2.6.

Таблица 2.14

Тип укрепления обочин	K, м, в период	
	зимний	осенне-весенний
Покрытие асфальтобетонное, цементобетонное или обработанное вяжущим	—	—
Слой щебня, гравия	0,2—0,3	0,1—0,2
Засев трав	0,2—0,5	0,1—0,2
Без укрепления	0,2—0,5	0,1—0,
Бордюр высотой	$3h$ — $8h$	$3h$

Примечание. На участках дорог, где имеются помехи для выполнения работ по содержанию, применяют максимальные значения K. К таким участкам относят подходы к мостам и путепроводам, участки над трубами, места установки ограждения, надолб, направляющих столбиков и др.

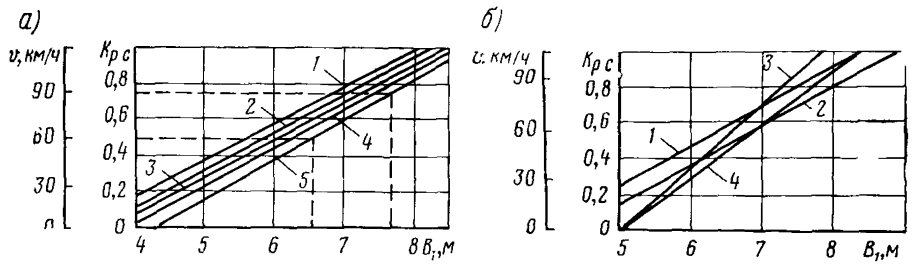


Рис. 2.6. Влияние ширины укрепления на скорость:

а — для двухполосных дорог; *б* — для автомобильных магистралей:
1 — ВАЗ-2103 + ВАЗ-2103; *2* — ГАЗ-24 + ГАЗ-24; *3* — ЗИЛ-130 + ВАЗ-2103; *4* — ЗИЛ-130 + ГАЗ-24; *5* — ЗИЛ-130 + ЗИЛ-130

2.31. Максимально допустимую скорость на кривых в плане определяют по условиям устойчивости автомобиля при движении по покрытию, находящемуся в состоянии, характерном для расчетного периода с учетом воздействия бокового ветра,

$$v = \sqrt{127(\varphi_2 \pm i_в - q)}\,, \qquad (2.22)$$

где $\varphi_2 = (0{,}6 \div 0{,}8)\varphi$ — поперечное сцепление; $i_в$ — поперечный уклон виража; q — коэффициент, учитывающий боковое воздействие ветра.

v, м/с	20	30	40	50
q для автомобилей:				
ГАЗ-24 «Волга», ВАЗ-2103 «Жигули», «Москвич-412»	0,010	0,022	0,040	0,062
ЗАЗ-966 «Запорожец», РАФ-977Д	0,013	0,029	0,053	0,081

2.32. Определяя расчетную скорость ветра, учитывают положение дороги на местности, ее защищенность, а также порывистость ветра:

$$v_1 = k_1 k_2 k_3 v_ф, \qquad (2.23)$$

где k_1 — коэффициент, учитывающий положение дороги на местности; k_2 — коэффициент, учитывающий переход от показаний флюгера (измерений на метеостанциях) к высоте центра боковой поверхности автомобиля на дороге; k_3 — коэффициент, учитывающий порывистость ветра (1,7 — для порывистого и 1,9 — крайне порывистого ветра); $v_ф$ — скорость ветра по флюгеру на высоте 10 м повторяемостью 1 раз в год (по данным ближайшей метеостанции, может быть также принята по картам зонирования расчетного ветра).

Форма рельефа и положение дороги на местности:	k_1
Открытое ровное место	1
Вершины открытых возвышенностей:	
>50 м	1,2—1,1
<50 м	1,1
Наветренные склоны крутизной 3—10°:	
верхняя часть	1,0—1,1
средняя »	1,0
нижняя »	0,2—1,0
Параллельные ветру склоны крутизной 3—10°:	
верхняя часть	0,9—1,0
средняя »	0,8—0,9
нижняя »	0,7—0,8
Подветренные склоны крутизной 3—10°:	
верхняя и средняя части	0,8—0,9
нижняя часть	0,6—0,7

Дно долин, оврагов, лощин, глубоких выемок:						
продуваемых ветром	1,0—1,1					
непродуваемых »	0,6—0,7					
замкнутых »	0,2	0,2	0,25	0,9	0,95	
Высота центра боковой поверхности автомобиля над уровнем земли, м	8	9	7	7	0	
	0,6					
k_2						

2.33. Коэффициент обеспеченности расчетной скорости, зависящий от радиуса кривой в плане, расчетного состояния покрытия и расчетной скорости ветра, можно определить по графикам (рис. 2.7).

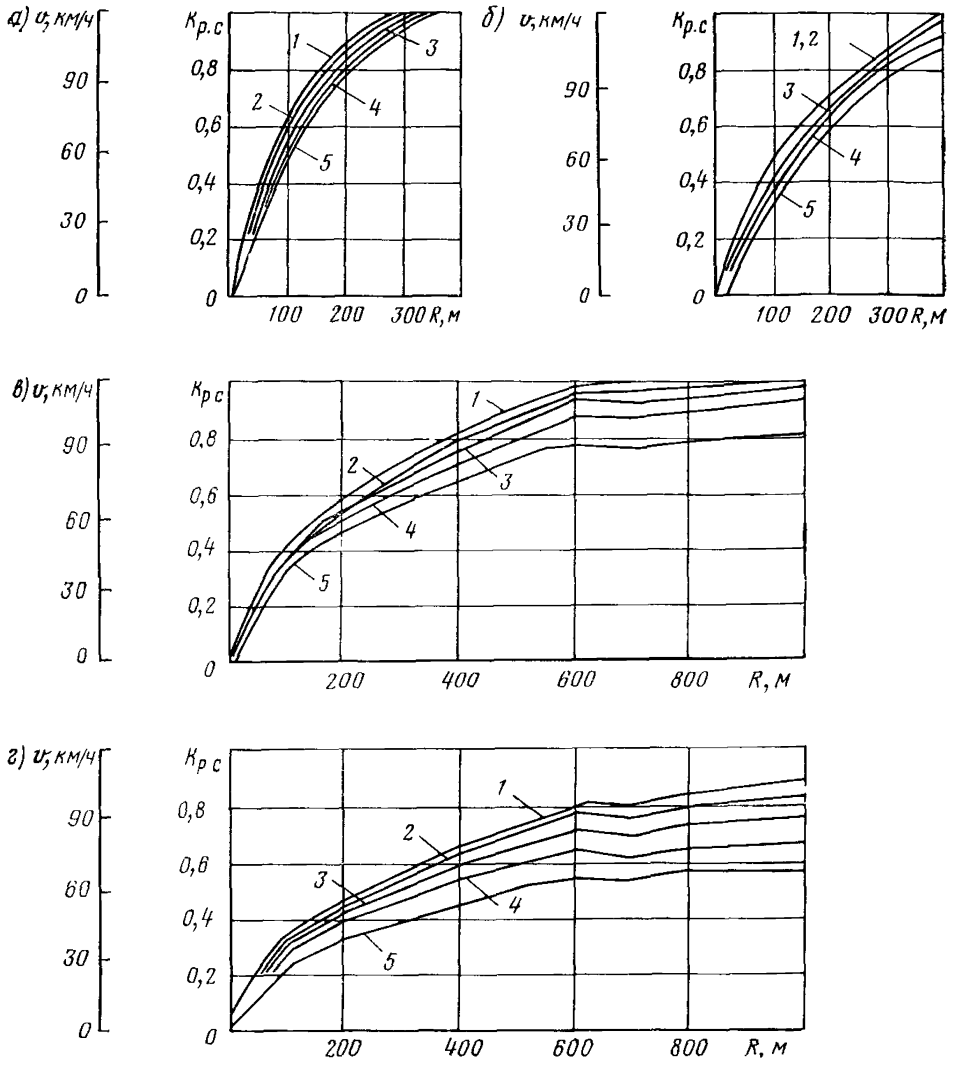


Рис. 2.7. Влияние радиуса кривой R в плане, состояния покрытия и скорости ветра на скорость автомобиля:

а — сухое чистое покрытие $\varphi = 0{,}6$; *б* — мокрое чистое покрытие $\varphi = 0{,}4$; *в* — слой рыхлого снега или снежный накат на покрытии $\varphi = 0{,}2$; *г* — гололед на покрытии $\varphi = 0{,}12$; *1* — скорость ветра 0—5 м/с; *2* — 20 м/с; *3* — 30 м/с; *4* — 40 м/с; *5* — 50 м/с

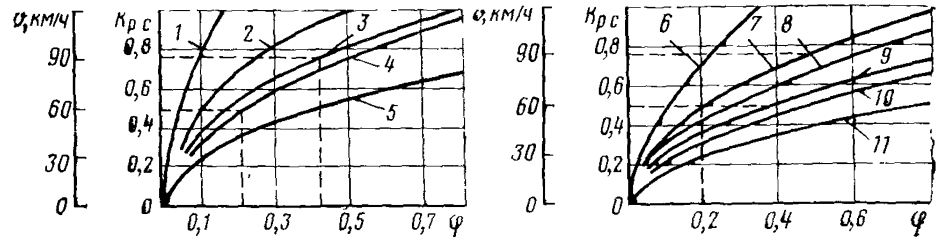


Рис. 2.8. Влияние коэффициента сцепления φ на снижение расчетных скоростей:
а — по схеме торможения одиночного автомобиля; *б* — по схеме торможения встречных автомобилей; *1* — 750; *2* — 300; *3* — 200; *4* — 175; *5* — 100; *6* — 750; *7* — 350; *8* — 300; *9* — 200; *10* — 150; *11* — 100

2.34. Влияние поверхности покрытия на обеспеченность расчетной скорости определяют исходя из равенства тормозных путей автомобиля, сцепных качеств покрытия и расстояний видимости, принятых за эталонные покрытия в состояниях, характерных для неблагоприятных периодов. (рис. 2.8). По этому же графику можно определить влияние гололеда и метеорологической видимости на скорость $K_{р.с}$.

2.35. Расстояния видимости при тумане можно взять из климатических справочников. Для случая снегопада ее можно определить расчетом исходя из установленных в метеорологии зависимостей между интенсивностью снегопада и метеовидимостью (рис. 2.9). При этом видимость определяется по нижней границе балла, а интенсивность снегопада принимается по данным ближайшей метеостанции для повторяемости 1 раз в год.

2.36. Боковое воздействие ветра на скорость автомобиля на прямых участках определяют, сравнивая допустимое отклонение траектории движения автомобиля при заданной ширине полосы движения с фактическим.

Допустимое отклонение (м):

$$Y_{доп} = \frac{b}{2} - \left(c + \frac{m}{2}\right), \qquad (2.24)$$

где b — ширина полосы движения многополосной автомобильной магистрали, м; c — допустимое приближение автомобиля к границе полосы движения (принимается 0,2—0,3); m — ширина кузова автомобиля, м.

Фактическое отклонение (м):

$$Y_ф = a_1 a_2 t^3, \qquad (2.25)$$

где a_1 — коэффициент, учитывающий скорость автомобиля; a_2 — коэффициент, учитывающий конструктивные характеристики автомобиля и скорость ветра; t — время реакции водителя на порыв ветра.

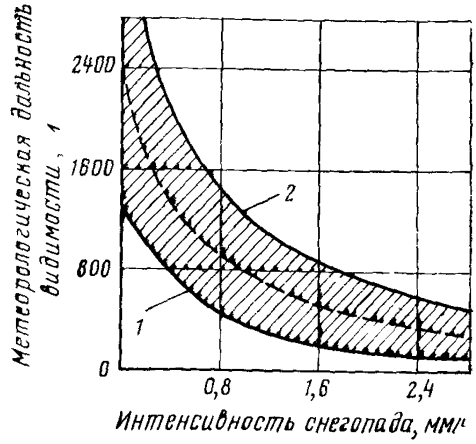


Рис. 2.9. Зависимость метеорологической дальности видимости от интенсивности осадков:
1 и *2* — нижняя и верхняя граница балла видимости

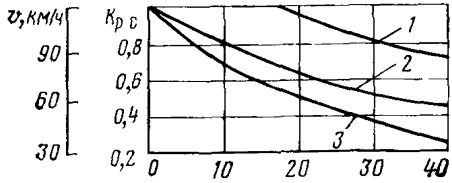


Рис. 2.10. Влияние скорости ветра на обеспеченность расчетной скорости:
1, 2 и 3 — время реакции водителя (соответственно 1, 1,5 и 2 с)

Коэффициент a_1 для разных скоростей автомобиля:

Скорость, км/ч	50	60	70	80	90	100	110	120	130
a_1	0,13	0,15	0,2	0,3	0,6	0,95	1,22	1,42	1,67

Коэффициент a_2 для расчетного автомобиля:

Скорость ветра, м/с	10	20	30	40	50
a_2	0,3	0,55	0,65	0,75	0,80

Скорость ветра определяют с учетом указаний п. 2.32. Максимально допустимую скорость по условиям безопасности движения определяют из равенства $Y_ф = Y_{доп}$, а $K_{р\,с}$ может быть принят по рис. 2.10.

2.37. По изложенной методике определяют максимальные скорости и коэффициенты обеспеченности расчетной скорости при разных состояниях дорог и воздействии основных метеорологических факторов.

Для наиболее ответственных дорог или участков эти показатели могут быть определены для случаев совместного воздействия ряда метеорологических факторов.

Примеры расчета пропускной способности дорог с учетом влияния погодно-климатических факторов даны в приложении 4.

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ГРАФИКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И УРОВНЯ ЗАГРУЗКИ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

2.38. Совместное влияние элементов дороги на пропускную способность оценивают путем перемножения частных коэффициентов снижения пропускной способности. На участках подъемов с продольным уклоном до 20 ‰ учитывают все коэффициенты, а с продольным уклоном больше 20 ‰ учитывают все коэффициенты, кроме β_3.

2.39. Каждый элемент дороги, снижающий пропускную способность, имеет зону влияния, в пределах которой изменяются режим движения потоков автомобилей и пропускная способность. При построении графика изменения пропускной способности нужно использовать следующие протяжения зон влияния в каждую сторону от рассматриваемого элемента (в м):

Населенные пункты	300
Участки подъемов длиной до 200 м	350
То же, больше 200 м	650
Кривые в плане радиусом больше 600 м	100
То же, меньше 600 м	250
Участки с ограниченной видимостью меньше 100 м	150
То же, 100—350 м	100
» , больше 350 м	50
Пересечения в одном уровне	600

2.40. Графики изменения пропускной способности вдоль дороги (см. рис. 2.11) строят в следующем порядке (см. приложение 5):

а) выделяют однородные элементы дороги и зоны их влияния;

б) выписывают значения частных коэффициентов снижения пропускной способности (п. 2.4);

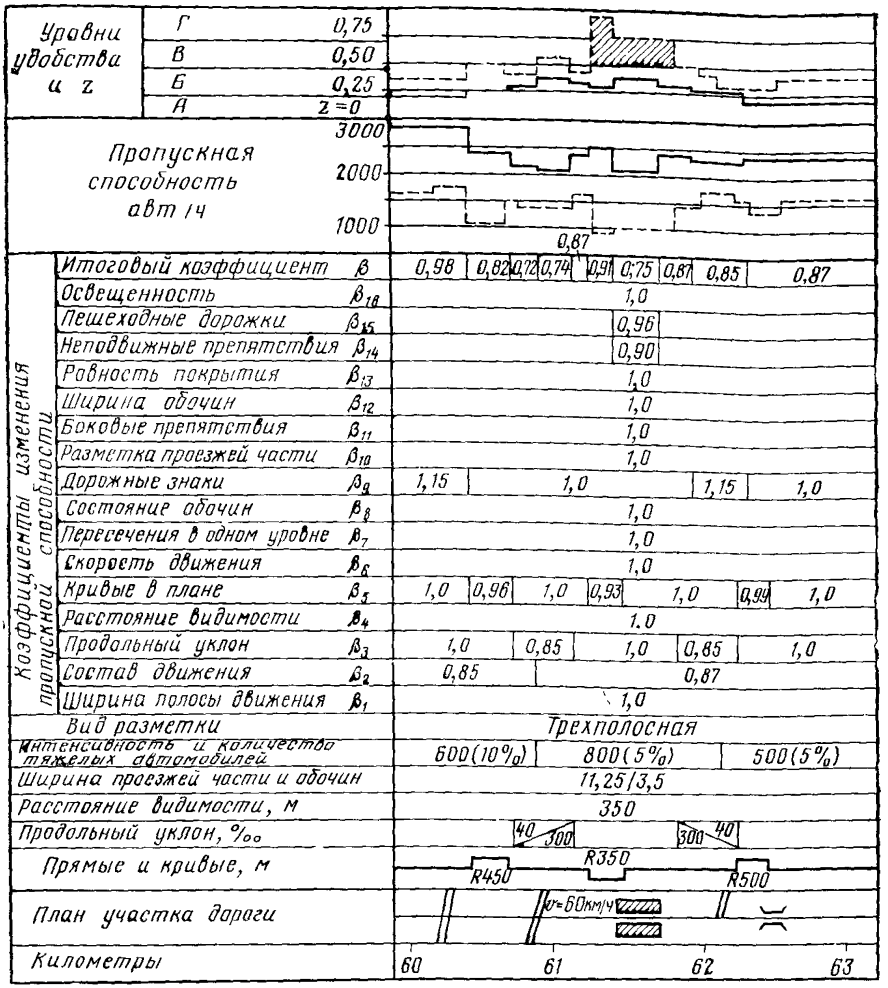


Рис. 2.11. Линейный график изменения пропускной способности и коэффициента загрузки на участке:

— — — — двухполосной дороги до реконструкции; ——— после реконструкции двухполосной дороги в трехполосную

в) вычисляют пропускную способность по формуле (2.1);

г) вычисляют пропускную способность в физическом количестве автомобилей, учитывая состав потока автомобилей и используя коэффициенты, приведенные в пп. 2.4 и 2.41;

д) строят график изменения пропускной способности вдоль дороги. Пример построения графика приведен в приложении I.

2.41. Пропускная способность $P_ф$ в физическом количестве автомобилей с учетом формулы (2.1):

$$P_ф = P \Big/ \left(\sum_1^j \psi_{cj} n_j \right), \qquad (2.26)$$

где n_j — количество (в долях единицы) транспортных средств разных типов; ψ_{cj} — коэффициенты приведения (см. п. 2.4) соответственно для легковых автомобилей, мотоциклов, грузовых автомобилей, автомобильных поездов и автобусов.

2.42. Над графиком пропускной способности строят график изменения коэффициента загрузки каждого участка (см. рис. 2.11).

Коэффициент загрузки определяют как отношение интенсивности движения (расчетной или существующей) к пропускной способности, выраженной в физических единицах.

2.43. При разработке проектов новых дорог следует пересматривать (в первую очередь с точки зрения увеличения числа полос движения) участки, где коэффициент загрузки превышает величины $z_{опт}$, приведенные в табл. 1.4.

2.44. На основе данных об уровнях удобства движения и коэффициентах загрузки разрабатывают мероприятия по улучшению условий движения в соответствии с рекомендациями, приведенными в разделе 6.

2.45. Для окончательного выбора мероприятий по улучшению условий движения график изменения пропускной способности анализируют совместно с графиком коэффициентов аварийности и коэффициентов безопасности, построенных в соответствии с рекомендациями СНиП II-Д.5—72 и ВСН 25-76. Минавтодора РСФСР.

2.46. Оптимальный коэффициент загрузки служит основой для определения числа полос движения и ширины полосы отвода, выявления участков заторов [1] (узких мест), установления очередности реконструкции отдельных участков.

Наиболее подробный анализ с учетом оптимального уровня загрузки следует проводить на участках (или элементах) дорог, дальнейшая реконструкция которых будет затруднена: участки с плотной застройкой, большие мосты и подходы к ним, извилистые участки в горной местности, затяжные подъемы с высокими насыпями и т. д.

Раздел 3

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В ОДНОМ УРОВНЕ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДОВ

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В ОДНОМ УРОВНЕ

3.1. При выборе планировки пересечения в одном уровне необходимо обеспечивать такой же уровень удобства движения, как и на всей дороге. Величины предельных загрузок движением пересечений приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Уровень удобства движения на главной дороге	Коэффициент загрузки	Загрузка второстепенной дороги	
		предельно допустимая	оптимальная
А	$<0{,}2$	$0{,}11P_{гл}$	$0{,}09P_{гл}$
Б	0,2—0,45	$0{,}22P_{гл}$	$0{,}17P_{гл}$
В	0,45—0,7	$0{,}37P_{гл}$	$0{,}28P_{гл}$
Г-а	0,7—1	$0{,}56P_{гл}$	$0{,}42P_{гл}$
Г-б	$\leqslant 1$	$0{,}56P_{гл}$	$0{,}42P_{гл}$

Примечания. 1. $P_{гл}$ — практическая пропускная способность главной дороги в рассматриваемых дорожных условиях.

2. Коэффициент загрузки и уровень удобства движения на главной дороге определяют по методике, изложенной в разделе 4.

[1] Под участками заторов подразумеваются участки, где $z \geqslant 1{,}0$.

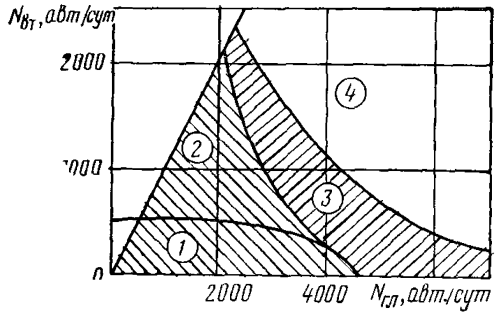


Рис. 3.1. Номограмма для определения пропускной способности пересечений; *1* — простое пересечение; *2* — направляющие островки на второстепенной дороге; *3* — направляющие островки на обеих дорогах с разметкой проезжей части; *4* — пересечение в разных уровнях

3.2. Планировку пересечений в одном уровне с учетом обеспечения наименьшей загрузки основной дороги следует принимать с учетом рекомендаций рис. 3.1.

3.3. Пропускная способность пересечений в одном уровне в конкретных условиях

$$P_{п} = N_{гл}\left(A\frac{e^{-\beta_1 \lambda \Delta t_{гр}}}{1-e^{-\beta_1 \lambda \delta t}} + B\frac{e^{-\beta_2 \lambda \Delta t_{гр}}}{1-e^{-\beta_2 \lambda \delta t}} + C\frac{e^{-\beta_3 \lambda \Delta t_{гр}}}{1-e^{-\beta_3 \lambda \delta t}}\right) \qquad (3.1)$$

при $A + B + C = 1$,

где $N_{гл}$ — интенсивность движения по главной дороге, авт/ч; $\lambda = N_{гл}/3600$; A, B, C — коэффициенты, характеризующие различные части потока (A — свободно движущиеся автомобили; B — частично связанные; C — связанная часть потока автомобилей); $A = \xi_{ме} - \xi_{п}$ — для участков подъемов; $\xi_{м}$ — коэффициент, учитывающий количество медленно движущихся автомобилей в потоке (табл. 3.2); $\xi_{п}$ — коэффициент, учитывающий крутизну уклона и длину подъема (см. табл. 3.3); $\Delta t_{гр}$ — граничный интервал, принимаемый водителем и определяемый по рис. 3.2; δt — интервал между выходами автомобилей из очереди на второстепенной дороге определяют в зависимости от состава движения:

Доля легковых автомобилей в потоке, % . .	0	20	50	100
δt, с	2,4	3,2	3,7	4,2

Для населенных пунктов А определяют по рис. 3.3, а $B = f(A)$ по (рис. 3.4); β_1 β_2, β_3 — коэффициенты, характеризующие плотность потока автомобилей; $\beta_1 = \varphi(A)$ определяют по графику (рис. 3.5), $\beta_2 = 3{,}5$ и $\beta_3 = 5{,}7$ (для двухполосных дорог)

Расчет по уравнению (3.1) позволяет определить пропускную способность не всего пересечения, а лишь одного направления движения со второстепенной дороги, пересекающего или вливающегося в главный поток.

Полная пропускная способность определится как сумма пропускных способностей по всем направлениям.

Таблица 3.2

К, %	$\xi_{м}$ при расстоянии от подъема, м						
	≤100	500	1000	1500	2000	3000	4000 и более
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	0,64	0,72	0,78	0,80	0,85	0,88	0,88
20	0,46	0,54	0,61	0,68	0,71	0,75	0,77
30	0,36	0,43	0,50	0,58	0,62	0,68	0,70
40	0,27	0,34	0,43	0,51	0,55	0,61	0,65

Примечание. К медленно движущимся относят автомобили, скорость которых на 10—15 км/ч меньше средней для всего потока. Количество таких автомобилей определяют по материалам измерения скоростей на дороге.

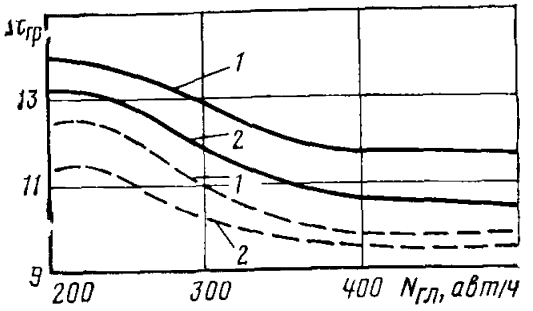


Рис. 3.2. Изменение граничного промежутка времени для левого поворота в зависимости от интенсивности движения по главной дороге:

1 — простое пересечение; *2* — канализированное пересечение; интенсивность движения по главной дороге $N_{гл}$=250÷500 авт/ч; интенсивность движения поворачивающих налево автомобилей $N_{л}$=40÷90 авт/ч;

———— — $\Delta t_{гр}$ 85% обеспеченности;

– – – – – – – $\Delta t_{гр}$ 50% обеспеченности

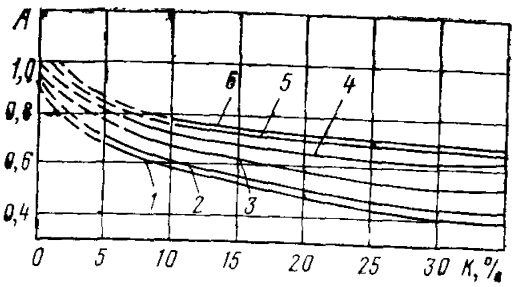


Рис. 3.3. Влияние населенного пункта на распределение интервалов в потоке в зависимости от состава движения при расстоянии от населенного пункта:

1 — 0 м; *2* — 200 м; *3* — 400 м; *4* — 600 м; *5* — 1000 м; *6* — 1500 мм,

K — доля медленно движущихся автомобилей в потоке

Таблица 3.3

Уклон, ‰	$\xi_{п}$ при длине подъема, м				Уклон, ‰	$\xi_{п}$ при длине подъема, м			
	50	100	200	300		50	100	200	300
⩽20	0	0	0	0	60	0,05	0,10	0,17	0,30
30	0	0	0,02	0,04	70	0,09	0,12	0,19	0,34
40	0	0,02	0,05	0,12	80	0,11	0,15	0,21	0,42
50	0,02	0,06	0,11	0,19					

3.4. Для упрощения расчета все поворачивающие потоки на пересечении приводят к одному условному потоку. Ввиду того что основным параметром, определяющим пропускную способность пересечения, является граничный промежуток времени, приведение осуществляется путем сопоставления этого показателя для разных направлений. Значения коэффициентов приведения $\psi_{пр}$ при разных планировочных решениях даны в табл. 3.4.

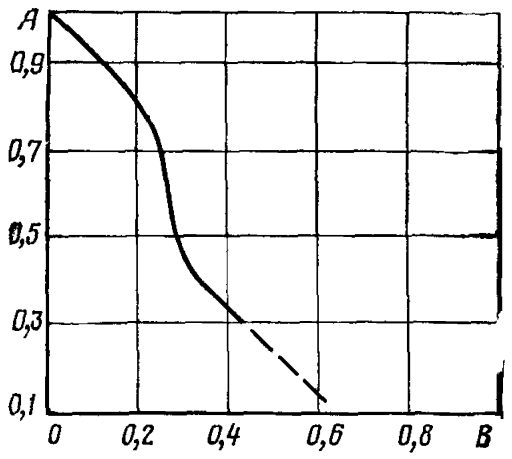


Рис. 3.4. Зависимость между коэффициентами *A* и *B*

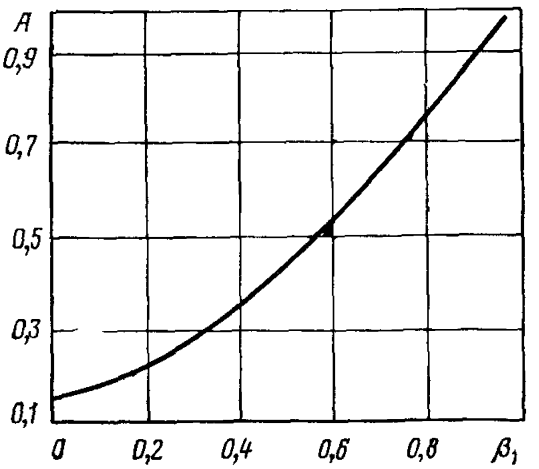
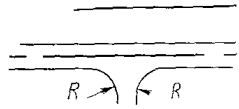
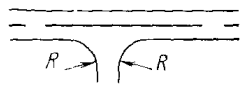
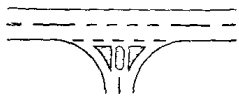
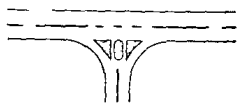
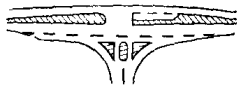
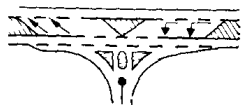


Рис. 3.5. Зависимость между коэффициентами *A* и B_1

Таблица 3.4

Тип пересечения	Схема планировки	Коэффициент приведения $\psi_{пр}$			
		Левый поворот с дороги		Прямое пересечение	Правый поворот
		главной	второстепенной		
Простое необорудованное пересечение; $R=10$ м		1,1	1,1	1,0	0,62
Необорудованное пересечение, 10 м $< R <$ 25 м		1,0	1,0	1,0	0,45
Разделительный и направляющие островки на второстепенной дороге, правоповоротные съезды с переходными кривыми или коробовые кривые; главная дорога не оборудована		1,0	0,85	0,9	0,27
То же, переходно-скоростные полосы на главной дороге (не полное, канализированное)		1,0	0,85	0,9	0,1
То же, разделение встречных потоков на главной дороге		0,9	0,65	0,7	0,1
То же, левоповоротные островки на главной дороге с переходно-скоростными полосами (канализированное пересечение)		0,60	0,65	0,70	0,1
То же, переходно-скоростные полосы для левого поворота на главной дороге		0,60	0,6	0,2	0,

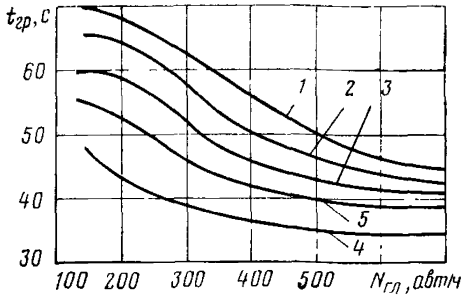


Рис. 3.6. Изменение граничного промежутка времени для правого поворота при различных радиусах съездов:

1 — R=10—12 м; *2* — R=15 м; *3* — R=25 м; *4* — R=50 м; *5* — R=50 м имеются переходно-скоростные полосы

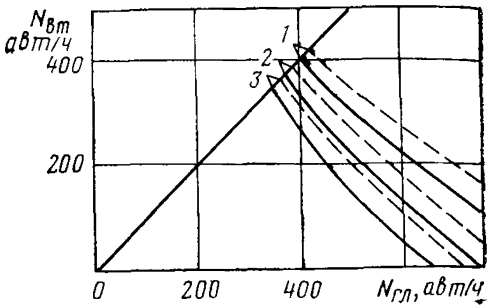


Рис. 3.7. Номограмма для определения пропускной способности нерегулируемых пересечений в одном уровне:

1 — теоретическая; *2* — максимальная практическая; *3* — практическая. Сплошные линии — необорудованные пересечения, штриховая — канализированные

3.5. Интенсивность движения приведенного потока на второстепенной дороге:

$$N_{пр.вт} = N_{вт}\,(\psi_{пр.л}\,\eta_{л} + \psi_{прпп}\,\eta_{пп} + \psi_{пр.пр}\,\eta_{пр}) + \psi_{пр.л(пп)}\,N_{гл.л}. \qquad (3.2)$$

Предельное значение приведенной интенсивности движения, т. е. суммарная интенсивность на второстепенной дороге:

для необорудованных пересечений

$$N_{max} = \frac{N_{пр.вт} - \psi_{пр.л(гл)}\,N_{гл}}{\psi_{пр.л}\,\eta_{л} - \psi_{пр.пп}\,\eta_{пп} + \psi_{пп.пр}\,\eta_{пр}}; \qquad (3.3)$$

для канализированных пересечений

$$N_{max} = \frac{N_{пр.вт} - \psi_{пр.л(гл)}\,N_{гл}}{\psi_{пр.л}\,\eta_{л} + \psi_{пр.пп}\,\eta_{пп}} + P_{п}, \qquad (3.4)$$

где $N_{вт}$, $N_{гл}$ — интенсивность движения на второстепенной и главной дороге; $\psi_{пр}$ — коэффициент приведения; η — доля поворачивающего движения; $P_{п}$ — пропускная способность правого поворота с второстепенной дороги, определяемая по формуле (3.1) при значении $\Delta t_{гр}$ для правого поворота, принимаемом по рис. 3.6; N_{max} — пропускная способность пересечения в одном уровне.

3.6. Коэффициент загрузки движением

$$z = N_{пр\,вт}/N_{max}. \qquad (3.5)$$

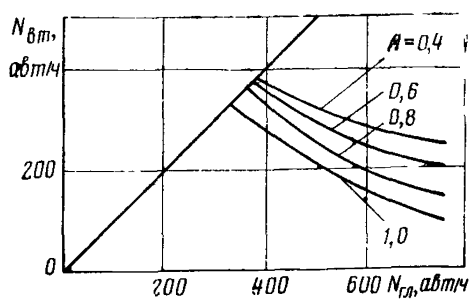


Рис. 3.8. Номограмма для определения практической пропускной способности пересечений в одном уровне

3.7. На основе номограмм (рис. 3.7, 3.8) определяют предельные интенсивности движения для некоторых типов пересечений в одном уровне. Пример расчета пропускной способности пересечения приведен в приложении 6.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ

3.8. Пропускная способность кольцевого пересечения зависит от размера геометрических элементов плана пересечения, параметров транспортного потока и организации движения на въезде на кольцо.

Для одной и той же планировки кольцевого пересечения более высокая пропускная способность достигается при организации движения с преимущественным правом проезда по кольцу.

3.9. Пропускная способность кольцевого пересечения — предельная интенсивность движения на всех его въездах.

Пропускная способность въезда на кольцевое пересечение — максимальное число автомобилей, которое может въехать на пересечение за единицу времени при заданной интенсивности движения на кольце и наличии постоянной очереди автомобилей на въезде.

3.10. Для оценки пропускной способности кольцевых пересечений необходимы данные об интенсивности и составе движения, о распределении потоков по направлениям в часы пик.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ВЪЕЗДА НА КОЛЬЦЕВОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ

3.11. Пропускная способность въезда на кольцевое пересечение зависит, главным образом, от числа полос движения на въезде, формы въезда, интенсивности движения на кольце, состава движения.

Пропускная способность въезда на кольцевое пересечение с учетом реальных дорожных условий (авт/ч):

$$P_{в} = \frac{c}{k_{с}} (A - БN_{к}); \tag{3.6}$$

$$k_{с} = \sum_{i=1}^{n} m_i \lambda_i, \tag{3.7}$$

где $k_{с}$ — коэффициент, учитывающий состав движения; λ_i — коэффициент приведения i-го типа транспортного средства к легковому автомобилю для кольцевых пересечений; m_i — число (в долях единицы) транспортных средств разных типов; n — число типов транспортных средств; $N_{к}$ — интенсивность движения на кольце, легковых авт/ч; A и $Б$ — коэффициенты, характеризующие планировку въезда, зависят от числа полос движения на подходе n_1 и на въезде n_2 (табл. 3.5); C — коэффициент, учитывающий влияние диаметра центрального островка $D_{ц.о}$ на пропускную способность въезда на кольцевое пересечение:

$D_{ц.о}$, м	15—20	40—50	80	125	160	200
C	0,94	1	0,9	0,84	0,79	0,75

Таблица 3.5

n_1	n_2	$N_{к}$, легковых авт/ч	А	Б	n_1	n_2	$N_{к}$, легковых авт ч	А	Б
1	1	⩽2240	1500	0,67	1	3	⩽1600	1800	0,31
2	2	⩽2530	2630	1,04			⩾1600	3200	1,18
1	2	⩽1400	1800	0,45	2	3	⩽1100	2900	0,91
		>1400	2630	1,04			>1100	3200	0,18

Число полос движения на въезде

$$n_2 = B/b_1, \tag{3.8}$$

где B — ширина въезда, м; b_1 — ширина полосы движения на въезде, м ($b_1 = 3{,}75 \div 4$ м).

Коэффициент приведения λ_i к легковому автомобилю для кольцевых пересечений с учетом типа автомобиля:

Легковые	1,0
Грузовые малой грузоподъемности	1,4
» средней	1,7
» большой	2,3
Автобусы	2,9
Автомобильные поезда	3,5

3.12. По формуле 3.6 определяют максимальную пропускную способность въезда, которая может быть достигнута при наличии постоянной очереди автомобилей, ожидающих въезда в зону слияния. Такой режим работы кольцевого пересечения приводит к большим народнохозяйственным потерям из-за простоев автомобилей и грузов и поэтому экономически нецелесообразен. Следовательно, **необходимо определить** экономически эффективную загрузку движением кольцевых пересечений.

3.13. Коэффициентом загрузки въезда называют отношение фактической интенсивности движения автомобилей на въезде к пропускной способности данного въезда в конкретных дорожных условиях

$$z = N_в / P_в, \tag{3.9}$$

где $N_в$ — фактическая или перспективная интенсивность движения на въезде, авт/ч; $P_в$ — максимальная пропускная способность въезда в реальных дорожных условиях (по формуле 3.6), авт/ч.

Исходя из условий эффективной работы автомобильной дороги в целом оптимальный коэффициент загрузки движением на въездах кольцевых пересечений $z_{опт} = 0{,}65$.

Коэффициент загрузки движением, соответствующий режиму практической пропускной способности въезда, $z_{пр} = 0{,}85$.

3.14. Практическая пропускная способность въезда на кольцевое пересечение

$$P_в^{(пр)} = P_в z_{пр}. \tag{3.10}$$

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ВСЕГО КОЛЬЦЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

3.15. При проектировании дороги необходимо оценивать пропускную способность не только отдельного въезда, но и кольцевого пересечения в целом. Пропускную способность каждого въезда на кольцевое пересечение определяют при фиксированной интенсивности движения на кольце.

Увеличение интенсивности движения на одном из въездов до его пропускной способности ($N_в = P_в$) приведет к росту интенсивности на кольце перед другими въездами, и пропускная способность других въездов уменьшится. Поэтому пропускная способность всего кольцевого пересечения будет меньше пропускных способностей въездов.

Пропускную способность всего кольцевого пересечения определяют при следующих допущениях: прирост интенсивности на всех въездах одинаков; состав движения и распределение потока по направлениям на всех въездах остаются постоянными.

Если хотя бы на одном въезде $z \geqslant 0{,}65$, кольцевое пересечение достигло (или превысило при $z > 0{,}65$) экономически эффективную загрузку движением и на данном въезде следует провести мероприятия по повышению пропускной способности.

Если на всех въездах $z<0{,}65$, то можно оценить запас пропускной способности каждого въезда.

3.16. Запас пропускной способности въезда определяют из условия возрастания интенсивности движения на данном въезде ($N_в$) до ее пропускной способности ($P_в$) при равномерном увеличении интенсивности движения на всем кольцевом пересечении:

$$N_в x = \frac{1}{k_с} cz\,(A - БN_к\,x); \tag{3.11}$$

$$x = z\,c\,A/(k_с N_в + z\,c\,БN_к), \tag{3.12}$$

где x — коэффициент запаса пропускной способности въезда, который показывает, во сколько раз может увеличиться интенсивность движения на въезде до достижения пропускной способности. Остальные обозначения прежние.

Коэффициент x рассчитывают для каждого въезда при $z_{опт}=0{,}65$. Из всех x выбирают наименьший x_{min} (соответствует наиболее загруженному въезду).

Полная пропускная способность кольцевого пересечения, соответствующая экономически эффективной загрузке движением ($z_{опт}=0{,}65$),

$$P_{кп} = x_{min} \sum_{i=1}^{n} N_{вi}, \tag{3.13}$$

где $N_в$ — фактическая интенсивность движения на въезде, авт/ч; i — номер въезда; n — число въездов.

3.17. Аналогично можно определить пропускную способность кольцевого пересечения, соответствующую режиму практической пропускной способности въезда (при $z_{пр}=0{,}85$).

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ

3.18. Расчет пропускной способности кольцевых пересечений выполняют в такой последовательности:

1) на основе данных об интенсивности, о составе движения, распределении потоков по направлениям в часы пик составляют сводную таблицу интенсивностей на кольцевом пересечении (см. приложение 7);

2) составляют картограмму интенсивности на кольцевом пересечении (рис. 3.9);

3) для каждого въезда определяют коэффициенты $k_с$, c, A и $Б$ и вычисляют пропускную способность въезда на кольцевое пересечение по формуле (3.6);

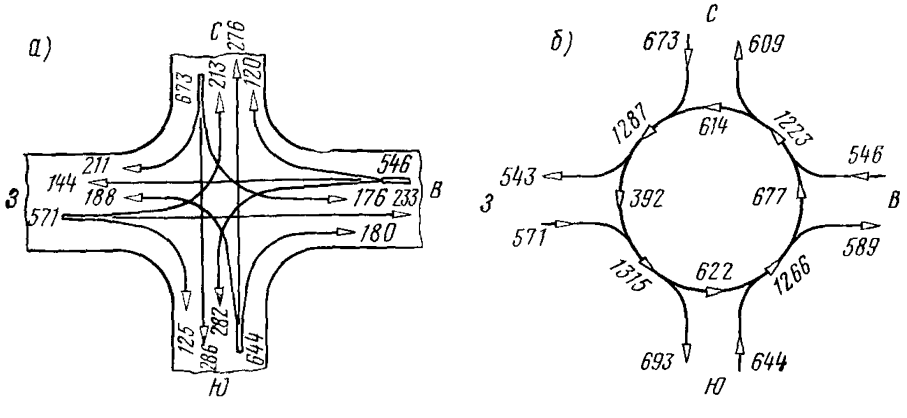


Рис. 3.9. Картограмма интенсивности движения:
а — распределение по направлениям; *б* — распределение по кольцу

4) определяют коэффициент загрузки движением каждого въезда по формуле (3 9);

5) коэффициенты загрузки движением сравнивают с коэффициентом $z_{опт}=0{,}65$ Если хотя бы на одном въезде $z \geqslant 0{,}65$, необходимы мероприятия по повышению пропускной способности въезда (см табл 6 4), если на всех въездах $z<0{,}65$, рассчитывают пропускную способность всего кольцевого пересечения

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В ОДНОМ УРОВНЕ НА МНОГОПОЛОСНЫХ ДОРОГАХ

3 19 На многополосных автомобильных дорогах в качестве первого этапа возможно устройство пересечений в одном уровне с отнесенным левым поворотом, которые при правильной планировке имеют ряд преимуществ по сравнению с крестообразными и кольцевыми пересечениями в одном уровне При таких пересечениях снижение скорости по главной дороге наименьшее по сравнению с другими видами пересечений в одном уровне

3 20 Пропускная способность одного направления движения на пересечении в одном уровне с отнесенным левым поворотом не зависит от другого направления, так как все направления разделены и отсутствует их взаимное влияние

3.21. Пропускная способность данного направления (участка слияния, участков переплетения или разворота)

$$P = N\left(\frac{e^{-N/T\,(\Delta\, t_{гр}-1)}}{1-e^{-N/T\,\delta\, t}}\right), \qquad (3.14)$$

где N — интенсивность движения одной полосы основной дороги, в которую вливается поток автомобилей второстепенной дороги, легковых авт/ч; $T=3600$ с; $\Delta t_{гр}$ — граничный интервал времени, зависящий от интенсивности движения, вида маневра и планировки пересечения, с; δt — минимальный интервал между автомобилями, выполняющими маневр, с. Если сливаются потоки автомобилей с примыкающей дороги, N принимают для крайней правой полосы главной дороги; если переплетаются, N принимают для левой полосы; при развороте с пересечением потоков автомобилей по главной дороге принимают суммарную интенсивность по обеим полосам.

Для участка разворота:

а) с пересечением потоков (т. е. с остановкой)			
N_{2-1}, легковых авт/ч	600	800	1000
$\Delta t_{гр}^{(п)}$, с	9,7	9,0	8,2
б) с непрерывным движением			
$N_{лев}$, легковых авт/ч	200	500	800
$\Delta t_{гр}^{(сп)}$, с	4,0	3,8	3,5

Примечания 1 $\Delta t_{гр}^{(сп)}$ — при слиянии потока второстепенной дороги с потоком автомобилей на главной дороге

2. $\Delta t_{гр}^{(п)}$ — при пересечении потока второстепенной дороги с потоком автомобилей на главной дороге.

N_1, легковых авт/ч, по правой полосе . . .	400	600	800	1000
при переплетении потоков автомобилей, $\Delta t_{гр}$, с	4,1	3,6	3,3	3,0

Длина участка от места примыкания дороги до участка разворота, м	200	300	400	500	600
$\Delta t_{гр}$, с	6,0	4,1	3,9	3,5	3,2

3.22. Минимальные интервалы между автомобилями, выполняющими маневр, принимают: $\delta t=2{,}2$ с — при развороте с остановкой; $\delta t=2{,}5$ с — при развороте с непрерывным движением; $\delta t=2{,}6$ с — при слиянии с примыкающей дороги на главную; $\delta t=3{,}3$ с — при переплетении потоков автомобилей.

3.23. Для оценки пропускной способности каждого направления движения автомобилей на пересечении в одном уровне с отнесенным левым поворотом следует пользоваться графиком (рис. 3.10).

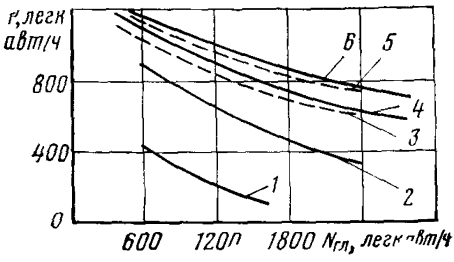


Рис. 3.10. Зависимость пропускной способности каждого направления движения от интенсивности на главной дороге:

1 — участок разворота с остановкой; *2* — участок переплетения при $L=200$ м; *3* — то же, при $L=300$ м; *4* — участок слияния; *5* — участок переплетения при $L=500$ м, *6* — участок разворота с непрерывным движением; L — расстояние от места примыкания дороги до участка разворота

3.24. При проектировании пересечений в одном уровне на многополосных дорогах с отнесенным левым поворотом рекомендуется ориентироваться на следующие коэффициенты загрузки:

$z_{гл}$	$z_{вт}$
0,2	0,3—0,4
0,2—0,45	0,25—0,1
0,45—0,7	0,05

3.25. Наличие пересечений в одном уровне с отнесенным левым поворотом на четырехполосных дорогах влияет на пропускную способность автомобильной магистрали. Для оценки пропускной способности автомобильной магистрали на участках, где расположены пересечения в одном уровне с отнесенным левым поворотом, по методике, изложенной в пп. 2.16—2.20, рекомендуется пользоваться коэффициентами снижения пропускной способности, приведенными в табл. 3.6. В приложении 8 даны примеры расчета пропускной способности пересечений с отнесенным левым поворотом.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В ОДНОМ УРОВНЕ

3.26. Определение фактической пропускной способности железнодорожных переездов и факторов, оказывающих влияние на ее уменьшение, является решающим условием для назначения сроков и степени реконструкции переездов, мероприятий, повышающих их пропускную способность.

Пропускная способность железнодорожных переездов зависит от скорости автомобилей, интенсивности движения по железной дороге, состояния покрытия, размеров геометрических элементов на подходах к переездам, средств регулирования движением, числа пересекаемых путей, состава движения по автомобильной и железной дорогам и т. д.

Таблица 3.6

Тип пересечения или примыкания	Число разворачивающихся автомобилей, %			
	20	40	60	80
Необорудованное пересечение	0,86	0,8	0,62	0,48
Частично оборудованное пересечение с переходно скоростными полосами на участке примыкания	0,92	0,9	0,85	0,78
Полностью канализированное пересечение с прерывным движением на участке разворота (т. е. с остановкой)	0,98	0,95	0,90	0,85
Полностью канализированное пересечение с непрерывным движением	1,0	0,98	0,96	0,93

3.27. Расчет пропускной способности железнодорожных переездов основан на определении скорости движения автомобилей; распределения интервалов между следующими друг за другом автомобилями; распределения интервалов между автомобилями при разъезде очереди; плотности движения автомобилей.

3.28. Пропускную способность железнодорожных переездов необходимо оценивать для двух случаев:

железнодорожный переезд большую часть времени открыт для движения автомобилей;

железнодорожный переезд продолжительное время закрыт для движения автомобилей.

3.29. Пропускная способность железнодорожного переезда, который большую часть открыт для проезда автомобилей:

$$N_q = \begin{cases} v_0 q \\ v_0 q \end{cases} \left(1 - \frac{q - q_0}{q_{\max} - q_0}\right), \tag{3.15}$$

где v_0 — скорость свободного движения на железнодорожном переезде (табл. 3.7); q_0 — плотность движения при скорости v_0 (табл. 3.7); q — текущая величина плотности движения, авт/км.

$$P = v_0 q \quad \text{при} \quad q \leqslant q_0, \tag{3.16}$$

$$\text{и} \quad P = 0{,}5 v_0 q_{\max} \left[1 - \frac{q_{\max} - 2q_0}{2(q_{\max} - q_0)}\right] \tag{3.17}$$

при $q > q_0$.

3.30. Пропускная способность регулируемых железнодорожных переездов зависит от продолжительности закрытия и открытия переезда, интервала между автомобилями при разъезде из очереди.

Максимальная пропускная способность полосы движения в течение одного открытия переезда

$$\sum_{i}^{k} \delta t_i = t_{зел}, \tag{3.18}$$

где δt_i — интервал между автомобилями при разъезде очереди, с; k — число автомобилей в очереди; $t_{зел}$ — продолжительность открытия переезда, с.

3.31. Ориентировочные значения пропускной способности полосы движения для железнодорожных переездов с различным числом путей приводятся в табл. 3.8.

3.32. На пропускную способность железнодорожных переездов влияют дорожные условия на подходах к переездам: кривые в плане подъемы и спуски, ровность покрытия.

Таблица 3.7

Число пересекаемых железнодорожных путей	v_0, км/ч	q_0, авт/км	$q_{\max}$, авт/км
1	50	15	80—85
2	40	25	80—85
3	35	40	80—87
⩾4	20	50	85—90

Таблица 3.8

Число пересекаемых железнодорожных путей	Максимальная пропускная способность полосы движения, авт/ч, при 100% автомобилей	
	легковых	грузовых
1	1500	900
2	1200	700
3	900	660
4	800	540

Таблица 3.9

Число железнодорожных путей	$\beta_1^п$	Число железнодорожных путей	$\beta_1^п$
1	0,93	3	0,66
2	0,82	4	0,54

Таблица 3.10

Характеристика ровности проезжей части	Число железнодорожных путей	$\beta_2^п$
Хорошая	1	0,98
	2	0,98
Удовлетворительная	1	0,80
	2	0,87
Неудовлетворительная	1	0,66
	2	0,69

Таблица 3.11

Интенсивность движения по железной дороге, поездов/ч	Число железнодорожных путей											
	1			2			3			4		
	Число легковых автомобилей в потоке, %											
	100	70	50	100	70	50	100	70	50	100	70	50
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	0,81	0,80	0,80	0,76	0,76	0,75	0,78	0,76	0,71	0,77	0,77	0,77
10	—	—	—	0,59	0,59	0,58	0,75	0,56	0,55	0,56	0,56	0,56
15	—	—	—	0,42	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42
20	—	—	—	—	—	—	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,20	0,19	0,19
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,15	0,15	0,15
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,11	0,11	0,11

Таблица 3.12

Радиус кривой в плане, м	$\beta_4^п$ при расстоянии от переезда до центра кривой, м		Радиус кривой в плане, м	$\beta_4^п$ при расстоянии от переезда до центра кривой, м	
	50	100		50	100
200	0,98	0,99	50—75	0,85	0,89
100—150	0,92	0,93	30—35	0,75	0,78

Таблица 3.13

Угол пересечения, град	$\beta_5^п$ при числе железнодорожных путей			
	1	2	3	4
30	0,89	0,78	0,74	0,71
30—45	0,95	0,88	0,83	0,82
45—60	0,96	0,94	0,89	0,84
60—75	0,97	0,97	0,96	0,95
75—90	0,99	0,98	0,98	0,98
90	1,00	1,00	1,00	1,00

Пропускная способность железнодорожных переездов в разных дорожных условиях (авт/ч):

$$P_{ж.п} = P_д \left(\beta_1^{(п)} \beta_2^{(п)} \dots \beta_n^{(п)}\right), \qquad (3.$$

где $P_д$ — пропускная способность полосы движения, авт/ч; $\beta_1^{(п)}, \beta_2^{(п)} \dots \beta_n^{(п)}$ — коэффициенты снижения пропускной способности, учитывающие состав движения, характеристики железнодорожных переездов и дорожные условия в зоне переезда.

3.33. Коэффициенты снижения пропускной способности приведены в табл. 3.9—3.13.

Раздел 4
ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В РАЗНЫХ УРОВНЯХ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Пропускная способность пересечений в разных уровнях определяется пропускной способностью съездов. Основными факторами, влияющими на пропускную способность съездов транспортных развязок, являются: возможность влияния автомобилей в основной поток при выходе со съезда и размеры геометрических элементов съезда.

Пропускную способность съездов, имеющих различные планировочные решения участков слияния, оценивают по табл. 4.1, составленной для случая, когда количество тяжелых автомобилей в транспортном потоке не превышает 10—15%.

4.2. На многополосных дорогах основным считается поток автомобилей на правой внешней полосе. Интенсивность движения в местах слияния следует определять, учитывая следующие факторы: распределение интенсивности движения по съездам в соответствии с картограммой; распределение интенсивности движения по полосам проезжей части многополосной дороги. Для четырехполосных автомобильных магистралей это распределение следующее:

Общая интенсивность движения в одном направлении, авт/ч . .	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
Интенсивность по внешней правой полосе, авт/ч	180	310	410	510	600	700	800	900	1000	1010	1190

Таблица 4.1

Уровень удобства на главной дороге	Интенсивность движения на правой полосе главной дороги, авт/ч	Пропускная способность съезда, авт/ч	
		при наличии переходно-скоростной полосы	без переходно-скоростной полосы
А	100 300	900 350	850 650
Б	500 700	800 750	500 450
В	900	700	350
Г	1000	600	250

Таблица 4.2

Уровень удобства движения на съезде	z	Скорость на правой полосе четырехполосной магистрали в зоне съезда, % от скорости на пересечении	
		съезды с переходно-скоростными полосами	съезды без переходно-скоростных съездов
А	<0,2	90—100	80—90
Б	0,2—0,45	85—90	60—70
В	0,45—0,7	70—80	40—50*
Г-а	0,7—1,0	45—55	30—40**
Г-б	0; 1,0	35—40	15—25***

* Наблюдаются остановки отдельных автомобилей на внешней полосе, обгоны затруднены.

** Наблюдаются кратковременные заторы на внешней полосе и остановки отдельных автомобилей на внутренней полосе.

*** Наблюдаются заторы на обеих полосах движения.

Промежуточные значения определяют интерполяцией.

4.3. Назначая уровень удобства движения на пересечениях, следует учитывать, что с ростом интенсивности на съезде и приближении ее к пропускной способности съезда условия движения на главной дороге и пересечении ухудшаются (табл. 4.2).

4.4. Увеличения пропускной способности участков примыкания съездов можно достигнуть, применяя переходно-скоростные полосы или выделяя отдельные полосы на главной дороге.

Устройство дополнительных полос на съездах существенного эффекта не дает, так как в зоне слияния они работают как однополосные. Однако на съездах длиннее 300 м, расположенных на подъеме с уклоном более 30‰, дополнительная полоса целесообразна для повышения пропускной способности и удобства движения быстроходных автомобилей.

ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

4.5. Пропускная способность съездов пересечений в разных уровнях, выходные участки которых имеют зоны слияния потоков автомобилей, определяется в такой последовательности:

устанавливают по формуле (3.1) максимальную интенсивность движения на съезде $N^{(c)}_{max}$ из условий возможности вливания в основной поток интенсивностью N_0 *;

устанавливают пропускную способность съезда P_c по формуле (2.1), используя соответствующие планировке съезда размеры частных коэффициентов, учитывая влияние геометрических элементов съезда и состава потока автомобилей на съезде. При этом в формуле (2.1) за P_{max} принимают значение, рекомендуемое в п. 2.3; для одной полосы четырехполосной автомагистрали сравнивают N_{max} и P_c. Если P_c оказалось больше $N^{(c)}_{max}$, за пропускную способность съезда принимают $N^{(c)}_{max}$. Когда P_c меньше $N^{(c)}_{max}$, за пропускную способность съезда принимают P_c, так как в этих случаях пропускная способность съезда ограничивается не участком слияния потоков, а участками с кривыми, подъемами и т. д.

4.6. Пропускная способность съездов, выходные участки которых не являются зонами слияния потоков, а представляют собой участки перехода к допол-

* В формуле (3.1) обозначение $P_п$ соответствует $N^{(c)}_{max}$, а $N_{гл}$ соответствует N_0.

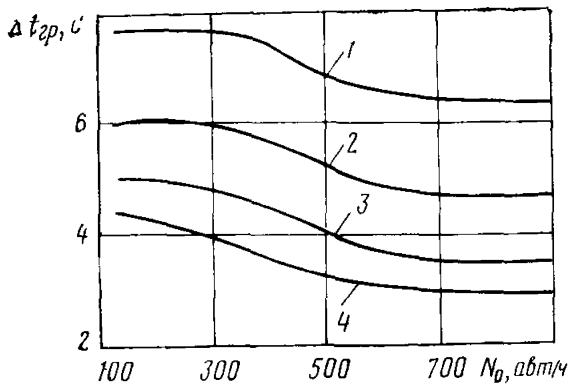


Рис. 4.1. Зависимость граничного интервала времени от интенсивности движения по основной полосе:

1 — вливание после остановки, 85% обеспеченности; *2* — то же, 50%; *3* — скорость вливающихся автомобилей 25—35 км/ч, 85% обеспеченности; *4* — вливание с полосы ускорения, 85% обеспеченности

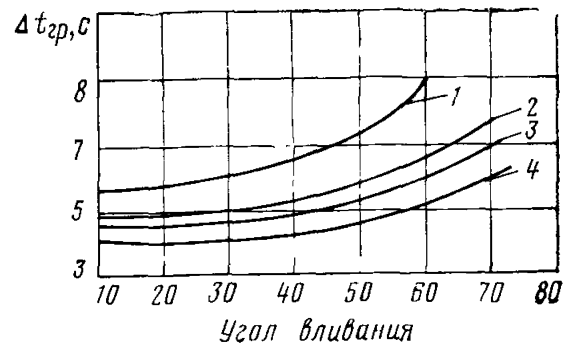


Рис. 4.2. Влияние угла вливания на граничный промежуток времени:

1 — вливание в основной поток после предварительной остановки, N_0=150 авт/ч; *2* — то же, без остановки, N_0=150 авт/ч; *3* — то же, N_0=300 авт/ч; *4* — то же, N_0 = =450 авт/ч

нительной полосе проезжей части главной дороги, определяется как пропускная способность одной полосы движения (P_{max}=2000 легковых авт/ч) с учетом значений четных коэффициентов снижения пропускной способности согласно пп. 2.4 и 2.5.

4.7. Граничный промежуток времени $\Delta t_{гр}$ при вливании определяют по графикам (рис. 4.1 и 4.2).

Для левоповоротных съездов пересечений типа полный клеверный лист, не имеющих переходно-скоростных полос, коэффициент А определяют в зависимости от интенсивности движения $N_{см}^{(л)}$ на смежном левоповоротном съезде, по которому едут автомобили, уходящие с главной дороги (табл. 4.3).

Для левоповоротных съездов пересечений типа полный клеверный лист, имеющих переходно-скоростные полосы, коэффициент *А* принимают равным:

Тяжелые автомобили в основном потоке, %	10—15	20—25	30—35
А	0,60	0,55	0,48

В табл. 4.4 приведены данные о размере коэффициента А для следующих случаев: левоповоротные съезды пересечений всех типов, за исключением пересечений типа полный клеверный лист; правоповоротные съезды пересечений всех типов.

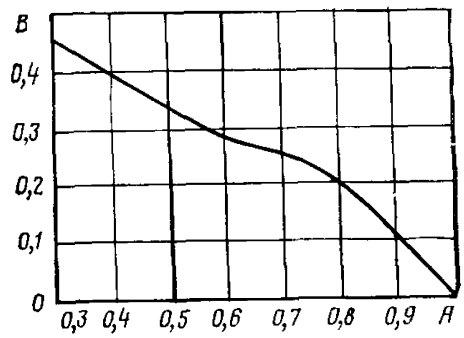
Другие коэффициенты и параметры, входящие в формулу (3.1), определяют: коэффициент *В* — по графику рис. 4.3; коэффициент C=1—(А+В); β_1 — по гра-

Таблица 4.3

Интенсивность движения, авт/ч	Коэффициент *А* при наличии на основной полосе тяжелых автомобилей, %			
	10—15	15—20	20—25	25—30
100	0,70	0,67	0,62	0,60
150	0,63	0,59	0,55	0,52
200	0,59	0,55	0,48	0,45
250	0,57	0,51	0,45	0,40
⩾300	0,53	0,48	0,42	0,38

Примечание. Промежуточные значения определяют интерполяцией (то же, для данных табл. 4.4).

Рис. 4.3. Зависимость между коэффициентами A и B для дорог с четырьмя полосами движения



фику рис. 4.4; $\beta_2=1{,}8$; $\beta_3=3{,}0$; δt принимают равной 3,2 с, когда легковых автомобилей в потоке на съезде более 50%, и 3,6 с, если их менее 50%.

4.8. Для оценки пропускной способности петель левоповоротных съездов пересечений типа полный клеверный лист из условий возможности вливания используют график (рис. 4.5).

Таблица 4.4

Расстояние от предыдущего съезда, м	Коэффициент A* при		Расстояние от предыдущего съезда, м	Коэффициент A* при	
	отсутствии переходно-скоростных полос	наличии переходно-скоростных полос		отсутствии переходно-скоростных полос	наличии переходно-скоростных полос
200	0,57—0,63	0,77—0,88	800	0,83—0,91	0,90—0,96
400	0,63—0,70	0,82—0,92	1000	0,87—0,92	0,90—0,96
600	0,72—0,82	0,87—0,96	1200	0,88—0,93	0,90—0,96

* Меньшее значение коэффициента соответствует присутствию в потоке на основной полосе 20—25% тяжелых автомобилей, большая — 10—15%.

4.9. Если радиусы кривых в плане на съездах пересечений в разных уровнях меньше 30 м, пропускную способность определяют с учетом кривизны с помощью номограмм (рис. 4.6—4.9).

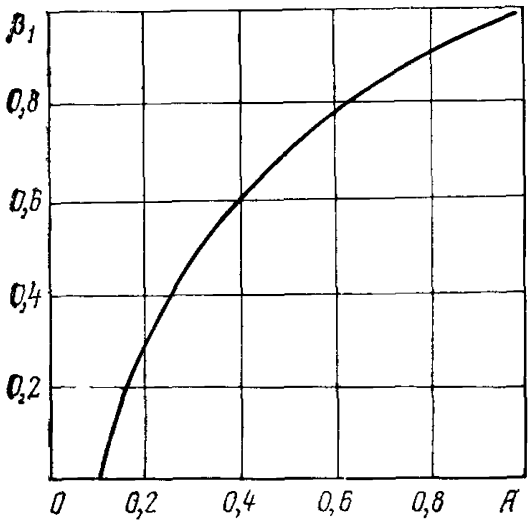


Рис. 4.4. Зависимость коэффициента β_1 от коэффициента A

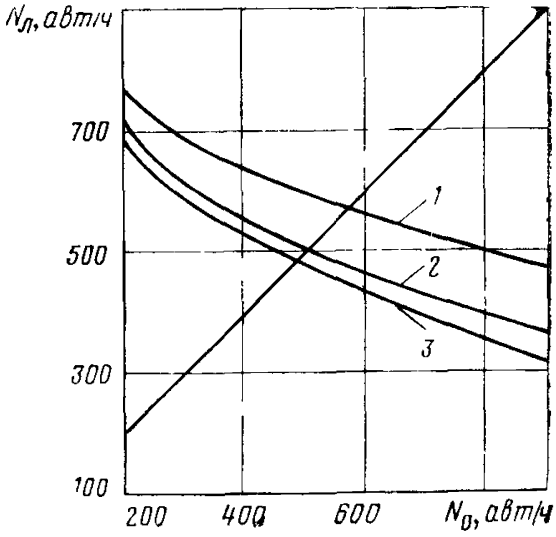


Рис. 4.5. Пропускная способность петель левоповоротных съездов пересечения клеверный лист:
1 — теоретическая пропускная способность, $A=1$; *2* — практическая пропускная способность, $A=0{,}4$; *3* — практическая пропускная способность, $A=1$

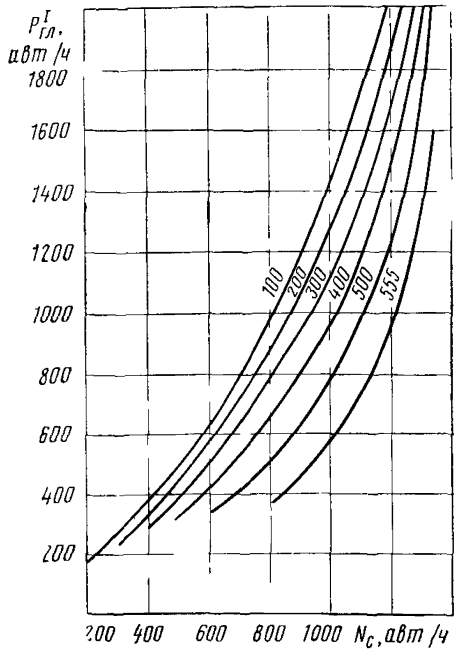


Рис. 4.6. Номограмма для определения пропускной способности съездов без переходно-скоростных полос при $p_R = 0{,}06 \div 0{,}08$

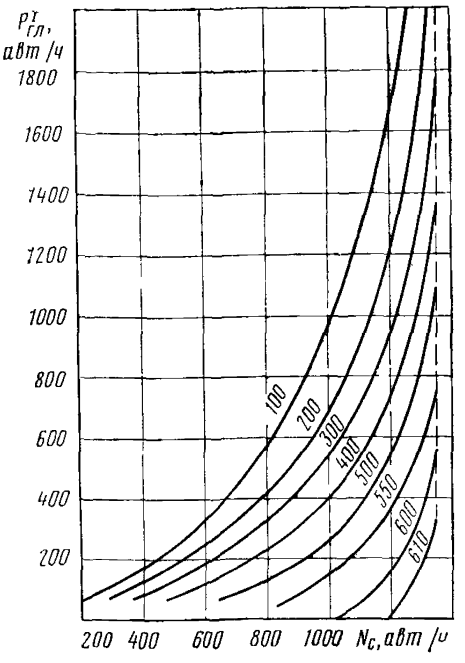


Рис. 4.7. Номограмма для определения пропускной способности съездов с переходно-скоростной полосой перед съездом при $p_R = 0{,}06 \div 0{,}08$

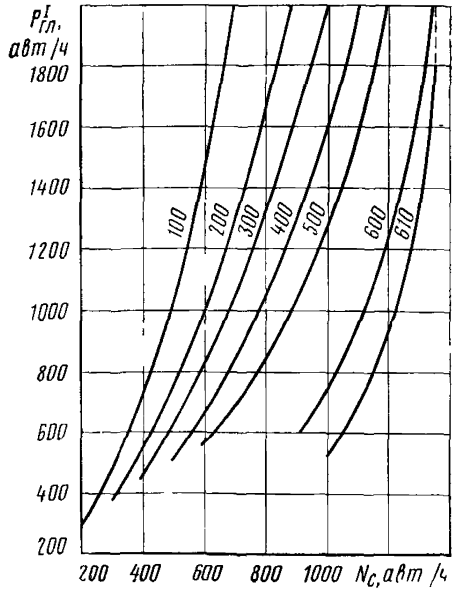


Рис. 4.8. Номограмма для определения пропускной способности за съездом при $p_R = 0{,}06 \div 0{,}08$

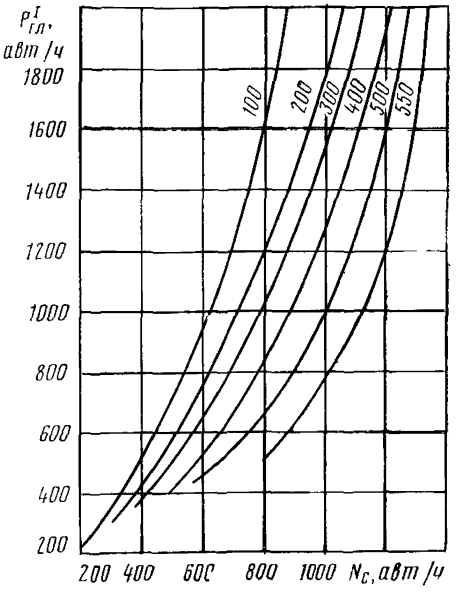


Рис. 4.9. Номограмма для определения пропускной способности съездов с переходно-скоростными полосами с обеих сторон съезда при $p_R = 0{,}06 \div 0{,}08$

Кривизна p_R:
для съездов с постоянными радиусами в плане

$$p_R = \frac{R}{\alpha\, 100}, \tag{4.1}$$

$$\text{или} \quad p_R = \frac{R^2}{L\, 100}; \tag{4.2}$$

для съездов любой конфигурации

$$p_R = \frac{L}{\alpha^2\, 100}, \tag{4.3}$$

где R — радиус съезда, м; α — угол поворота, радианы; L — длина съезда, м.

4.10. Пропускную способность пересечения в целом определяют как сумму пропускных способностей отдельных съездов.

УРОВНИ УДОБСТВА ДВИЖЕНИЯ НА СЪЕЗДАХ ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК

4.11. На участке примыкания въезда к автомобильной магистрали коэффициент загрузки движением устанавливают отдельно для каждой полосы автомобильной магистрали. На ее внешней полосе коэффициент загрузки движением определяют из соотношения

$$z_в = \frac{N^I_{гл} + N_с}{P^I_{гл} + N_с}, \tag{4.4}$$

где $N_{гл}$ — интенсивность движения на правой (внешней) полосе магистрали, авт/ч; $N_с$ — интенсивность движения на съезде, авт/ч; $P^I_{гл}$ — пропускная способность первой (внешней) полосы магистрали, авт/ч.

4.12. Коэффициент загрузки съезда движением определяют как отношение интенсивности движения на внешней полосе магистрали, в которую вливаются автомобили съезда, к пропускной способности этой полосы

$$z_с = \frac{N^I_{гл}}{P^I_{гл}}. \tag{4.5}$$

4.13. При определении значений $P^I_{гл}$, $z_в$ и $z_с$ по известной интенсивности движения на крайней правой полосе второстепенной дороги $N^I_{вт}$ и интенсивности на съезде следует использовать номограммы, представленные на рис. 4.6—4.9.

4.14. В табл. 4.5 приведены характеристики условий движения на съездах пересечений в разных уровнях при разных уровнях удобства движения на съезде. В приложении 10 даны примеры расчета пропускной способности пересечений в разных уровнях.

Таблица 4.5

Уровень удобства движения на съезде	z_c	Характеристика движения потока автомобилей на съезде	Состояние потока автомобилей на съезде	Удобство работы водителя на выходе со съезда
А	0,2	Движение автомобилей по съезду свободное. Задержек автомобилей при выходе со съезда нет	Свободное	Удобно
Б	0,2—0,45	Автомобили движутся по съезду группами (2—3 автомобиля). Выход со съезда при наличии переходно-скоростной полосы происходит сходу, без переходно-скоростной полосы — затруднен	Частично связанное	Малоудобно
В	0,45—0,7	На съезде постоянно находится группа автомобилей. Интервалы между автомобилями незначительны. Выход со съезда сходу возможен только при наличии переходно-скоростной полосы	Связанное	Неудобно
Г	0,7—1,0	Большая часть съезда заполнена автомобилями. Поток движется с остановками, возникают заторы. Выход автомобиля со съезда сходу невозможен	Плотное насыщенное	Очень неудобно
	$\leqslant 1,0$	Весь съезд заполнен автомобилями, очередь автомобилей выходит на второстепенную дорогу. Затор. Возможен выход со съезда одиночных автомобилей	То же	То же

Раздел 5

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ СЛОЖНЫХ УЧАСТКОВ ДОРОГ

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ УЧАСТКОВ В ПРЕДЕЛАХ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СЕЛЬСКОГО ТИПА

5.1. Участки дороги в пределах малых населенных пунктов сельского типа характеризуются пониженной пропускной способностью вследствие влияния следующих факторов: неорганизованного движения пешеходов через дорогу, наличия близкой застройки, автомобилей и автобусов, стоящих на обочине или на специальных площадках, включения в состав потока сельскохозяйственных машин и т. д

5.2. Связь между скоростью и плотностью движения для участков дорог в пределах малых населенных пунктов сельского типа описывают уравнением

$$v_q = v_0 \left[1 - \left(\frac{q}{q_{max}} \right)^3 \right]^\gamma . \qquad (5.1)$$

В табл. 5.1 приведены параметры формулы (5.1) для участков с различной протяженностью населенного пункта и при расстоянии от кромки проезжей части по линии застройки 15—20 м.

[1] К малым отнесены населенные пункты сельского типа, насчитывающие до 1 тыс. жителей и имеющие линейную однорядную форму застройки (деревни-улицы).

Таблица 5.1

Длина участка в пределах населенного пункта, км	v_0		τ
0,3—0,7	68,71	2,15	4.80
0,7—1,25	64,37	2,03	4,85
1,25—1,75	60,20	1,89	4,90
1,75—2,25	55,90	1,75	5,00

Таблица 5.2

Интенсивность движения пешеходов в часы пик, чел-ч	κ_1 при числе легковых автомобилей в потоке, %		
	100	70	50
<100	1,00	1,00	0,90
100—200	0,95	0,90	0,80
200—300	0,90	0,80	0,70
300—400	0,80	0,70	0,60

5.3. При определении пропускной способности участков в пределах малых населенных пунктов сельского типа максимальную плотность потока автомобилей можно принимать равной максимальной плотности на двухполосной дороге (см. п. 2.2).

5.4. Для дорог с проезжей частью шириной 7—7,5 м и обочинами не уже 3 м свободная скорость автомобилей v_0 в населенных пунктах, расположенных на прямолинейных горизонтальных участках, может быть получена расчетным путем

$$v_0 = 57{,}28 - 8{,}1L + 2{,}3l - 0{,}38Ll, \qquad (5.2)$$

где L — длина участка в пределах населенного пункта ($0{,}5 \leqslant L \leqslant 2{,}5$ км); l — расстояние от кромки проезжей части до линии застройки м ($5 \leqslant L \leqslant 25$ км).

5.5. На снижение пропускной способности и скоростей автомобилей большое влияние оказывают пешеходы, переходящие проезжую часть. Пешеходный переход является «узким» местом дороги в пределах населенного пункта. Скорость автомобилей на пешеходном переходе

$$v_п = 25.4 - 0{,}06N_п - 0{,}008N + 0{,}3v_0. \qquad (5.3)$$

где $N_п$ — интенсивность движения пешеходов в часы «пик», чел-ч; N — интенсивность движения автомобилей, авт/ч; v_0 — свободная скорость движения в населенном пункте, км/ч.

Зависимость (5.3) применима для наиболее характерного пешеходного потока (18—20% детей, 50—60% взрослых, 20—35% пожилых людей).

5.6. Для пешеходных переходов, где наблюдается изменение процентного соотношения пешеходов по группам, необходимо пользоваться зависимостью

$$v_п = 14{,}95 - 0{,}031N_{дет} - 0{,}041N_{взр} - 0{,}029N_{ст} - 0{,}008N + 0{,}62v_0, \qquad (5.4)$$

где $N_{дет}$ — интенсивность движения детей через дорогу; $N_{взр}$ — то же, взрослых людей; $N_{ст}$ — то же, пожилых людей.

5.7. На снижение скорости автомобилей в населенных пунктах оказывают влияние стоянка автомобилей и ее планировочное решение:

	Снижение скорости, км/ч
Стоянка удалена от кромки проезжей части, подъезды к ней оборудованы переходно-скоростными полосами	практически нет
Стоянка удалена от кромки проезжей части, подъезды к ней не оборудованы переходно-скоростными полосами	10—20
Стоянка отсутствует, автомобили стоят на обочине	20—40

Примеры расчета пропускной способности дорог в пределах населенных пунктов даны в приложении 11.

5.8. Скорость автомобилей на участках в пределах населенных пунктов сельского типа, имеющих кривые в плане

$$v_{кр} = \overline{v_0} - 1{,}29K, \qquad (5.5)$$

где $K = 1000/R$; R — радиус кривой в плане ($50 > R > 100$ м).

5.9. Пропускная способность автомобильной дороги в пределах малого населенного пункта сельского типа, расположенного на прямом горизонтальном участке,

$$P_{нп} = (1968{,}8 - 487{,}5L + 11{,}2\,l + 7{,}5L\,l)\,k_1\,k_2\,k_3, \qquad (5.6)$$

где k_1 — коэффициент, учитывающий влияние пешеходного перехода; k_2 — коэффициент, учитывающий влияние стоянки у пункта обслуживания; k_3 — коэффициент, учитывающий влияние кривой в плане.

Пропускная способность участка в пределах малого населенного пункта сельского типа может быть определена в первом приближении по графику (рис. 5.1).

5.10. *При определении пропускной способности участка дороги в зоне пешеходного перехода* в формуле (5.6) используют коэффициент снижения пропускной способности (табл. 5.2).

Пропускная способность изменяется на расстоянии 50 м в каждую сторону от пешеходного перехода.

5.11. Инженерное оборудование пешеходных переходов повышает пропускную способность участков дороги. Так, для зоны пешеходного перехода в разных уровнях значение коэффициента снижения пропускной способности равно 1.

5.12. При определении пропускной способности участка дороги в зоне стоянки автомобилей в формуле (5.6) используют коэффициент k_2.

Пропускная способность изменяется на расстоянии 50 м в каждую сторону от границы стоянки автомобилей у пункта обслуживания.

	k_2
Стоянка удалена от кромки проезжей части, имеются переходно-скоростные полосы	1,0
Стоянка оборудована за счет уширения обочины	0,8
Оборудованной стоянки нет	0,6

Примечание. Если оборудованная стоянка расположена с одной стороны проезжей части и не запрещен левый поворот, необходимо коэффициент уменьшить в 1,5 раза.

5.13. При определении пропускной способности участка дороги, расположенного на горизонтальной кривой, следует пользоваться коэффициентом снижения, представленным в табл. 5.3.

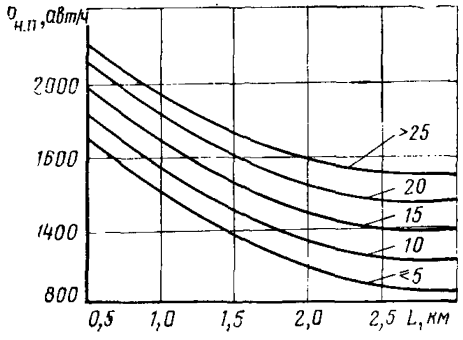


Рис. 5.1. Зависимость пропускной способности дороги от длины населенного пункта и расстояния края проезжей части до линии застройки:

5 . . .>25 — расстояние до застройки, м

Таблица 5.3

Длина населенного пункта, км	$k_з$ при радиусе горизонтальной кривой, м				
	100	100—250	250—450	450—600	600
0,3—0,7	0,81	0,89	0,95	0,96	0,97
0,7—1,25	0,84	0,92	0,97	0,98	0,98
1,25—1,75	0,96	0,94	0,97	1,0	1,0
1,75—2,25	0,88	0,95	0,98	1,0	1,0
2,25—2,75	0,90	0,96	1,0	1,0	1,0

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ НА ДВУХПОЛОСНЫХ ДОРОГАХ

5.14. Пропускная способность мостовых переходов зависит от конструкции и состояния проезжей части мостов и подходов к ним.

На мостовых переходах изменяется режим движения автомобилей, что вызывает снижение средней скорости движения, увеличение плотности потока и в итоге приводит к снижению пропускной способности таких участков дорог.

5.15. Пропускная способность полосы движения на мостовом переходе зависит от дорожных условий: длины моста (для больших мостов), состояния дорожного покрытия; продольного уклона и радиусов кривых в плане на подходах к мосту; продольного профиля моста; расстояния видимости; присутствия придорожных строений на подходах к мосту. В значительной степени на фактическую пропускную способность влияют: состав транспортного потока; наличие средств регулирования дорожного движения; наличие пересечений в одном уровне на подходах к мосту и т. д.

5.16. Пропускную способность мостов и подходов к ним следует определять раздельно. Пропускную способность подходов к мостам необходимо оценивать как для участков автомобильных дорог, согласно рекомендациям раздела 2.

5.17. Пропускная способность полосы движения моста, расположенного на прямой в плане и при продольном уклоне менее 10 ‰,

$$P_м = 420 + 43\,Г - 2{,}285L + 0{,}257\,Г\,L, \qquad (5.7)$$

где $Г$ — габарит моста, м (Г7÷Г13); L — длина моста, м ($100 \leqslant L \leqslant 300$ м).

При определении пропускной способности моста состав движения следует учитывать в соответствии с п. 2.4.

5.18. Пропускная способность мостов, расположенных на кривых в плане и имеющих продольные уклоны более 10 ‰,

$$P_м = P k_м, \qquad (5.8)$$

где P — пропускная способность полосы движения с учетом влияния кривых в плане, продольного уклона и состава движения (определяется по рекомендациям раздела 2); $к_м$ — коэффициент снижения пропускной способности полосы движения моста (табл. 5.4).

Таблица 5.4

L, м	$к_м$ при габарите моста				
	Г-7	Г-8	Г-9	Г-11,5	Г-13
100	0,562	0,625	0,75	0,812	0,937
200	0,475	0,60	0,72	0,812	0,937
300	0,375	0,562	0,68	0,812	0,937

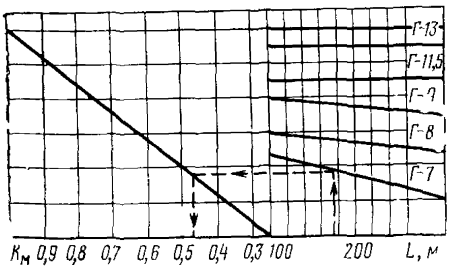


Рис. 5.2. Номограмма для определения коэффициентов снижения пропускной способности полосы движения на больших автодорожных мостах

Коэффициенты снижения пропускной способности для промежуточных значений длины мостов определяют по номограмме (рис. 5.2).

5.19. Практическая пропускная способность полосы движения большого моста

$$P_м = 0,101 v_0 q_{max}, \quad (5.9)$$

где P — пропускная способность полосы движения на мосту и в зоне его влияния, авт/ч; v_0 — скорость движения автомобилей в свободных условиях, км/ч; q_{max} — максимальная плотность движения, авт/км.

Скорость движения автомобилей v_0 и максимальную плотность потока на мосту следует определять в соответствии с разделом 2.

Примеры расчета пропускной способности мостовых переходов даны в приложении 12.

5.20. Скорость легковых автомобилей на большом автодорожном мосту длиной 100—300 м в свободных условиях движения

$$v_0 = 30,6 + 3,125\,Г - 0,203L + 0,01875Г\,L, \quad (5.10)$$

где Г — габарит моста, м (Г7÷Г13); L — длина моста, м (100—300 м).

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ДОРОГ В ЗОНЕ ПРИДОРОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ

5.21. К придорожным сооружениям обслуживания, предназначенным для обеспечения нормальных условий труда и отдыха водителей и пассажиров, относят: стоянки, автозаправочные станции, площадки отдыха и др.

5.22. Интенсивность съезжающих автомобилей определяется долей часовой интенсивности движения по основной дороге, которая для площадок отдыха, видовых площадок, стоянок у придорожных магазинов составляет 0,01—0,05, а для придорожных предприятий питания, автозаправочных станций, комплексов обслуживания 0,05—0,1.

5.23. Пропускная способность участков автомобильных дорог, находящихся в зонах влияния сооружений обслуживания,

$$P_{с.о} = PK_{с.о}, \quad (5.11)$$

где P — пропускная способность полосы автомобильной дороги, определяемая согласно п. 2.4; $K_{с.о}$ — коэффициент снижения пропускной способности в зоне сооружения обслуживания (табл. 5.5).

Примеры расчета пропускной способности дорог в зоне сооружений обслуживания даны в приложении 13.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ДОРОГ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

5.24. Дороги в горной местности подразделяют на: равнинные, предгорные и горные, причем среди горных следует выделять горно-долинные и перевальные участки, что обусловлено своеобразием элементов горного рельефа.

Таблица 5.5

Тип площадки	Наличие переходно-скоростных полос	$\kappa_{с.о}$ при доле съезжающих на стоянку автомобилей от часовой интенсивности движения по основной дороге	
		0,01—0,05	0,05—0,1
С отделением от проезжей части	Есть	0,96	0,94
	Нет	0,84	0,80
Без отделения от проезжей части	Есть	0,80	0,79
	Нет	0,76	0,74

Горно-долинные участки дорог характеризуются стесненностью и извилистостью в плане, небольшими продольными уклонами, в большинстве случаев они проложены по дну ущелий вдоль водотоков.

Перевальные участки дорог обладают значительной разностью отметок от дна долин до вершин и гребней. Они сильно извилисты в плане, зачастую имеют продольные уклоны и серпантины.

5.25. Расчет пропускной способности горных дорог при их проектировании выполняют на основе коэффициентов снижения пропускной способности

$$P_г = \beta^г P^г_{max}, \qquad (5.12)$$

где $\beta^г$ — итоговый коэффициент снижения пропускной способности (см. пп. 5.27 и 5.28); $P^г_{max}$ — максимальная пропускная способность, авт/ч (см. п. 5.26).

Пропускную способность дорог или участков в равнинных и предгорных районах определяют в соответствии с рекомендациями раздела 2.

5.26. При расчетах по формуле (5.12) рекомендуется исходить из следующих величин максимальной пропускной способности:

двухполосные горно-долинные участки дорог — 2000 легковых авт/ч (в обоих направлениях);

перевальные участки дорог 1800 легковых авт/ч (в обоих направлениях).

5.27. Итоговый коэффициент снижения пропускной способности для горно-долинных участков:

$$\beta^{гд} = \beta^{гд}_1, \beta^{гд}_2 \ldots \beta^{гд}_6, \qquad (5.13)$$

где $\beta^{гд}_1$, $\beta^{гд}_2 \ldots \beta^{гд}_6$ — частные коэффициенты снижения пропускной способности, учитывающие влияние различных факторов; $\beta^{гд}_1$ учитывает влияние ширины полосы движения:

Ширина полосы движения, м	3,0	3,50	⩾3,75
$\beta^{гд}_1$	0,82	0,94	1,0

$\beta^{гд}_2$ учитывает ширину обочин:

Ширина обочин, м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$\beta^{гд}_2$	0,72	0,78	0,86	0,90	0,98

$\beta^{гд}_3$ учитывает расстояние видимости:

Расстояние видимости, м	30	40	50	50—80	80—100	⩾100
$\beta^{гд}_3$	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	см. разд. 2

$\beta_4^{гд}$ учитывает совместное влияние углов поворота трассы и радиусов кривых в плане (табл. 5.6);

$\beta_5^{гд}$ учитывает тип дорожного покрытия:

Тип дорожного покрытия	Усовершенств. капитальное	Усовершенств. облегченное	Переходное	Низший
$\beta_5^{гд}$	1,0	0,93	0,82	0,66

$\beta_6^{гд}$ учитывает влияние продольного уклона:

Продольный уклон, ‰	20	30	40	50
$\beta_6^{гд}$ на подъем	1,0	0,90	0,80	0,68
$\beta_6^{гд}$ » спуск	1,0	1,1	1,2	1,25

5.28 Итоговый коэффициент снижения пропускной способности для перевальных участков

$$\beta^{гп} = \beta_1^{гп} \beta_2^{гп} \beta_3^{гп} \beta_4^{гп}, \qquad (5.14)$$

где $\beta_1^{гп}$, $\beta_2^{гп}$, $\beta_3^{гп}$, $\beta_4^{гп}$ — частные коэффициенты снижения пропускной способности для перевальных участков, учитывающие влияние определенных факторов; $\beta_1^{гп}$ учитывает влияние продольного уклона и высоты над уровнем моря (табл. 5.7); $\beta_2^{гп}$ учитывает влияние числа кривых в плане:

Число кривых на 1 км	3—4	4—6	6—9	9—12	12—15
$\beta_2^{гп}$	0,90	0,86	0,84	0,80	0,75

Таблица 5.6

Радиус кривой в плане, м	$\beta_4^{гд}$ при углах поворота трассы, град						
	5—15	15—30	30—45	45—60	60—75	75—90	>90
30	—	—	0,70	0,67	0,65	0,63	0,60
50	—	0,78	0,72	0,69	0,67	0,65	0,62
75	—	0,80	0,74	0,71	0,69	0,67	0,64
100	0,90	0,81	0,76	0,72	0,70	0,69	0,65
150	0,93	0,83	0,78	0,74	0,72	0,71	0,67
200	0,94	0,85	0,79	0,76	0,74	0,73	—
300	0,97	0,87	0,82	0,79	0,77	—	—

Таблица 5.7

Высота над уровнем моря, м	$\beta_1^{гп}$ при продольном уклоне, ‰					
	20	40	60	80	100	120
1000	1,0	0,95	0,84	0,70	0,55	0,45
2000	0,99	0,94	0,82	0,68	0,53	0,42
3000	0,85	0,81	0,77	0,59	0,47	0,38

$\beta_3^{пг}$ учитывает расстояние между серпантинами и длину вставки между смежными кривыми в плане:

Среднее расстояние, м	>500	300—500	300—200	200—100	100—80	70	60	50	40
$\beta_3^{гп}$	1,0	0,95	0,86	0,80	0,74	0,71	0,68	0,66	0,60

$\beta_4^{гп}$ учитывает влияние радиуса кривой в плане:

Радиус, м	100	100—80	80—60	60—40	40—20	20
$\beta_4^{гп}$	0,85	0,74	0,66	0,53	0,45	0,40

5.29. Для оценки пропускной способности дорог в горной местности, находящихся в эксплуатации, следует применять формулу

$$P^{г} = \gamma\, \omega\, \alpha\, v_0\, q_{max}, \qquad (5.15)$$

где γ — коэффициент, учитывающий пространственное расположение кривых в плане; ω — коэффициент, зависящий от загрузки встречной полосы ($\omega=1{,}1$ при $z\leqslant 0{,}4$); при равномерном распределении интенсивности по встречным полосам $\omega=0{,}9$; при высокой загрузке встречной полосы ($\omega=0{,}70$ при $z\geqslant 0{,}4$); α — эмпирический коэффициент, равный 0,15; v_0 — скорость движения в свободных условиях (определяют по формулам (5.16), (5.17) и табл. 5.8); q_{max} — максимальная плотность на рассматриваемом участке ($q_{max}=85$ авт-км).

Если смежные кривые в плане находятся на расстоянии $l>200$ м при загрузке $z\geqslant 0{,}45$, необходимо в формулу (5.15) вводить коэффициент $\gamma=0{,}70$ (при $50\leqslant l\leqslant 100$); $\gamma=0{,}80$ (при $100\leqslant l\leqslant 200$ м). v_0 — скорость движения в свободных условиях, км/ч.

$$v_0 = 0{,}112S + 0{,}54i_{пр} + 0{,}024i_в + 4{,}06B + 2{,}18b + 3{,}51\rho, \qquad (5.16)$$

где S — расстояние видимости, м; $i_{пр}$ — продольный уклон, ‰; $i_в$ — уклон виража, ‰; B — ширина проезжей части, м; b — ширина обочин, м; $\rho = \dfrac{R}{100\alpha}$ — условная плавность, R — радиус кривой в плане, м; α — угол поворота трассы, град.

Если нет данных для использования формулы (5.16) при продольных уклонах менее 30‰, применяют формулы:

для внутренних кривых в плане $\quad v_0 = 68{,}65\, I^{-0{,}134} \qquad (5.17)$

» внешних » » » $\quad v_0 = 69{,}25\, I^{-0{,}192}, \qquad (5.18)$

где $I = \dfrac{\alpha}{\sqrt{R}}$; α — угол поворота трассы, град; R — радиус кривой в плане, м.

Примеры расчета пропускной способности дорог в горной местности даны в приложении 14.

Таблица 58

Высота над уровнем моря, м	Уравнение
1000	$v_0 = 49 - 3{,}08i_{пр} - 0{,}015i_{пр}^2$
2000	$v_0 = 44{,}47 - 3{,}41i_{пр} + 0{,}008i_{пр}^2$
3000	$v_0 = 45{,}02 - 5{,}29i_{пр} + 0{,}18i_{пр}^2$

Раздел 6

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СТАДИЙНОМУ ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДОРОГ

6.1. Стадийные мероприятия, направленные на повышение пропускной способности и улучшение условий движения, рекомендуется назначать с учетом требуемого уровня удобства движения. Для каждого уровня удобства следует выбирать мероприятия, позволяющие перейти к более низкому коэффициенту загрузки дороги движением. Наиболее ответственный этап проектирования — выбор числа полос движения.

6.2. На горизонтальных участках, кроме увеличения числа полос, рекомендуется осуществить мероприятия, обеспечивающие более равномерный режим движения:

Уровень удобства движения	
А	разметка проезжей части, установка знаков, устройство краевой полосы
Б . . .	укрепление обочин, устройство кривой полосы, поверхностной обработки устройство обгонных участков протяжением не меньше 300 м
В . . .	уширение проезжей части на 2 м, устройство обгонных участков поверхностной обработки, запрещение обгонов в отдельные часы, устройство реверсивной полосы
Г	устройство дополнительной полосы движения для обгона, устройство реверсивной полосы

6.3. Участки подъемов существенно влияют на пропускную способность. Стадийные мероприятия позволяют существенно повысить удобство и безопасность движения при каждом уровне удобства:

Уровень удобства движения	
А . . .	устройство осевой разметки, установки знаков и ограждений и направляющих столбиков
Б . . .	уширения в верхней и нижней частях подъема на 2 м с разметкой и укреплением обочин в этих местах
В	на затяжных подъемах устройство дополнительной полосы, начиная с середины подъема, в пределах вертикальной выпуклой кривой и за подъемом. На подъемах протяжением меньше 300 м — устройство дополнительной полосы на всю длину подъема
Г	устройство дополнительной полосы на всю длину затяжного подъема

6.4. Кривые в плане характерны тем, что водители по-разному оценивают условия проезда по ним. Вид мероприятия для повышения пропускной способности кривых в плане радиусом менее 400 м:

Уровень удобства движения	
А	разметка проезжей части, установка знаков, ограждений и направляющих столбиков
Б	уширение проезжей части с разметкой, обеспечение фактической видимости 600—700 м
В	устройство разделительного островка
Г	увеличение радиуса кривой

Примечание. Предусмотрено, что все кривые имеют виражи.

6.5. Основное мероприятие на пересечениях в одном уровне — канализирование движения с помощью разметки или островков. Последовательность улучшения условий движения выбирают на основе уровня удобства движения:

Уровень удобства движения

А . . . осевая разметка
Б . . . . островки на второстепенной дороге
В . . . полностью канализированное пересечение
Г . . . . устройство пересечения в разных уровнях

6.6. Повышать пропускную способность и улучшать условия движения на кольцевых пересечениях следует стадийно с учетом коэффициента загрузки движением въездов кольцевых пересечений.

Основное мероприятие по повышению пропускной способности на кольцевом пересечении — увеличение числа полос на въезде на пересечение.

Последовательность совершенствования планировки въезда (рис. 6.1) выбирают на основе коэффициента загрузки движением по табл. 6.1.

6.7. Основное мероприятие по увеличению пропускной способности отдельных съездов на пересечениях в разных уровнях — устройство пешеходно-скоростных полос и выделение дополнительной полосы на главной дороге, что повышает пропускную способность всего пересечения:

Уровень удобства движения

А . . . . разметка проезжей части и устройство знаков
Б . . . . установка знака «Остановка обязательна» или светофора, регулирующего въезд на автомагистраль
В . . . . устройство переходно-скоростной полосы
Г . . . . увеличение числа полос движения

Таблица 6.1

Интенсивность движения на въезде в часы пик, авт/ч	Основная схема планировки въезда (рис. 6.1)	$z_в$	Мероприятие по повышению пропускной способности въезда на кольцевое пересечение
⩽350	1	0,2	Разметка проезжей части на въезде
		0,2—0,65	То же
		0,65	Устройство въезда по схеме 2 (см. рис. 6.1)
350<$N_в$<500	2	0,2	Разметка проезжей части на въезде
		0,2—0,65	Разметка на въезде, установка знака «Направление движения по полосам» на Г-образной раме над въездом. При $\alpha \geqslant 0,4 \left(\alpha = \frac{N_{прав}}{N_в}\right)$ устройство въезда по схеме *2а* (см. рис. 6.1)
		0,65	Устройство въезда по схеме *3* (см. рис. 6.1)
500<$N_в$<700	3	<0,2	Разметка проезжей части на въезде
		0,2—0,65	Разметка на въезде, установка знака «Направление движения по полосам» на Г-образной раме над въездом.
		>0,65	При $\alpha \geqslant 0,3$ устройство съезда по схеме *3а* (см. рис. 6.1)
$N_в$>700			Устройство пересечения в разных уровнях

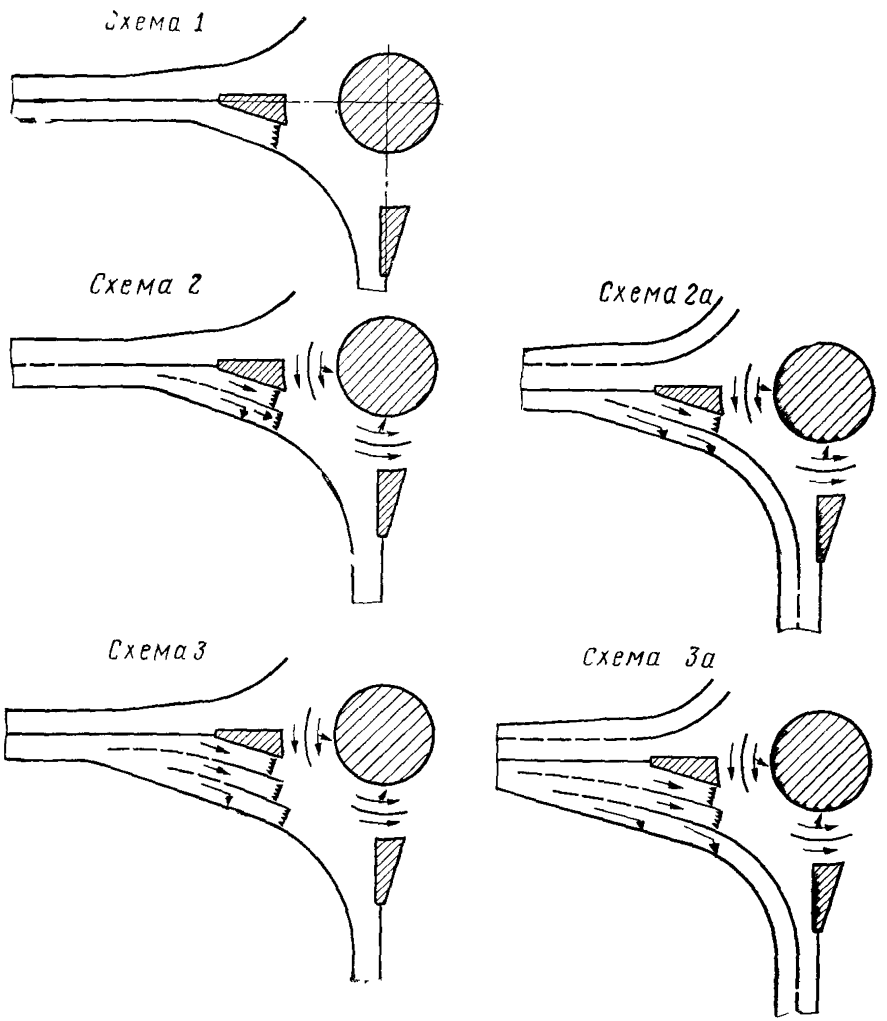


Рис. 6.1. Схемы, показывающие последовательность совершенствования планировки въезда на кольцевое пересечение с целью повышения пропускной способности

Повысить пропускную способность пересечения можно также его реконструкцией по типу полного клеверного листа. Пропускная способность пересечения типа полный клеверный лист ограничивается межпетлевым участком, где взаимодействуют левоповоротные потоки. В этих случаях пропускную способность можно повысить лишь посредством устройства одного или нескольких прямых или полупрямых левоповоротных съездов.

6.8. Участки с ограниченной видимостью в продольном профиле характерны не только низкими скоростями движения, но и высокой аварийностью. Мероприятия по улучшению условий движения на них можно выполнять стадийно:

Уровень удобства движения	
А . . .	осевая разметка с уширением каждой полосы на 1 м
Б . . .	устройство островка в пределах вертикальной кривой и укрепление обочин
В, Г . . .	увеличение радиуса вертикальной выпуклой кривой

6.9. Увеличение загрузки дороги влияет на режим движения автомобилей в зоне автобусных остановок. Степень их оборудованности может оказывать решающее влияние на уровень удобства движения по дороге. Выбор планировки с учетом уровня удобства позволит обеспечить желаемые удобства и безопасность движения, повысить пропускную способность дороги:

Уровень удобства движения

А . . . . простой карман без отгонов ширины с площадкой для пассажиров

Б . . . . устройство отгонов ширины с учетом плавного торможения

В . . . . устройство разделительного островка

Г . . . . установка ограждений для пешеходов, увеличение длины отгона с учетом встраивания в поток и увеличение протяжения участка разгона автобуса

6.10. На извилистых участках горных дорог (см. п. 5.24) необходимо предусматривать стадийные мероприятия по улучшению условий движения с учетом уровней удобства движения:

Уровень удобства движения

А . . . устройство разметки проезжей части, установка знаков, ограждений, направляющих столбиков, аварийных съездов

Б . . . . то же, а также устройство срезок видимости, увеличение радиусов кривых, уширение проезжей части

В, Г . . . перестройка сильно извилистых, опасных участков со спрямлением участков трассы, устройство коротких тоннелей и эстакад

6.11. Применение технических средств и методов организации движения должно решаться с учетом требуемого уровня удобства на дороге (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Уровень удобства движения	Рекомендуемые средства регулирования	Расположение знаков и указателей
А	Разметка проезжей части предупреждающие дорожные знаки и направляющие устройства	Сбоку от дороги
Б	Знаки и разметка ограничивающие маневр и предупреждающие об изменении дорожных условий Направляющие стрелы световые информационные указатели рекомендуемых скоростей, многопозиционные знаки	Сбоку от дороги с дублированием на противоположной стороне дороги
В	Разметка проезжей части дублируемая знаками, направляющие стрелы знаки, островки, светофоры, многопозиционные знаки	Сбоку от дороги с дублированием около крупных пересечении над проезжей частью
Г	Знаки, рекомендующие дистанции движения, автоматизированные системы регулирования меняющие режим работы светового табло с указанием скоростей и полос движения, знаки, дублирующие разметку	Над проезжей частью с установкой перед ними дублирующих указателей и знаков сбоку от дороги, освещение основных указателей

6.12. Для обеспечения достаточно высокой пропускной способности дорог обязательной составной частью проекта должны быть проекты расстановки дорожных знаков и разметки проезжей части

6.13. Своевременное проведение указанных мероприятий, очередность которых как во времени, так и вдоль дороги, должна устанавливаться на основе линейного графика пропускной способности и коэффициента загрузки, позволит повысить пропускную способность, обеспечить на дороге безопасность и удобство движения При проектировании новых дорог и разработке проекта реконструкции существующих дорог необходимо технико-экономическое обоснование мероприятий в соответствии с указаниями приложений 2 и 3 настоящего Руководства.

Приложение 1

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДОРОГ

Пропускную способность отдельных участков автомобильных дорог измеряют, чтобы определить возможность пропуска колонн автомобилей, получить дополнительные коэффициенты снижения пропускной способности, а также оценить эффективность мероприятий по повышению пропускной способности. При этом могут быть использованы два способа: на основе измерения скоростей движения и плотности потока; ежеминутный подсчет проходящих автомобилей в течение часа.

Первый способ можно применить для оценки пропускной способности полосы движения. При этом пропускная способность

$$P = \alpha v_0 q_{\max}, \qquad (1)$$

где α — эмпирический коэффициент [см. формулы (2.15)—(2.17)]; v_0 — скорость движения в свободных условиях, км/ч; $q_{\max}$ — максимальная плотность потока, авт/км.

Скорость движения в этом случае измеряют с помощью секундомера по методике, изложенной в ВСН 25-76 Минавтодора РСФСР, или радиолокатора. Измеряют скорости только одиночных автомобилей при низкой интенсивности движения.

Максимальную плотность $q_{\max}$ определяют путем организации с помощью работников ГАИ кратковременного затора на рассматриваемом участке автомобильной магистрали.

При использовании второго способа осуществляют непосредственный подсчет автомобилей, проходящих через рассматриваемый элемент дороги. Этот способ удобен при оценке пропускной способности многополосных дорог, пересечений в разных уровнях.

В случаях сравнительно низкой интенсивности движения на рассматриваемом участке дороги устраивают кратковременный затор. Подсчет автомобилей ведут в момент рассасывания затора.

При создании искусственного затора следует учитывать, что образование очереди автомобилей длиной 350 м в одном направлении происходит за 25 мин при интенсивности 300 авт/ч, за 15 мин, если интенсивность 400 авт/ч, и за 10 мин, когда она равна 600 авт/ч.

Приложение 2

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ДОРОГ ДВИЖЕНИЕМ

1. От оптимальной загрузки зависят размеры расчетной интенсивности движения, обеспечивающей минимальные затраты на перевозку грузов и пассажиров по автомобильным дорогам с заданными техническими параметрами, а также оптимальную эмоциональную загрузку водителей.

2. Показатели оптимальной загрузки дорог движением необходимо учитывать при их проектировании и реконструкции, установлении границ использования средств организации движения и обоснования категории дорог исходя из того,

что изменение строительных затрат обеспечивает дороге различные технические параметры. Работа дороги эффективна при оптимальной загрузке, следовательно, нужно назначать дороге такие технические параметры, которые обеспечивают уровень ее загрузки. Назначение числа полос движения на дорогах I категории нужно решать с учетом обеспечения оптимальной загрузки движением.

Размеры требуемых капиталовложений в строительство дороги зависят от степени ее совершенства (принятой категории) и рельефа, а эксплуатационные затраты, кроме того, определяются интенсивностью движения, поэтому показатель оптимальной загрузки будет иметь различные пределы для каждого из возможных сочетаний этих факторов.

3. С ростом интенсивности движения на дороге возрастает степень ее загрузки. Обеспечение в процессе эксплуатации оптимальной загрузки сопряжено со стадийным изменением технических характеристик дороги (ширины проезжей части, радиусов кривых, расстояния видимости и пр.) и ее оборудования или применением средств организации движения.

4. Оптимальную загрузку устанавливают на основе технико-экономических расчетов, рассматривая варианты, характеризуемые различной предельной интенсивностью движения, определяющей срок эксплуатации дороги при данном ее техническом состоянии.

5. Показатель экономической эффективности:

$$E_{\text{кс}i} = \Delta c_i / \Delta k_i \tag{1}$$

$$\text{при } \overline{\Delta} c_i = \overline{c}_0 - c_i \tag{2}$$

$$\text{и } \Delta k_i = k_{i\text{прив}} - k_{0\text{прив}}; \tag{3}$$

$$k_{i\text{прив}} = k_i \left[1 + \frac{T_{\text{сл max}}/T_{\text{сл}i-1}}{\left(1 + E_{\text{нп}}\right)^{T_{\text{сл}i}}} \right]; \tag{4}$$

$$\overline{c}_i = c_i\, r_{i\text{р}} \left[1 - (1 - \overline{p}) \frac{L_{\max} - L_i}{L_{\max}} \right]; \tag{5}$$

$$r_{i\text{р}} = 1/(1 + E_{\text{нп}})^{t_{\text{р}i}}, \tag{6}$$

где $\overline{\Delta c_i}$ — средневзвешенное (за срок службы наиболее долговечного варианта) приращение себестоимости перевозок для сравниваемого варианта по отношению к себестоимости перевозок по базовому варианту; c_0 — показатель себестоимости единицы транспортной работы для варианта, вычисленный как средневзвешенный за срок службы $T_{\text{сло}}$, определяемый временем наступления продольного насыщения эталонного варианта дороги автомобилями при заданной загрузке ее движением; $\overline{c_i}$ — то же, по i-му варианту, вычисленный как средневзвешенный за период $T_{\text{сл}i}$, определяемый наступлением заданной загрузки дороги движением; $r_{i\text{р}}$ — коэффициент приведения разновременных затрат расчетного года $t_{\text{р}}$, определяемого с учетом значения $T_{\text{сл.max}}$ по варианту с наибольшей долговечностью: $E_{\text{нп}}$ — норматив для приведения разновременных затрат ($E_{\text{нп}}$=0,08); Δk_i — приращение удельных приведенных капитальных затрат (капиталоемкости) по каждому из i вариантов; $k_{0\text{прив}}$ — соответственно, удельные капиталовложения по i-му и базовому вариантам; $T_{\text{сл.max}}$ — срок службы для наиболее долговечного варианта, лет; $T_{\text{сл}i}$ — срок службы для i-го варианта; k_i — удельная величина единовременных затрат по каждому из i вариантов; c_i — себестоимость перевозок по i-му варианту; $L_{\max}$ — вариант с наибольшей длиной; L_i — протяжение i-го варианта сравниваемых проектных решений; $\overline{p}$ — доля нетоварных перевозок и грузов, предназначенных для долгосрочного хранения в общем объеме перевозок ($\overline{p}$=0,4).

6. Оптимальную загрузку дороги следует обосновывать вариантными вычислениями. За базовый рекомендуется принимать вариант с коэффициентом загрузки 0,2—0,3. Сравниваемые варианты должны иметь диапазон изменения коэффициента загрузки до 0,9—1 с интервалом через 0,05—0,1 (рис. 1).

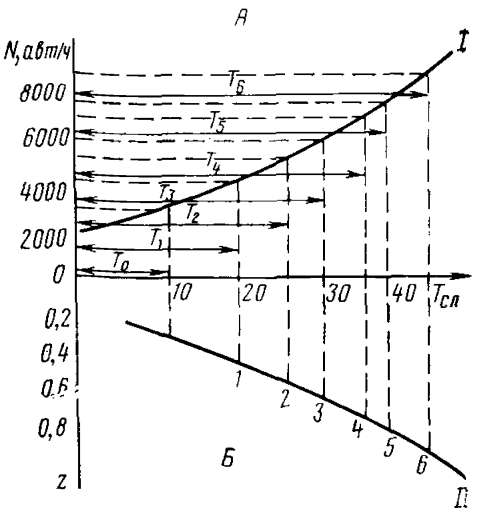


Рис. 1. Зависимость между интенсивностью движения I и коэффициентом загрузки II участка дороги:

А — изменение интенсивности в процессе эксплуатации; *Б* — изменение коэффициентов загрузки дороги; $T_{сл.э}$ — срок службы эталонного варианта, лет; $T_{сл.1}$, $T_{сл.2}$ · · · , $T_{сл.6}$ — срок службы 1, 2, . . . , 6, вариантов, характеризуемых различным предельно допустимым в процессе эксплуатации коэффициентом загрузки дороги

7. Ввиду того, что каждый вариант характеризуется сроком службы $T_{сл1}$; $T_{сл2}$, $T_{сл3}$, $T_{слi}$ (рис. 1), при расчетах показателя эффективности (см. п. 4.5) нужно пользоваться сопоставимыми сравнительными характеристиками. Для этого следует: показатели себестоимости перевозок по вариантам определять как средневзвешенное значение за срок службы наиболее долговечного варианта; при расчетах удельные капиталовложения приводят к варианту с наибольшим сроком службы.

8. Расчет показателей, входящих в формулы (1—6), рекомендуется выполнять в соответствии с рекомендациями «Руководства по технико-экономическому обоснованию и выбору вариантов трасс автомобильных дорог» [1].

9. При определении удельных капиталовложений допускается использовать номограммы (рис. 2—4), учитывая характер ежегодного прироста интенсивности движения на дороге.

10. Качественная сторона технико-экономических расчетов зависит от наличия достаточно подробных исходных стоимостных показателей. Для определения оптимальной загрузки элементов автомобильных дорог непригодна система средних показателей. Расчетные показатели должны учитывать конкретные дорожные условия. Влияние дорожных условий на режим движения автомобилей главным образом проявляется через изменение скоростей и количество дорожно-транспортных происшествий. Таким образом, влияние дорожных условий на автотранспортные расходы целесообразно учитывать через скорость движения. В наибольшей мере поставленным требованиям удовлетворяют показатели себестоимости, с помощью которых можно охватить все возможные случаи. При этом необходимо пользоваться показателями себестоимости автомобиле-километра (авт-км).

11. Расчетные показатели себестоимости по вариантам рекомендуется определять, используя расчетный год, т. е: год, для которого интенсивность движения (с учетом закона ее изменения и срока службы каждого варианта) имеет среднее значение за срок службы рассматриваемого варианта $T_{слi}$.

12. При известных скоростях транспортных потоков и составе движения показатели транспортной составляющей себестоимости допускается определять по данным рис. 5. Расчетные значения себестоимости $C_а$ (коп/авт-км) для транспортного потока рекомендуется определять суммированием по типам подвижного состава:

$$C_а = \sum_{1}^{j} C_{ji}\, n_j, \qquad (7)$$

где C_{ji} — себестоимость перевозок (транспортная составляющая) для j-го типа подвижного состава, коп/авт-км; n_j — количество автомобилей j-го типа в транспортном потоке, доли единицы.

[1] Руководство по технико-экономическому обоснованию и выбору вариантов трасс автомобильных дорог. Минавтодор РСФСР. М., Транспорт, 1982.

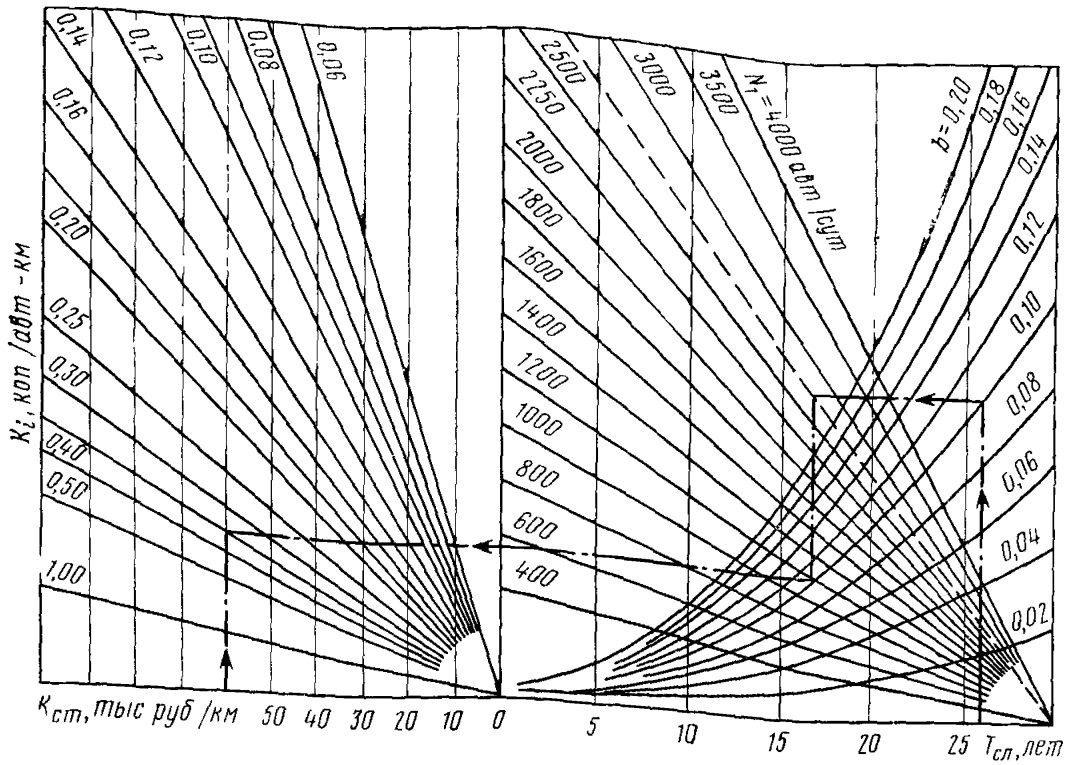


Рис. 2. Номограмма для определения удельных капиталовложений при ежегодном линейном приросте интенсивности движения ($K_{ст}$ — приведенная за $T_{сл(i)}$ стоимость строительства одной полосы проезжей части, тыс. руб./км)

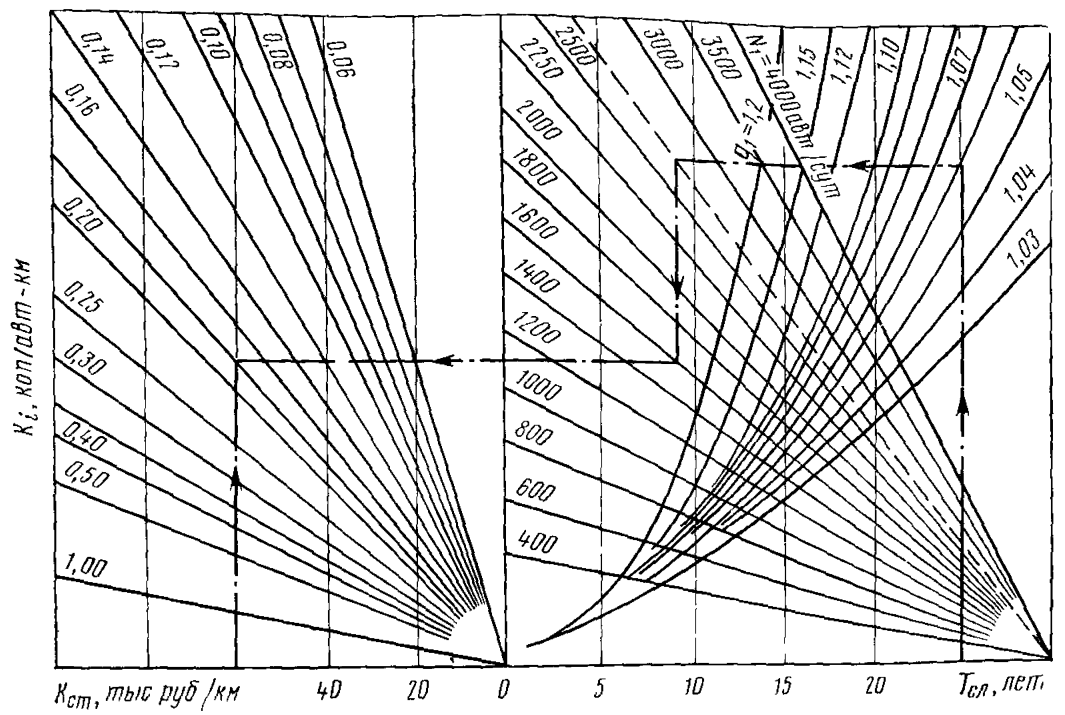


Рис. 3. Номограмма для определения удельных капиталовложений при ежегодном приросте интенсивности движения по геометрической прогрессии (сложным процентом с постоянными темпами роста)

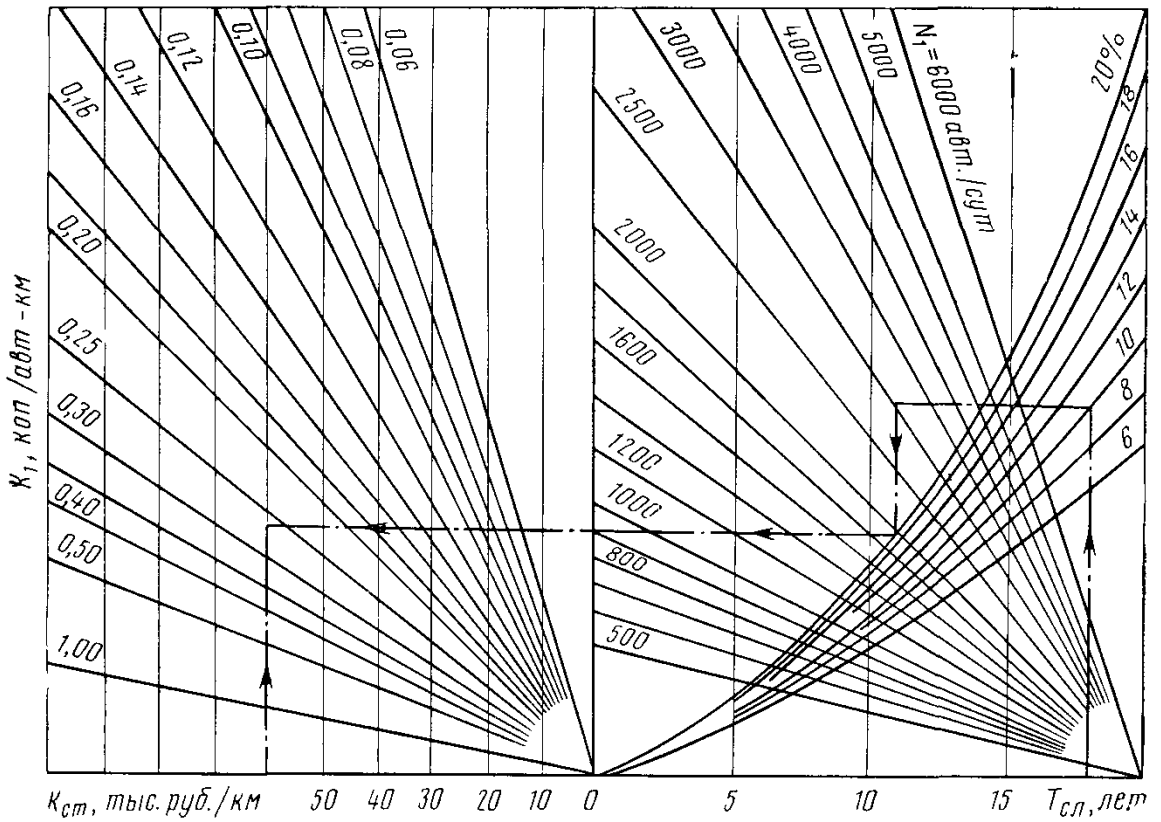


Рис. 4. Номограмма для определения удельных капиталовложений K_i: при ежегодном приросте интенсивности движения по геометрической прогрессии с убывающими темпами роста

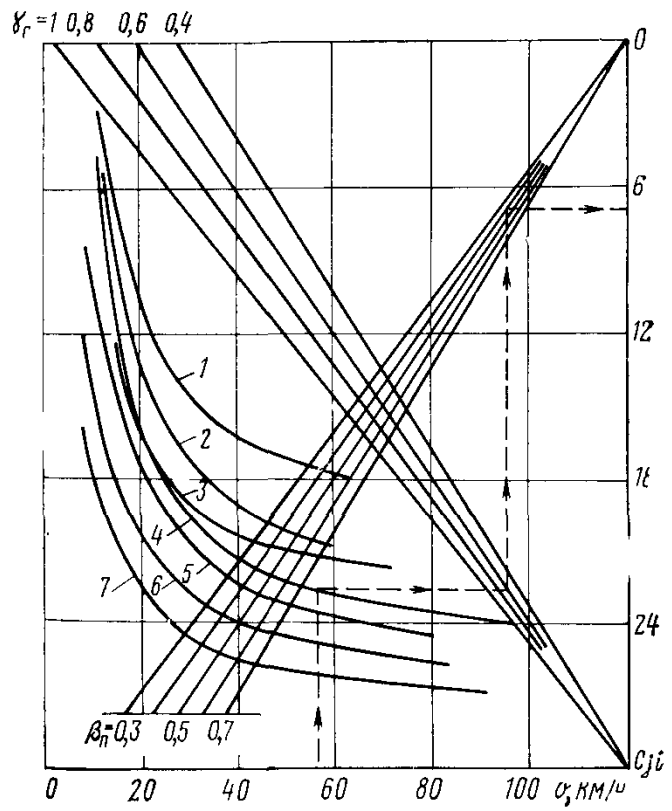


Рис. 5. Номограмма для определения себестоимости 1 авт-км транспортной работы:

1 — тяжелые грузовые с прицепами и полуприцепами; *2* — средние грузовые с прицепами и полуприцепами; *3* — тяжелые грузовые; *4, 5* — средние грузовые; *6* — легковые грузовые; *7* — микроавтобусы, легковые автомобили; $\gamma_г$ — коэффициент использования грузоподъемности; $\beta_п$ — коэффициент использования пробега

13. Определяя оптимальную загрузку дороги движением, технико-экономические расчеты рекомендуется вести в такой последовательности:

а) в соответствии с исходной и перспективной интенсивностью движения определить интенсивность движения на каждый год и построить график ее изменения по годам (см. рис. 1);

б) назначить варианты проектных решений с различными величинами предельной загрузки и на основании графика изменения интенсивности движения вычислить сроки функционирования каждого варианта до расчетного состояния;

в) для каждого варианта определить исходные показатели (расчетный год, капитальные затраты, скорость движения потока автомобилей в расчетном году, суммарную грузовую работу и пр.);

г) вычислить удельные капитальные затраты и себестоимость перевозки по вариантам;

д) рассчитать показатели эффективности по формуле (1). Определить эффективный вариант, характеризуемый значением $E_{кci}=\max$.

Если принятые для сравнения варианты не охватывают всего диапазона значений, нужно использовать графическую интерполяцию для определения оптимального варианта, характеризующего экономически целесообразную загрузку дороги движением при ее заданных параметрах.

Приложение 3

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ДОРОГИ ДВИЖЕНИЕМ

В целях улучшения обслуживания населения и обеспечения транспортных связей крупных промышленных центров в Московской обл. запроектирована автомобильная дорога М — П. Большой перспективный объем грузо- и пассажироперевозок предопределил высокую интенсивность движения и значительные капиталовложения в строительство. В этих условиях возникает задача и выбраны конструктивные параметры дороги, обеспечивающие эффективную ее работу в течение 20-летней перспективы, в соответствии с которой п. 1.10 СНиП II-Д. 5—72 требует назначать элементы плана продольного и поперечного профилей. Дорога проходит в равнинной местности и сложностей для выбора элементов плана и продольного профиля не возникает. Поэтому основные направления экономного расходования средств заключаются в выборе элементов поперечного профиля. Такие решения обосновывают с использованием понятия об оптимальной загрузке дороги движением.

Исходные данные для расчета оптимальной загрузки:

Протяжение автомобильной дороги	28 км
Год завершения строительства	1980 г.
Расчетный перспективный год	2000 г.

Перспективная интенсивность движения на наиболее загруженном перегоне равна 65 400 авт./сут, в том числе по типам подвижного состава:

	авт./сут	%
Автобусы	2600	4,0
Легковые автомобили	31200	47,7
Легкие грузовые (до 2 т)	9100	13,9
Средние грузовые (до 5 т)	9800	15,0
Тяжелые грузовые (до 8 т)	8100	12,4
» » (более 8 т)	4600	7,0

Перспективные показатели работы дороги:

Грузооборот, млн. т-км	933,0
Пассажирооборот, млн. пасс.-км	726,0
Транспортная работа, млн. авт.-км	575,7
Среднее значение интенсивности движения, авт./сут	56 563

6. Среднее значение коэффициента ежегодного прироста интенсивности движения (при росте интенсивности по закону сложных процентов) равно 1,09.

Расчетная интенсивность движения в год ввода дороги в эксплуатацию (1981 г.):

На наиболее загруженном перегоне, авт./сут	12 800
Среднее значение по дороге, авт./сут	11 000

Эксплуатационные показатели подвижного состава (табл. 1).

Основные технические решения. По расчетной интенсивности в соответствии с СНиП II-Д.5—72 автомобильная дорога должна быть отнесена к I категории с восемью полосами движения. Она проектируется для скоростного движения, поэтому ширину разделительной полосы необходимо принять равной 6 м.

Ширина обочин — 3,75 м с краевыми полосами по 0,75 м. Тип дорожного покрытия — усовершенствованное капитальное. По обеим сторонам дороги в пределах обочин предусмотрены остановочные полосы шириной по 2,25 м с черным покрытием. Бровка земляного полотна укрепляется грунтощебнем толщиной 24 см. Со стороны разделительной полосы запроектированы укрепительные полосы шириной 1 м. Одежда краевых полос принята по типу основной дороги. Для удобства и безопасности движения предусмотрены освещение дороги ночью и технологическая связь.

Дорога проходит по густонаселенным районам, поэтому пересечения с железными и автомобильными дорогами в соответствии с требованиями СНиПа запроектированы в разных уровнях. Габариты мостов и путепроводов приняты по СНиП II-Д.5-72.

Сметная стоимость строительства дороги в существующих ценах определена в размере 82,6 млн. руб. при стоимости 1 км 2,95 млн. руб.

Предлагаемые решения по снижению стоимости строительства. В данном случае снижение стоимости строительства возможно за счет уменьшения числа полос проезжей части и ширины земляного полотна. Это позволит сократить затраты на искусственные сооружения благодаря уменьшению длины труб, ширины мостов и путепроводов. Технически приемлемые в данных условиях решения и сметная стоимость строительства дороги приведены в табл. 2.

Такие варианты дороги с шириной проезжей части 43,5 м, 6 и 4 полосами движения, а также шириной 36 м и 4 полосами предусматривают возможность дальнейшего увеличения ширины проезжей части за пределами 20-летней перспективы.

Определение показателей для технико-экономических расчетов.

1. Пропускная способность для каждого из предусмотренных в табл. 2 технических решений определена в соответствии с разделом 2 Руководства. Результаты расчета представлены в табл. 3.

Таблица 1

Показатель	Тип автомобиля		
	Грузовой	Легковой	Автобус
Коэффициент использования пробега	0,65	0,85	0,95
Коэффициент использования грузоподъемности (вместимости)	0,93	0,50	0,60
Средняя грузоподъемность	5,0	—	—
» пассажировместимость	—	4	28

Таблица 2

Ширина земляного полотна, м	Сметная стоимость строительства 1 км дороги, тыс. руб., при числе полос движения		
	8	6	4
43,5	2950	2741,2	2539,2
36,0	—	2510,3	2321,4
28,5	—	—	2117,6

Таблица 3

Ширина земляного полотна, м	№ варианта	Число полос движения	Максимальная пропускная способность, легковых авт/ч	β_3	β_{13}	β_{14}	Практическая пропускная способность, легковых авт/ч	Коэффициент загрузки движением на 1980 г.		Средний для дороги в расчете на 1999 г.
								на наиболее загруженном перегоне	средний для дороги	
43,5	1	8	14 400	0,85	1,23	1,1	16 580	0,50	0,44	0,24
	2	6	10 800	0,85	1,23	1,1	12 435	0,67	0,59	0,32
	3	4	7 200	0,85	1,23	1,1	8 290	1,01	0,88	0,48
	4	6	10 800	0,85	1,23	1,1	12 435	0,67	0,59	0,32
36,0	5	4	7 200	0,85	1,23	1,1	8 290	1,01	0,88	0,48
28,5	6	4	7 200	0,85	1,23	1,1	8 290	1,01	0,88	0,48

На пропускную способность влияют (наряду с числом полос движения) такие факторы, как состав движения (коэффициент β_3), разметка проезжей части и оборудование дороги указателями полос движения (коэффициенты β_{13} и β_{14}), предусмотренные в проекте дороги.

2. При расчете приведенной интенсивности движения и уровней загрузки для вариантов приведенную интенсивность движения определяют, используя данные о составе движения и коэффициенты приведения (см. п. 4).

Приведенная интенсивность движения в первый год эксплуатации дороги:

для наиболее загруженного перегона $N_1 = 0{,}76 \cdot 12\,800 (0{,}04 \cdot 3{,}5 + 0{,}477 \cdot 1 + 0{,}139 \cdot 1{,}5 + 0{,}15 \cdot 2 + 0{,}124 \cdot 2{,}5 + 0{,}07 \cdot 3{,}5) = 1635$ легковых авт/ч;

среднее значение для дороги $N_1 = 0{,}076 \cdot 11\,000 \cdot 1{,}681 = 1405$ легковых авт/ч.

Приведенная интенсивность движения перспективного 2000 г.:

для наиболее загруженного перегона $N_{20} = 0{,}076 \cdot 65\,400 \cdot 1{,}681 = 8355$ легковых авт/ч.

среднее значение для дороги $N_{20} = 0{,}076 \cdot 57\,200 \cdot 1{,}681 = 7307$ легковых авт/ч.

Коэффициенты загрузки дороги движением в перспективном 2000 г., вычисленные по формуле (8), для каждого варианта приведены в табл. 3. Для наиболее загруженного перегона они меняются от 0,5 до 1,01. В среднем для дороги изменения составляют 0,44—0,88.

Относительно высокие величины коэффициентов загрузки для вариантов, имеющих по четыре полосы движения, указывают на необходимость перестройки дороги в шестиполосную к 2000 г.

3. Технический срок службы сравниваемых вариантов, учитывая специфику поставленной задачи, принимаем для всех случаев 20 лет.

4. Расчетный год для определения технических и экономических показателей сравниваемых вариантов определяем по формуле, учитывающей характер ежегодного прироста интенсивности. Вычисленные за этот год показатели являются

средневзвешенными за 20 лет. Для всех рассматриваемых вариантов расчетный год одинаков:

$$t_{pl} = \frac{1}{\lg 1{,}09}\,[-0{,}301 + \lg(1 + 1{,}09^{20})] = 13 \text{ лет}$$

Таким образом, для рассматриваемых вариантов расчетным является 1993 г.

5. Показатели, характеризующие среднее значение загрузки дороги в пределах 20-летней перспективы:

средневзвешенная за 20 лет интенсивность движения на дороге $N_{13} = 11\,000 \times 1{,}09^{13-1} = 30\,939$ авт./сут;

приведенная интенсивность движения на дороге расчетного 1993 г. $П_{13} = 0{,}076 \cdot 30\,939 \cdot 1{,}681 = 3953$ легковых авт/ч;

коэффициенты загрузки дороги в расчетном 1993 г. (см. табл. 3) изменяются в диапазоне 0,24—0,48 и характеризуют среднюю загрузку проектируемой дороги в течение рассматриваемой перспективы 20 лет.

6. Расчеты удельных капиталовложений, скоростей транспортных потоков, числа дорожно-транспортных происшествий и составляющих себестоимости перевозки, выполненные с учетом рекомендаций ««Руководства по технико-экономическому обоснованию и выбору вариантов трасс автомобильных дорог» и соответствующих разделов данного Руководства, приведены в табл. 4.

7. Составляющая себестоимости от дорожно-транспортных происшествий

$$C_{пl} = a_{pl}\, П_р\, M_{тк}\, M_{Дi}\, 10^{-4} \text{ коп/авт-км.}$$

$$C_{пi} = a_{pl}\, П_р\, M_{тк}\, M_{Дi}\, 10^{-4} \text{ коп/авт-км.}$$

Число дорожно-транспортных происшествий на многополосных дорогах

$$a_{pl} = 0{,}90 + 0{,}9424 \cdot 10^{-5} N_{pl}, \text{ аварий/млн. авт-км.}$$

Интенсивность движения расчетного года N_{pl}, приходящаяся на две полосы движения для каждого рассматриваемого варианта, приведена в табл. 4.

С учетом представленных сведений число дорожно-транспортных происшествий на автомобильной дороге будет следующим:

при вариантах с четырьмя полосами движения — 1,045 аварий/млн. авт-км;

Таблица 4

Вариант	Сметная стоимость строительства, тыс. руб.		Интенсивность движения, авт./сут		Удельные капиталовложения на 1 авт-км, коп.	Расчетная скорость транспортного потока, км/ч	Число ДТП, аварий/млн. авт-км	Себестоимость перевозки 1 авт-км, коп.				Показатель экономической эффективности
	1 км дороги	одной полосы проезжей части	в 1991 г. на одну полосу	в 1993 г. на две полосы				Дорожная составляющая	Составляющая от ДТП	Транспортная составляющая	Суммарная	
1	2950,0	368,8	1375	7735	1,791	43,0	0,973	0,146	1,078	11,06	12,284	0,688
2	2741,2	456,9	1833	10313	1,717	38,84	0,997	0,124	1,340	11,72	13,184	0,798
3	2539,2	634,8	2750	15469	1,769	29,36	1,045	0,101	1,994	14,34	16,34	0,037
4	2510,3	418,4	1833	10313	1,614	38,84	0,997	0,124	1,340	11,72	13,184	2,26
5	2321,4	580,4	2750	15469	1,666	29,36	1,045	0,101	1,934	14,31	16 345	0,074
6	2117,6	529,4	2750	15469	1,558	29,36	1,045	0,101	2,142	14,31	16,559	—

при вариантах с шестью полосами движения — 0,0997 аварий/млн. авт-км;
при варианте с восемью полосами движения — 0,973 аварий/млн. авт-км.

Влияние элементов автомобильных дорог на потери от дорожно-транспортных происшествий учитывают при помощи коэффициента

$$M_{Дi} = K_1 K_2 \ldots K_7,$$

где K_1, K_3, K_4 и K_5 — учитывают соответственно влияние ширины проезжей части, продольного уклона, видимости в плане и радиуса кривых в плане (для данного примера принимаются равными 1);

коэффициент K_2 учитывает влияние ширины обочин на вероятное число дорожно-транспортных происшествий (при ширине обочины $B_{об}=3{,}75$ м $K_2 = 3{,}831 - 1{,}527B_{об} + 0{,}193B^2_{об} = 0{,}82$);

коэффициент K_6 учитывает влияние скорости транспортного потока и определяется по следующей формуле и при скоростях, приведенных в табл. 4, для каждого варианта $\left(K_6 = 0{,}01v_{pi}^{1{,}395} + 0{,}007\right)$.

Значения K_6 для вариантов с четырьмя, шестью и восемью полосами движения соответственно равны 4,47 : 6,60 и 7,60.

Коэффициент K_7 учитывает влияние числа полос движения. Для варианта с четырьмя полосами $K_7=0{,}85$, с шестью — 0,42, восемью — 0,30.

Тогда:

при четырех полосах движения $M_{Дi}=1 \cdot 0{,}82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 4{,}47 \cdot 0{,}85=3{,}12$;

при шести полосах движения $M_{Дi}=1 \cdot 0{,}82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 6{,}6 \cdot 0{,}42=2{,}27$;

при восьми полосах движения $M_{Дi}=1 \cdot 0{,}82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 7{,}6 \cdot 0{,}3=1{,}87$.

При средних потерях от одного дорожно-транспортного происшествия на расчетный год $П_р=6590$ руб. и показателе, учитывающем изменение тяжести дорожно-транспортных происшествий в различных дорожных условиях $M_{тк}=1$ и 0,9 составляющая себестоимости от дорожно-транспортных происшествий по вариантам:

при четырех полосах движения (вариант № 6): $C_{пi}=1{,}045 \cdot 6590 \cdot 1{,}0 \cdot 3{,}12 \cdot 10^{-4}= =2{,}148$;

при четырех полосах движения $C_{пi}=1{,}045 \cdot 6590 \cdot 0{,}9 \cdot 3{,}12 \cdot 10^{-4}=1{,}935$;

при шести полосах движения $C_{пi}=0{,}997 \cdot 6590 \cdot 0{,}9 \cdot 2{,}27 \cdot 10^{-4}=1{,}340$;

при восьми полосах движения $C_{пi}=0{,}973 \cdot 6590 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}87 \cdot 10^{-4}=1{,}078$.

8. Составляющая себестоимости, учитывающая расходы автомобильного транспорта на перевозку грузов и пассажиров, может быть найдена по графику (см. рис. 5 приложения 2). Среднее значение транспортной составляющей себестоимости для транспортного потока, коп/авт-км

$$C_{ai} = \sum^{j} C_{aij}\, n_j,$$

где C_{ai} — значения показателей, определяемых по графику в зависимости от скорости движения транспортных потоков по вариантам для каждого типа автомобилей в транспортном потоке; n_j — число автомобилей каждого типа в транспортном потоке, доли единицы.

Расчеты для каждого варианта: при шести полосах движения $C_a=22{,}5 \cdot 0{,}04+ +7{,}5 \cdot 0{,}477+10{,}5 \cdot 0{,}139+12{,}0 \cdot 0{,}15+18 \cdot 0{,}124+25 \cdot 0{,}07=11{,}72$ коп/авт-км;

при восьми полосах движения $C_a=22 \cdot 0{,}04+7 \cdot 0{,}477+10 \cdot 0{,}139+11{,}5 \cdot 0{,}15+17 \times \times 0{,}124+23 \cdot 0{,}07=11{,}06$ коп/авт-км;

при четырех полосах движения $C_a=25 \cdot 0{,}04+10 \cdot 0{,}477+12 \cdot 0{,}139+16 \cdot 0{,}15+20{,}5 \times \times 0{,}124+27{,}5 \cdot 0{,}07=14{,}31$ коп/авт-км.

9. Оптимальный вариант, обеспечивающий оптимальную загрузку дороги движением, рекомендуется определять расчетом. В качестве базового принимаем вариант 6, имеющий наихудшие транспортно-эксплуатационные показатели. Тогда показатели экономической эффективности по вариантам:

$$1)\ E_{кс1} = \frac{(16\,559 - 12{,}284) \cdot 0{,}368}{(1{,}791 - 1{,}558) \cdot 9{,}818} = 0{,}688;$$

$$2)\ E_{\text{кс2}} = \frac{(16,559 - 13,184)\cdot 0,368}{(1,717 - 1,558)\cdot 9,818} = 0,789;$$

$$3)\ E_{\text{кс3}} = \frac{(16,559 - 16,345)\cdot 0,368}{(1,769 - 1,558)\cdot 9,818} = 0,037;$$

$$4)\ E_{\text{кс1}} = \frac{(16,559 - 13,184)\cdot 0,368}{(1,614 - 1,558)\cdot 9,818} = 2,26;$$

$$5)\ E_{\text{кс5}} = \frac{(16,559 - 16,345)\cdot 0,368}{(1,666 - 1,558)\cdot 9,818} = 0,074.$$

Таким образом, в данных условиях эффективным вариантом является строительство автомобильной дороги с 6 полосами движения и шириной земляного полотна 36 м. Коэффициент загрузки дороги движением, который для данного решения следует охарактеризовать как оптимальный, в перспективном 1999 г. составит 0,59, а на наиболее загруженном участке — 0,67.

Приложение 4

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДОРОГ С УЧЕТОМ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Пример 1. Исходные данные: прямолинейный горизонтальный участок двухполосной дороги; состав движения; легковые автомобили — 20%; грузовые — 65%; автопоезда — 15%. Проезжая часть покрыта плотным слоем снежного наката (коэффициент сцепления равен 0,3); слабый туман (видимость встречного автомобиля 350 м); загрузка дороги движением равномерная в обоих направлениях.

Пропускную способность полосы движения определяют по формуле 2.2.

$K_{\text{рс}}$ определяют по рис. 2.4,*б* для коэффициента сцепления 0,3 и видимости встречного автомобиля 350 м: $K_{\text{рс}} = 0,6$.

Максимальную скорость в эталонных условиях $v_{\text{э max}}$ принимают равной 120 км/ч (в соответствии с п. 2.24).

Максимальную скорость в фактических условиях вычисляют по формуле (2.13) $v_{\text{ф max}} = K_{\text{р с}} v_{\text{э max}} = 0,6 \cdot 120 = 72$ км/ч.

Среднее квадратичное отклонение определяют по рис. 2.2, *а* для $v_{\text{ф max}} = 72$ км/ч: $\sigma_v = 8,5$ км/ч.

Среднюю скорость движения определяют по формуле (2.12) $v_0 = v_{\text{ф max}} - 3\sigma_v = 72 - 3 \cdot 8,5 = 46,5$ км/ч.

Коэффициент $\omega = 0,7$ в соответствии с п. 2.25.

Коэффициент α вычисляют по формуле (2.15): $\alpha = 0,65 - 0,00425\ v_{\text{ф max}} = 0,65 - 0,0045 \cdot 72 = 0,326$.

Максимальная плотность для заданного состава движения $q_{\max} = 85$.

Подставляя полученные значения в формулу (2.2) пропускной способности, получим: $P = 0,7 \cdot 0,326 \cdot 46,5 \cdot 85 = 902$ авт/ч.

Пример 2. Исходные данные: прямолинейный участок двухполосной дороги со спуском в 40‰. Состав движения: легковые автомобили — 20%; грузовые — 65%, автопоезда — 15%. Проезжая часть мокрая ($\varphi = 0,45$), состояние погоды — ясно; загрузка дороги движением равномерная в обоих направлениях.

Пропускную способность полосы движения рассчитывают по формуле (2.2).

$K_{\text{рс}}$ определяют по рис. 2.4, *б* для коэффициента сцепления 0,45 и продольного уклона 40‰: $K_{\text{рс}} = 0,8$.

Максимальную скорость в эталонных условиях $v_{0\,max}$ принимают равной 120 км/ч (в соответствии с п. 2.24).

Максимальную скорость в фактических условиях вычисляют по формуле (2.13): $v_{ф\,max}=0{,}8\cdot 120=96$ км/ч.

Среднее квадратичное отклонение скорости определяют по рис. 2.2, *а* для $v_{ф\,max}=108$ км/ч; $\sigma_v=12$ км/ч.

Среднюю скорость движения определяют по формуле (2.12) $v_0=96-3\cdot 12=60$ км/ч.

Коэффициент $\omega=0{,}8$ в соответствии с п. 2.25.

Коэффициент α определяют по формуле (2.16): $\alpha=0{,}65-0{,}00425\cdot 96=0{,}242$.

Максимальная плотность для заданного состава движения $q_{max}=85$.

Подставляя полученные значения в формулу (2.2), получаем: $P=0{,}8\cdot 0{,}242\times\times 60\cdot 85=987$ авт/ч.

Пример 3. Исходные данные: прямолинейный участок автомобильной магистрали с подъемом 20‰; состав движения: легковые автомобили — 20%; грузовые — 65%; автопоезда — 15%. Проезжая часть покрыта слоем рыхлого снега ($\varphi=0{,}2$), состояние погоды — сильный снегопад; загрузка дороги движением равномерная в обоих направлениях.

Пропускную способность полосы движения рассчитывают по формуле (2.2).

$K_{рс}$ определяют по рис. 2.6, *б* (для $f=0{,}10$ и $h=40$ мм при продольном уклоне 20‰); $K_{рс}=0{,}40$.

Максимальную скорость в эталонных условиях принимают равной 120 км/ч (в соответствии с п. 2.24).

Максимальную скорость в фактических условиях вычисляют по формуле (2.13) $v_{ф\,max}=0{,}40\cdot 120=48$ км/ч.

Среднее квадратичное отклонение определяют по рис. 2.2, *б* для $v_{ф\,max}=48$ км/ч; $\sigma_v=1{,}8$ км/ч.

Среднюю скорость движения определяют по формуле (2.12) $v_0=48-3\cdot 1{,}8=42{,}6$ км/ч.

Коэффициент $\omega=0{,}8$ в соответствии с п. 2.25.

Коэффициент α вычисляют по формуле (2.16): $\alpha=0{,}68-0{,}005\cdot 48=0{,}44$.

Максимальная плотность $q_{max}=85$ авт-км.

Подставляя полученные значения в формулу (2.2), получаем $P=0{,}8\cdot 0{,}44\times\times 42{,}6\cdot 85=1274$ авт/ч.

Пример 4. Исходные данные: горизонтальный участок двухполосной дороги на кривой в плане $R=400$ м; состав движения: легковые автомобили — 20%; грузовые — 65%; автопоезда — 15%. Проезжая часть покрыта слоем снежного наката ($\varphi=0{,}2$); загрузка дороги движением равномерная в обоих направлениях; состояние погоды — ясно, скорость ветра 5 м/с.

Пропускную способность полосы движения рассчитывают по формуле (2.2).

$K_{рс}$ определяют по рис. 2.7, *в*; для снежного наката на покрытии с коэффициентом сцепления 0,2 и скоростью ветра 5 м/с при $R=400$ м $K_{рс}=0{,}8$.

Максимальную скорость в эталонных условиях $v_{э\,max}$ принимают равной 120 км/ч (в соответствии с п. 2.24).

Максимальную скорость в фактических условиях определяют по формуле (2.13): $v_{ф\,max}=0{,}8\cdot 120=96$ км/ч.

Среднее квадратичное отклонение определяют по рис. 2.2, *а* для $v_{ф\,max}=96$ км/ч: $\sigma_v=12$ км/ч.

Среднюю скорость движения определяют по формуле (2.12): $v_0=96-3\cdot 12=60$ км/ч.

Коэффициент α принимают в соответствии с п. 2.25: $\omega=0{,}8$.

Коэффициент α определяют по формуле (2.15): $\alpha=0{,}65-0{,}425\cdot 96=0{,}242$.

Максимальная плотность для заданного состава движения $q_{max}=85$ авт-км.

Подставляя полученные значения в формулу (2.2), получаем $P=0{,}8\cdot 0{,}242\times\times 60\cdot 85=987$ авт/ч.

Пример 5. Исходные данные: прямолинейный участок двухполосной дороги; состав движения: легковые автомобили — 20%; грузовые — 65%; автопоезда — 15%; ширина проезжей части 7,5 м (по 0,25 м от кромки — обледенелые прикромочные полосы); состояние погоды — ясно; загрузка дороги движением равномерная в обоих направлениях.

Пропускную способность полосы движения рассчитывают по формуле (2.2).

$K_{рс}$ определяют по рис. 2.6, *а* для чистой проезжей части шириной 7 м и при обледенении прикромочной полосы по 0,25 м от кромки для схемы ЗИЛ-130+ +ВАЗ-2103: $K_{рс}=0{,}7$.

Максимальную скорость в эталонных условиях $v_{э\,max}$ принимают равной 120 км/ч.

Максимальную скорость в фактических условиях вычисляют по формуле (2.13) $v_{ф\,max}=0{,}7\cdot 120=84$ км/ч.

Среднее квадратичное отклонение определяют по формуле (2.2, *а*) для $v_{ф\,max}=84$ км/ч: $\sigma_v=10$ км/ч.

Среднюю скорость движения определяют по формуле (2.12) $v_0=84-3\cdot 10=54$ км/ч.

Коэффициент $\omega=0{,}7$ в соответствии с п. 2.25.

Коэффициент α вычисляют по формуле (2.15): $\alpha=0{,}65-0{,}00425\cdot 84=0{,}293$.

Максимальная плотность $q_{max}=85$ авт/ч.

Подставляя полученные значения в формулу (2.2), получаем: $P=0{,}7\cdot 0{,}293\times \times 54\cdot 85=941$ авт/ч.

Приложение 5

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ГРАФИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАГРУЗКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ ДВУХПОЛОСНОЙ ДОРОГИ В ТРЕХПОЛОСНУЮ

С целью оценки изменения пропускной способности и коэффициента загрузки после реконструкции двухполосной дороги в трехполосную возьмем план участка, рассмотренного в предыдущем примере при тех же интенсивностях и составе движения (см. рис. 2.11).

При реконструкции проезжая часть и обочины уширены соответственно до 11,25 и 3,5 м за счет подсыпки земляного полотна; проведено частичное исправление трассы увеличением радиусов трех кривых в плане до 450, 350 и 500 м. На этих участках старая проезжая часть отведена под стоянки транспортных средств. Смягчен продольный уклон до 40‰ на участке подъема, длина подъема и спуска уменьшена до 300 м. На протяжении всего участка срезан кустарник, вырублены деревья, удалены заборы, в результате чего обеспечено расстояние видимости не менее 350 м. Ширина проезжей части моста после реконструкции превышает ширину проезжей части дороги на 5 м с каждой стороны. Пешеходные дорожки в населенном пункте и на мосту отделены от проезжей части с помощью ограждений. Все пересечения оборудованы островками и переходно-скоростными полосами клиновидной формы. На протяжении участка нанесена трехполосная разметка проезжей части и установлены дорожные знаки, указатели числа полос и направлений. Минимальная скорость движения на участке после реконструкции составляет 60 км/ч.

На основании этих данных и методики, изложенной в приложении 1, построены линейные графики изменения пропускной способности и коэффициента загрузки на участке трехполосной дороги (см. рис. 2.11).

При этом максимальная пропускная способность в соответствии с п. 2.11 принята равной 4000 авт/ч.

Приложение 6

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В ОДНОМ УРОВНЕ

Пример 1. Исходные данные для расчета пропускной способности пересечения в одном уровне: пересечение необорудованное, суммарная интенсивность движения по главной дороге $N_{гл}=240$ авт/ч, радиусы съездов равны 10 м, про-

дольный уклон главной дороги 25‰, длина подъема 200 м. Доля медленно движущихся автомобилей составляет 15%. Распределение интенсивности по направлениям: $n_л = 15\%$; $n_{пр} = 35\%$.

1. Параметры функции распределения автомобилей в транспортном потоке по главной дороге определяют по формуле 3.3.

По табл. 3.2 $\xi_м = 0{,}55$, так как расстояние от подъема равно 0; по табл. 3.3: $\xi = 0{,}01$ при длине подъема 200 м и уклоне 25‰. $A = 0{,}55\ e^{-0{,}01}$; $A = 0{,}55 \times 1{,}01005 = 0{,}56$.

Параметр B определяют по рис. 3.4; $B = 0{,}27$ $A + B + C = 1$, $C = 1 - 0{,}56 - 0{,}27 = 0{,}17$.

Коэффициент β_1 определяют по рис. 3.57 с учетом А: $\beta_1 = 0{,}68$.

Параметр $t_{гр}$ определяют по рис. 3.6. При заданной интенсивности движения $\Delta t_{гр} = 13{,}8$ с.

Пропускная способность пересечения в приведенных единицах

$$N_{втmax} = 240\left(\frac{0{,}56e^{-0{,}68}}{1 - e^{-0{,}18}} + \frac{0{,}27e^{-3{,}2}}{1 - e^{-0{,}93}} + \frac{0{,}17e^{-5{,}8}}{1 - e^{-1{,}5}}\right) =$$

$$= 240\left(\frac{0{,}56 \cdot 0{,}53}{1 - 0{,}83} + \frac{0{,}27 \cdot 0{,}04}{1 - 0{,}37} + \frac{0{,}17 \cdot 0{,}05}{1 - 0{,}22}\right) = 785 \text{ авт/ч}.$$

Предельная интенсивность движения по второстепенной дороге (см. формулу (3.3)

$$N_{max} = \frac{785 - 1{,}1 \cdot 240 \cdot 0{,}15}{1{,}1 \cdot 0{,}15 + 1{,}0 \cdot 0\ 5 + 0{,}67 \cdot 0{,}35} = 830 \text{ авт/ч}.$$

Следовательно, при заданной интенсивности движения по главной дороге наибольшая суммарная интенсивность движения по второстепенной дороге составляет 830 авт/ч.

Пример 2. Исходные данные для расчета пропускной способности канализированного пересечения в одном уровне: $N_{гл} = 540$ авт/ч, продольный уклон главной дороги 5‰, расстояние до подъема протяжением 200 м и уклоном 40‰ составляет 750 м, доля медленно движущихся автомобилей в потоке 20%; $n_л = 0{,}4$; $n_{пр} = 15$; $N_{гл\ л} = 180$ авт/ч. $A = \xi_м e^{-\xi_п}$; $\xi_м = 0{,}57$; $\xi_п = 0{,}05$; $A = 0{,}55$; $B = 0{,}24$; $C = 0{,}21$ $\beta_1 = 0{,}67$ $\Delta t_р = 11{,}6$ с;

$$N_{вт\ max} = 540\left(\frac{0{,}55e^{-1{,}17}}{1 - e^{-0{,}4}} + \frac{0{,}24e^{-6{,}1}}{1 - e^{-2{,}1}} + \frac{0{,}21e^{-10}}{1 - e^{23{,}4}}\right) =$$

$$= 540\left(\frac{0{,}55 \cdot 0{,}31}{1 - 0{,}67} + \frac{0{,}24 \cdot 0{,}02}{1 - 0{,}12} + 0\right) = 307 \text{ авт/ч};$$

$$N_{mзх} = \frac{307 - 180 \cdot 0{,}6}{0{,}65 \cdot 0{,}4 + 0{,}7 \cdot 0{,}45 + 0{,}1 \cdot 0{,}15} = 330 \text{ авт/ч}.$$

Следовательно, при заданных условиях движения и планировке пересечения на главную дорогу со второстепенной может выйти 330 авт/ч.

ПРИМЕРЫ ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ

Пример 1. Оценить пропускную способность кольцевого пересечения, по которому получены данные по интенсивности движения и распределению потоков по направлениям (картограмму интенсивностей движения см. на рис. 3.9). Состав движения: легковые автомобили — 22%; грузовые малой грузоподъемности — 18%; средней грузоподъемности — 30%; большой грузоподъемности — 16%; автобусы — 6%, автопоезда — 8%. Диаметр центрального островка $D_{ц\,о}=46$ м. Пересекающиеся дороги — двухполосные II категории. Все въезды на кольцевом пересечении однополосные ($n_1=n_2=1$).

Для всех въездов определяют коэффициенты состава движения $k_с$ по формуле (3.7): $k_с=1\cdot0{,}22+1{,}4\cdot0{,}18+1{,}7\cdot0{,}3+2{,}3\cdot0{,}16+2{,}9\cdot0{,}06+3{,}5\cdot0{,}08=1{,}8$.

Для всех въездов $n_1=n_2=1$; по табл. 3.6 находим: $A=1500$; $Б=0{,}67$. При $D_{ц\,о}=46$ м; $C=1$ (см. стр. 63).

Пропускная способность въезда на кольцевое пересечение

$$P_в = \frac{C}{k_с}(A - Б\,N_к).$$

Расчет ведется в табличной форме (табл. 1).

Сравнение коэффициентов загрузки движением на въездах с $z_{опт}=0{,}65$ показывает (см. табл. 1), что на въездах 1 и 3 загрузка движением превышает экономически эффективный уровень, а на въезде 1 близка к режиму практической пропускной способности.

Для повышения пропускной способности данного кольцевого пересечения въезды 1 и 2 необходимо уширить до двухполосного.

При уширении наиболее загруженного въезда 1 до двухполосного будем иметь $n_1=1$; $n_2=2$; $C=1$; $A=1800$; $Б=0{,}45$. Отсюда:

$$P_в = \frac{1}{1{,}8}(1.8 - 0{,}45\cdot703) = 824 \text{ авг/ч};$$

$$z = \frac{456}{824} = 0{,}55 < 0{,}65.$$

Выводы. 1. Данное кольцевое пересечение работает в режиме, близком к практической пропускной способности, что приводит к большим потерям времени автотранспортом.

Для улучшения условий движения необходимо уширить въезды 1 и 3 до двух полос (см. табл. 6.1).

Таблица 1

№ въезда	$к_с$	C	A	$Б$	$N_{к.прив}$ легковых авг/ч	$P_в$, авг/ч	$N_в$, авт ч	z
1	1,80	1,00	1500	0,67	706	570	456	0,80
2	1,80	1,00	1500	0,67	738	559	352	0,63
3	1,80	1,00	1500	0,67	661	587	396	0,67
4	1,80	1,00	1500	0,67	698	574	358	0,62

Примечание. Значения $N_{к.прив}$ получены по картограмме интенсивностей движения (см. рис. 3.9) с учетом коэффициентов $k_с$. Для каждого въезда определяют коэффициент загрузки движения (см. табл. 1).

Таблица 2

№ въезда	k_c	C	n_1	n_2	A	$Б$	$N_{к.прив}$, легковых авт/ч	$P_в$, авт/ч	$N_в$, авт/ч	z
1	1,8	0,95	1	2	1800	0,45	441	845	320	0,38
2	1,8	0,95	1	1	1500	0,67	540	601	180	0,30
3	1,8	0,95	1	2	1800	0,45	577	858	260	0,30
4	1,8	0,95	1	1	1500	0,67	432	639	240	0,38

2. При дальнейшем росте интенсивности движения для обеспечения высокой пропускной способности и эффективной работы кольцевого пересечения необходимо уширение до двух полос движения и въездов 2 и 4 (см. табл. 6.1).

Пример 2. Определить пропускную способность проектируемого кольцевого пересечения Пересекающиеся дороги II и III категорий. Диаметр центрального островка $D_{ц.о}=25$ м. Перспективная интенсивность движения на въездах: $N_1=320$, $N_2=180$; $N_3=260$; $N_4=240$ авт/ч. На всех въездах распределение потоков по направлениям «право», «прямо» и «лево» соответственно 0,25; 0,5; 0,25. Коэффициент состава движения $k_c=1,8$. Число полос движения на всех подходах $n=1$, на въездах 1 и 3 (дорога II категории) $n=2$, на въездах 2 и 4 (дорога III категории) $n_2=1$.

Выполним расчет $N_к$ перед каждым въездом:

$N_{к1}=(0,5+0,25)+0,25\ N_3=240\cdot 0,75+260\cdot 0,25=245$ авт/ч;

$N_{к1прив}=245\cdot 1,80=441$ легковых авт/ч;

$N_{к2}=N_1(0,5+0,25)+0,25\ N_4=320\cdot 0,75+240\cdot 0,25=300$ авт/ч;

$N_{к2прив}=300\cdot 16,0=540$ легковых авт/ч;

$N_{к3}=N_2(0,5+0,25)+0,25\ N_1=180\cdot 0,75+320\cdot 0,25=215$ авт/ч;

$N_{к3прив}=215\cdot 1,80=387$ легковых авт/ч;

$N_{к4}=N_3(0,5+0,25)+0,25\ N_2=260\cdot 0,75\cdot 0,25=240$ авт/ч;

$N_{к4прив}=240\cdot 1,8=432$ легковых авт/ч.

Строим картограмму интенсивностей движения (аналогично примеру 1).

Для въездов 1 и 3 $n_1=1$; $n_2=2$; для въездов 2 и 4 $n_1=n_2=1$.

Значения A и $Б$ принимаем по табл. 3.5.

Для въездов 1 и 3 $A=1800$, $Б=0,45$. Для въездов 2 и 4 (при $n_1=n_2=1$) $A=1500$; $Б=0,67$.

При $D_{ц.о}=25$ м по табл. 5.5 с учетом интерполяции $C=0,95$.

Пропускная способность въездов $P=\dfrac{C}{k_c}(A-БN_к)$.

Расчет ведется в табличной форме (табл. 2).

Затем для каждого въезда определяем коэффициент загрузки движением (табл. 2) $z=\dfrac{N_в}{P_в}$.

На всех въездах $z<0,65$.

Коэффициент запаса пропускной способности каждого въезда до достижения оптимальной загрузки движением $z_{опт}=0,65$ получим по формуле (3.12):

$$x_1=\frac{0,65\cdot 0,95\cdot 1800}{1,8\cdot 320+0,65\cdot 0,95\cdot 0,45\cdot 441}=1,59;$$

$$x_2=\frac{0,65\cdot 0,95\cdot 1500}{1,8\cdot 180+0,65\cdot 0,95\cdot 0,67\cdot 540}=1,69;$$

$$x_3=\frac{0,65\cdot 0,95\cdot 1800}{1,8\cdot 260+0,65\cdot 0\ 95\cdot 0,45\cdot 387}=1,93;$$

$$x_4=\frac{0,65\cdot 0,95\cdot 1500}{1,8\cdot 240\cdot 0,65\cdot 0\ 95\cdot 0,67\cdot 432}=1,51.$$

Следовательно, $x_{min}=1{,}51$.

Коэффициент запаса пропускной способности до достижения режима практической пропускной способности въезда при $z_{пр}=0{,}85$ составляет $x_{min}=1{,}82$.

Пропускная способность всего кольцевого пересечения определяется по формуле (3.13) и для рассматриваемого подъемного пересечения составит: при $z=0{,}65$; $P_{кп}=1{,}51(320+180+260+240)=1510$ авт/ч; при $z=0{,}85$; $P_{кп}=1{,}82(320+180+260+240)=1820$ авт/ч.

Приложение 8

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В ОДНОМ УРОВНЕ НА МНОГОПОЛОСНОЙ ДОРОГЕ

Пример 1. Определить пропускную способность участка разворота с остановкой автомобилей на многополосной дороге при следующих условиях. Интенсивность движения по главной дороге в одном направлении $N_{гл}=1000$ легковых авт/ч. Интенсивность движения по второстепенной дороге в часы пик 200 легк. авт/ч. Суммарная интенсивность движения левоповоротных и правоповоротных потоков 120 легковых авт/ч, через участок разворота проходит 60 легковых авт/ч. Минимальные интервалы времени между автомобилями, выполняющими маневр разворота с остановкой, $\delta t=2{,}2$ с. Граничный интервал времени при 85% обеспеченности $\Delta t_{гр}=8{,}2$ с (табл. 3.8).

Используя формулу (3.14), определяем пропускную способность участка разворота:

$$P=1000\left(\frac{e^{-1000/3600(8{,}2-1)}}{1-e^{-1000/3600\cdot 2\,2}}\right)=249 \text{ легковых авт/ч.}$$

Таким образом, участок, на котором автомобили выполняют маневр разворота с остановкой, может пропустить 249 легковых автомобилей за 1 ч

Пример 2. Определить пропускную способность участка переплетения. Интенсивность движения по главной дороге 1400 авт/ч в одном направлении. Минимальные интервалы времени между автомобилями, выполняющими маневр переплетения, $\delta t=3{,}3$ с

Граничный интервал времени 85% обеспеченности $\Delta t_{гр}=3{,}9$ с (длина участка от места примыкания дороги до участка разворота 400 м). Интенсивность движения по крайней левой полосе

$$N_{лев}=24\cdot 10^{-5}\cdot N_1^2+0{,}117N=24\cdot 10^{-5}\cdot 1400+0{,}117\cdot 1400=634 \text{ легковых авт/ч.}$$

Пропускная способность участка переплетения определяется по формуле (3.14)

$$P_{пл}=634\left(\frac{e^{-634/3600(39-1)}}{1-e^{-634\,3600\cdot 3{,}3}}\right)=863 \text{ легковых авт/ч.}$$

Приложение 9

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА

Пример 1. Автомобильная дорога II категории пересекает однопутную железную дорогу. Ширина проезжей части 7,5 м. Автомобильная дорога на подходах к переезду имеет прямые горизонтальные участки. Железнодорожный пере-

езд большую часть времени открыт. Интенсивность движения по железной дороге не превышает 1—2 поезда/ч.

Расчет пропускной способности переезда осуществляют в такой последовательности.

1. Определяют свободную скорость автомобилей через переезд: $v_0 = 45$ км/ч.

2. Устанавливают, что легковых автомобилей в потоке 50% и через переезд проходит 1 поезд в 1 ч.

3. По результатам обследования определяют, что плотность движения автомобилей равна 20 авт-км.

Из табл. 3.7 берут значения q_0 и q_{max}, которые соответственно равны 15 и 80 авт-км.

4. По результатам измерений ровности определяем, что она является хорошей.

5. Из табл. 3.9—3,3 находят коэффициенты снижения пропускной способности: $\beta_1^{(п)} = 0{,}93$; $\beta_2^{(п)} = 0{,}98$; $\beta_3^{(п)} = 0{,}96$; $\beta_4^{(п)} = 1$; $\beta_5^{(п)} = 1$.

Пропускную способность железнодорожного переезда для первого случая определяют по формуле (3.17):

$$P_{ж.д} = N_{max} = 0{,}5 \cdot 45 \cdot 80 \left(1 - \frac{80 - 2 \cdot 15}{2\,(80 - 15)}\right) = 1100 \text{ авт/ч}.$$

Если нельзя получить данные экспериментальным путем, пропускную способность железнодорожного переезда определяют по формуле (3.19), используя данные табл. 3.9—5.3. Для данного примера пропускная способность $P_{ж.п}$ переезда равна 1300 авт/ч.

Коэффициенты снижения пропускной способности $\beta_1^{(п)}$; $\beta_2^{(п)}$; $\beta_3^{(п)}$; $\beta_4^{(п)}$; $\beta_5^{(п)}$ приведены в п. 3.32.

Подставляя все значения, получим $P_{ж.п} = 1300(0{,}93 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}96 \cdot 1 \cdot 1) = 1144$ авт/ч.

Пример 2. Автомобильная дорога III категории с проезжей частью шириной 7,5 м пересекает двухпутный железнодорожный переезд.

Обследованиями установлено:

1) интенсивность движения по железной дороге 8 поездов/ч, легковых автомобилей в потоке 30%;

пропускная способность полосы движения автомобилей дороги вне зоны переезда равна 1300 авт/ч;

2) ровность дорожного покрытия удовлетворительная;

3) участок дороги в зоне переезда имеет кривую в плане радиусом 200 м, расположенную в 100 м от переезда;

4) угол пересечения автомобильной дороги с железной равняется 60°.

Из табл. 3.10—3.13 коэффициенты снижения пропускной способности $\beta_2^{(п)} = 0{,}87$; $\beta_3^{(п)} = 0{,}62$; $\beta_4^{(п)} = 0{,}99$; $\beta_5^{(п)} = 0{,}97$.

Пропускная способность железнодорожного переезда по формуле (3.19) $P_{ж.п} = 1300(0{,}87 \cdot 0{,}62 \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}97) = 673$ авт/ч.

Приложение 10

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЪЕЗДОВ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В РАЗНЫХ УРОВНЯХ

Пример 1. Определить пропускную способность правоповоротного съезда пересечения по типу полного клеверного листа, имеющего полосу ускорения. Радиус съезда 125 м, продольный уклон на подъеме съезда 30‰, длина подъема 200 м, расстояние видимости 200 м; легковых автомобилей — 20%, тяжелых (автопоездов) в потоке на съезде — 10%. Дорожные условия на главной дороге: интенсивность движения по основной полосе — 600 авт/ч, тяжелых автомоби-

лей — 12%, расстояние от предыдущего съезда, на котором нет переходно-скоростной полосы,— 600 м.

Для этих условий коэффициент A равен 0,82 (табл. 4.3); по графику (рис. 4.3) коэффициент $B=0{,}18$; $D=1-2(A+B)=0$, по графику (рис. 4.4) коэффициент $\beta=0{,}91$; $\Delta t_{гр}=3$ с, $\delta t=3{,}6$ с.

Параметр распределения

$$\lambda=\frac{N_0}{3600}\Delta t_{гр}=\frac{600}{3600}=0{,}5.$$

Максимальная интенсивность движения на съезде из условия вливания в основной поток

$$N_c=N_0\left(\frac{0{,}82e^{-99\cdot0{,}5}}{1-e^{-91\cdot0{,}6}}+\frac{0{,}18e^{-1{,}8\cdot0{,}5}}{1-e^{-1{,}8\cdot0{,}6}}\right)=600\left(\frac{0{,}82\cdot0{,}64}{1-0{,}57}+\right.$$

$$\left.+\frac{0{,}18\cdot0{,}407}{1-0{,}34}\right)=795 \text{ авт/ч}.$$

По формуле (2.1) с учетом положения п. 2.4 устанавливают пропускную способность съезда: $P_c=P_{max}\,\psi_4\psi_5\psi_6=1800\cdot0{,}93\cdot0{,}90\cdot0{,}9=1355$ авт/ч.

Пропускная способность съезда определяется условиями вливания в основной поток $P_c>N_c$ и составляет 795 авт/ч.

Пример 2. Определить пропускную способность левоповоротного съезда № 1 пересечения по типу полного клеверного листа, не имеющего переходно-скоростных полос. Схема распределения интенсивности движения по основным полосам и смежному левоповоротному съезду № 2 представлена на рис. 1.

Радиус въезда № 1 равен 75 м, продольный уклон на подъеме этого съезда 20‰, длина подъема 200 м и в потоке на съезде легковых автомобилей — 20%; тяжелых — 10%; расстояние видимости — 175 м. В основном потоке 18% тяжелых автомобилей.

Из табл. 4.3 коэффициент A для приведенных условий равен 0,51, $\Delta t_{гр}$, согласно графику на рис. 4.1 (кривая 1), равен 6,4 с; $\delta t=3{,}6$ с.

В соответствии с графиками (рис. 4.3 и 4.4) коэффициенты $B=0{,}33$; $\beta_1=0{,}71$; $D=1-(A+B)=0{,}16$.

Параметр распределения $\lambda=\frac{620}{3500}\cdot6{,}4=1{,}1$

Максимальная интенсивность движения на съезде из условия вливания в основной поток:

$$N_c=N_0\left(\frac{0{,}57e^{-0{,}71\cdot1{,}1}}{1-e^{-0{,}71\cdot962}}+\frac{0{,}33e^{-1{,}6\cdot1{,}1}}{1-e^{-1{,}8\cdot962}}+\frac{0{,}16e^{-3{,}2\cdot1{,}1}}{1-3{,}0\cdot962}\right)=$$

$$=620\left(\frac{0{,}57\cdot0{,}46}{1-0{,}65}+\frac{0{,}33\cdot0{,}14}{1-0{,}33}+\frac{0{,}16\cdot0{,}04}{1-0{,}15}\right)=515 \text{ авт/ч}.$$

По формуле (2.1) с учетом положений п. 2.4 устанавливают пропускную способность съезда: $P_c=P_{max}\psi_4\psi_5\psi_6=1800\cdot0{,}94\cdot0{,}9\cdot0{,}85=1260$ авт/ч.

Пропускная способность съезда определяется условиями вливания в основной поток ($P_c>N_c$) и составляет 515 авт/ч.

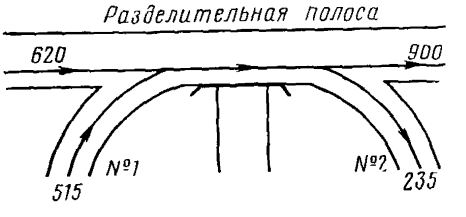


Рис. 1. Схема распределения потоков на пересечении в разных уровнях

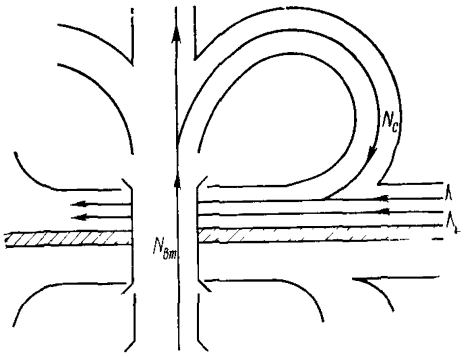


Рис. 2. Схема распределения потоков автомобилей при наличии левоповоротного съезда

Пример 3. Определить пропускную способность съезда и участка въезда на автомобильную магистраль. Запроектированный левоповоротный съезд пересечения типа клеверный лист имеет следующие геометрические параметры: $R=30$ м; $\alpha=275°$.

Переходно-скоростных полос перед съездом и за ним не предусмотрено. Основные дороги запроектированы четырехполосными. Легковых автомобилей в составе движения 30%. Интенсивность движения на внешних полосах пересекающихся дорог (рис. 2): $N_{вт}=550$ авт/ч; $N^{I}_{гл}=400$ авт/ч; $N_c=250$ авт/ч.

По внутренней полосе на участке въезда на автомобильную магистраль $N^{II}_{гл}=350$ авт/ч.

Условная плавность закругления определяется по формуле (4.1): $\alpha_{рад}=275°\times$ $\times 0{,}017453=4{,}8$;

$$p=\frac{R}{\alpha\cdot 100}=\frac{20}{4{,}8\cdot 100}=0{,}062.$$

Предельную величину интенсивности движения на съезде принимают равной перспективной интенсивности движения ($N_c=250$ авт/ч) и определяют при этом условии предельную интенсивность движения на внешней полосе участка въезда. Для этого используют номограмму на рис. 4.6 (пунктирные линии).

При максимальной плотности движения на внешней полосе перед съездом $N^{I}_{гл(max)}=480$ авт/ч.

Приложение 11

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВ В ПРЕДЕЛАХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СЕЛЬСКОГО ТИПА

Пример 1. Населенный пункт А расположен на прямом горизонтальном участке автомобильной дороги, длина застройки $L=0{,}6$ км, расстояние от кромки проезжей части до линии застройки $l=8$ м, сооружения обслуживания отсутствуют, интенсивность движения на пешеходном переходе в часы «пик» $N_п=70$ чел/ч. Для всех рассматриваемых далее примеров принято, что ширина проезжей части автомобильной дороги 7,5 м, ширина обочины 2,5—3 м, интенсивность движения автомобилей $N=1200$ авт/ч.

Свободная скорость движения в населенном пункте А по формуле (5.2) $v=57{,}28-8{,}1\cdot 0{,}6+2{,}3\cdot 8-0{,}38\cdot 0{,}6\cdot 8=72{,}64$ км/ч.

Скорость движения автомобилей в зоне пешеходного перехода по формуле (5.3) $v_п=25{,}4-0{,}06\cdot 70\cdot 0{,}008\cdot 1200+0{,}38\cdot 72{,}64=39{,}2$ км/ч.

Пропускная способность участка дороги в пределах населенного пункта А в первом приближении можно определить по графику (рис. 5.2). Она составит $P_{нп}=1750$ авт/ч. Точнее вычисляют по формуле (5.6): $P_{нп}=(1968{,}8-487{,}5\cdot 0{,}6+11{,}2\cdot 8+7{,}5\cdot 0{,}6\cdot 8)\cdot 1=1801{,}9$ авт/ч. Коэффициент $k_1=1$ берут из табл. 5.2.

Определим пропускную способность участка дороги в пределах населенного пункта, аналогичного населенному пункту А, но с расстоянием от кромки проезжей части до линии застройки $l=20$ м:

$P_{н.п}=(1968{,}8-487{,}5\cdot 0{,}6+11{,}2\cdot 20+7{,}5\cdot 0{,}6\cdot 20)\cdot 1=1990{,}3$ авт/ч.

Пример 2. Населенный пункт В расположен на прямом горизонтальном участке автомобильной дороги, длина застройки $L=1{,}65$ км, расстояние от кромки проезжей части до линии застройки $l=12$ м. В населенном пункте имеется стоянка у сооружения обслуживания, оборудованная за счет уширения обочины, расположенная с двух сторон дороги. Интенсивность движения пешеходов через дорогу на первом переходе $N_п=120$ чел/ч, на втором $N_п=210$ чел/ч. Второй пешеходный переход находится у стоянки автомобилей.

$k_1=0{,}8$ (по табл. 5.2) и $k_2=0{,}7$ (см. п. 5.12); изменение пропускной способности наблюдается на расстоянии 50 м в каждую сторону от пешеходного перехода.

$k_2=0{,}8$ (п. 5.12); изменение пропускной способности наблюдается на расстоянии 50 м в каждую сторону от границы стоянки автомобилей.

Пропускную способность участка дороги в пределах населенного пункта В определяют (формула 5.6) в три этапа:

1) участок вне зоны пешеходного перехода и стоянки у сооружения обслуживания;

2) участок первого пешеходного перехода;

3) участок стоянки автомобилей и второго пешеходного перехода.

Для первого участка $P_{н\,п}=(1968{,}8-487{,}5\cdot 1{,}65+211{,}2\cdot 12+7{,}5\cdot 1{,}65\cdot 12)\cdot 1=1447{,}32$ авт/ч.

Для второго участка $P_{н\,п}=(1968{,}8-487{,}5\cdot 1{,}65+11{,}2\cdot 12+7{,}5\cdot 1{,}65\cdot 12)\cdot 0{,}8=1157{,}86$ авт/ч.

Для третьего участка $P_{н\,п}=(1968{,}8-487{,}5\cdot 1{,}65+11{,}2\cdot 12+7{,}5\cdot 1{,}65\cdot 12)\cdot 0{,}7\times 0{,}8=810{,}5$ авт/ч.

Приложение 12

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ НА ДВУХПОЛОСНЫХ ДОРОГАХ

Пример 1. Рассчитать пропускную способность большого мостового перехода. Исходные данные: ширина проезжей части на подходе к мосту 7,5 м, ширина проезжей части моста 7 м; длина моста 100 м. Подходы к мосту горизонтальные и прямолинейные; мост горизонтальный и прямолинейный. Загрузка встречной полосы движения более 0,8.

Пропускную способность полосы движения моста рассчитывают по формуле (5.7): $P_м=420+43\cdot 7-2{,}285\cdot 100+0{,}257\cdot 7\cdot 100=680$ авт/ч.

Пропускную способность полосы движения на подходе к мосту определяют по формуле (2.4): $P=413+27\cdot 7{,}5-4{,}07\cdot 0+434{,}6\cdot 1=1050$ легковых авт/ч.

Ввиду того что полученное значение пропускной способности моста (680 авт/ч) меньше пропускной способности на подходе (1050 авт/ч), пропускную способность мостового перехода принимают равной пропускной способности моста (680 авт/ч).

Пример 2. Определить пропускную способность мостового перехода. Исходные данные: ширина проезжей части моста 8 м, длина моста 200 м. Мост имеет продольный уклон 20‰, расположен на кривой в плане с $R=800$ м, ширина проезжей части на подходе 8 м, продольный уклон 30‰ и на подходе к мосту имеется кривая в плане $R=600$ м. Загрузка встречной полосы более 0,8.

Пропускную способность полосы движения моста определяют согласно пункту 2.22 по формуле (5.8), пропускную способность полосы движения (P) согласно пункту 5.23 по формуле (2.4) $P=413+27\cdot 8-4{,}07\cdot 20+0{,}65\cdot 800+434{,}6\times 1=818{,}4$ легковых авт/ч.

По табл. 5.6 для данного моста коэффициент снижения пропускной способности $k_м=0{,}6$.

Затем по формуле (5.9) рассчитывают пропускную способность моста $P=818{,}4\cdot 0{,}6=419$ легковых авт/ч.

Пропускную способность полосы движения на подходе к мосту определяют по формуле (2.4): $P=413+27\cdot 8-4{,}07\cdot 30+0{,}065\cdot 600+43{,}46=980$ легковых авт/ч.

Полученное значение пропускной способности моста ($P_м=491$ легк. авт/ч) меньше пропускной способности подхода, поэтому пропускную способность мостового перехода принимают равной пропускной способности моста (491 легковых авт/ч).

Пример 3. Определить пропускную способность моста, находящегося в эксплуатации. Исходные данные: ширина проезжей части моста 9 м; длина моста 150 м. Состав потока: легковые автомобили — 50%; грузовые — 28%; автопоезда — 22%.

Пропускную способность полосы движения моста оценивали согласно п. 5.24. Для этой цели измерили скорости автомобилей на мосту согласно пп. 2.2—2.4 Руководства. Результаты измерения скоростей автомобилей на мосту показали, что средняя скорость легковых автомобилей 58 км/ч, грузовых — 42 км/ч и автопоездов — 40 км/ч. Среднюю скорость автомобилей ($\bar{v}_0$) с учетом состава движения определяют по формуле $\bar{v}_0=\bar{v}_л n_л+\bar{v}_{гр}n_{гр}+\bar{v}_{ав}n_{ав}=58\cdot 0{,}5+42\cdot 0{,}28+40\times 0{,}22=50$ км/ч.

Согласно пп. 2.2—2,4 определяют максимальную плотность потока автомобилей; согласно п. 2.2 находят максимальную плотность потока автомобилей. Для этой цели согласно п. 2.2 рассчитывают средний интервал $l_{расч}$ по формуле (2.3) для наблюдаемого на мосту состава движения $l_{расч}=0{,}5^2\cdot 7{,}3+0{,}5\cdot 0{,}28\times 9{,}3+0{,}5\cdot 0{,}22\cdot 13{,}2+0{,}28\cdot 0{,}5\cdot 9+0{,}28^2\cdot 9{,}7+0{,}28\cdot 0{,}22\cdot 14{,}1+0{,}22\cdot 0{,}5\cdot 13+0{,}22\times 0{,}28\cdot 14{,}2+0{,}22^2\cdot 17{,}8=10{,}608$ м

По формуле (3.4) определяют максимальную плотность $q_{max}=\dfrac{1000}{10{,}608}=94{,}26$ авт-км.

Затем, согласно п. 5.24, по формуле (5.9) рассчитывают пропускную способность полосы движения на мосту: $P=0{,}101\cdot 49{,}56\cdot 94{,}26=470$ авт/ч.

Приложение 13

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛОСЫ ДВИЖЕНИЯ УЧАСТКА В ЗОНЕ ПРИДОРОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Исходные данные: горизонтальный участок двухполосной автомобильной дороги с проезжей частью шириной $b=7{,}5$ м, радиус кривой в плане $R=1000$ м, легковых автомобилей в составе движения 40% ($n=0{,}4$). На данном участке расположено придорожное предприятие питания. Стоянка не отделена от проезжей части, переходно-скоростные полосы отсутствуют.

Расчет пропускной способности полосы движения с учетом сочетания основных элементов дороги выполняют по формуле (2.4): $P=413+27\cdot 7{,}5-4{,}07\cdot 0+0{,}065\cdot 1000+434{,}6\cdot 0{,}4=855$ авт/ч

Пропускную способность полосы движения с учетом размещения придорожного предприятия питания определяют согласно п. 5.23 и табл. 5.5: $P_{с\,о}=855\times 0{,}74=633$ авт/ч.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДОРОГ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

Пример 1. Определить пропускную способность участка горной дороги, находящегося в эксплуатации.

Исходные данные: угол поворота трассы 30°, радиус внешней кривой в плане 100 м; за кривой вставка длиной 120 м; загрузка встречной полосы $z>0{,}45$; плотность $q=80$ авт-км.

Согласно формуле (5.15) определяют исходные данные в следующем порядке:

1) коэффициент $\omega=0{,}7$ (в соответствии с п. 4.25);

2) скорость свободного движения определяют согласно формуле (5.18) $v=69{,}25\ I^{-0{,}192}=69{,}25\cdot 3^{-0{,}192}=56{,}07$ км/ч;

3) ввиду того что длина прямой равна 120 м, вводят дополнительный коэффициент, учитывающий пространственное расположение трассы согласно п. 5.26 ($\gamma=0{,}80$);

4) эмпирический коэффициент $\alpha=0{,}15$;

5) подставляя полученные данные в формулу $P=0{,}7\cdot 0{,}80\cdot 0{,}15\cdot 56{,}07\cdot 80=377$ авт/ч.

Пример 2. Определить пропускную способность перевального участка горной дороги.

Исходные данные: участок с продольным уклоном 60‰, на километр приходятся пять кривых в плане; радиус кривой 80 м; высота 2000 м над уровнем моря, до следующей смежной кривой 300 м.

Из табл. 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 находят коэффициенты снижения пропускной способности: $\beta_1^2=0{,}82$; $\beta_2^2=0{,}86$; $\beta_3^2=0{,}95$; $\beta_4^2=0{,}66$.

Определяют пропускную способность по формуле (5.13) $P=0{,}82\cdot 0{,}86\cdot 0{,}66\times\times 0{,}95\cdot 1800=796$ авт/ч.

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭВМ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПО ДВУХПОЛОСНЫМ ДОРОГАМ[1]

С помощью комплекса программ для имитационной модели движения транспортных потоков на дорогах с двумя полосами можно определить такие характеристики потоков автомобилей: распределение скоростей разных типов автомобилей в потоке; потери времени быстро движущихся автомобилей; продолжительность поездки; число быстро движущихся автомобилей в очереди и количество обгонов, характеризующих свободу маневрирования; среднюю плотность потока. Эти показатели можно получить как для отдельных участков дороги, так и для всего маршрута.

В данном комплексе рассмотрены двухполосные автомобильные дороги, полосы которой разбиты на определенное число однородных участков, каждый из них характеризуется допустимой скоростью, разрешением или запретом обгона, наличием знаков и т. д. Диапазон возможных скоростей автомобилей разбит на заданное число полуинтервалов, нахождение скорости в том или ином полуинтервале влияет на решения, принимаемые водителем при изменении режима движения своего автомобиля.

[1] Программа может быть получена на кафедре проектирования дорог МАДИ.

Имитационный комплекс реализован на алгоритмическом языке ФОРТРАН и функционирует под управлением ДОС ЕС ЭВМ. Для эксплуатации комплекса необходимо задать начальные условия имитации движения и исходные данные:

1) массивы, описывающие элементы маршрута, по которому будут произведены имитационные эксперименты;

2) массивы, описывающие взаимосвязи и типы автомобилей, участвующие в имитационных экспериментах,

3) массивы, определяющие условия и параметры совершения обгонов;

4) массивы, описывающие обработанные результаты имитационных экспериментов.

Время работы комплекса зависит от заданных интенсивности движения, числа и длин участков дороги, по которым производится имитационный эксперимент.

Приложение 16

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭВМ ДВИЖЕНИЯ ПЛОТНОГО ПОТОКА АВТОМОБИЛЕЙ [1]

Имитационный комплекс программ для моделирования на ЭВМ движения плотных транспортных потоков с учетом наличия средств управления движением и геометрических элементов дороги можно использовать для определения пропускной способности автомобильных дорог, исследования характеристик движения плотных транспортных потоков, режима движения колонны автомобилей различной длины.

В данном комплексе рассмотрен участок двухполосной автомобильной дороги, по которому движется колонна из N автомобилей по одной полосе без обгона. Поток состоит из n типов автомобилей. Учет влияния водительского состава на режим колонного движения позволил выделить три группы водителей (опытные, средней квалификации и неопытные). Для каждой группы характерно индивидуальное время реакции на изменение дорожных условий.

Имитационный комплекс построен с применением унифицированного имитационного моделирования на основе агрегатов. Автомобили плотного потока движутся друг за другом, соблюдая безопасную дистанцию, зависящую от скорости, видимости, погодных условий, типа автомобиля, квалификации водителя.

Имитационный комплекс реализован на алгоритмическом языке ПЛ/1 и функционирует под управлением ДОС ЕС ЭВМ.

Для эксплуатации комплекса необходимо задать начальные условия имитации движения и данные:

1) массив всех типов автомобилей, которые могут принять участие в имитационном эксперименте;

2) массив, описывающий элементы маршрута, по которому будет произведен имитационный эксперимент;

3) массив, описывающий взаимосвязи и типы автомобилей, участвующих непосредственно в данном имитационном эксперименте;

4) вектор, описывающий параметры взаимосвязей автомобилей.

Время работы комплекса зависит от числа автомобилей и элементов автомобильной дороги, участвующих в моделировании, а также от длины элементов дороги, по которым производится имитационный эксперимент.

---

[1] Программа может быть получена на кафедре проектирования дорог МАДИ.

Приложение 17

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭВМ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ЧЕТЫРЕХПОЛОСНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ МАГИСТРАЛИ [1]

Комплекс программы имитационного моделирования движения транспортных потоков по четырехполосной автомобильной магистрали предназначен для определения ее транспортно-эксплуатационных показателей. С помощью имитационного комплекса можно определить: коэффициент загрузки и пропускную способность каждой полосы движения и всей автомобильной магистрали, грузопровозную и пассажиропровозную способности дороги, время сообщения, количество быстродвижущихся автомобилей в транспортном потоке и потери времени ими, число автомобилей в очередях и группах, стоимость проезда, расход топлива и другие транспортно-эксплуатационные качества в зависимости от поставленной задачи.

Имитационный комплекс построен в виде агрегативной системы, состоящей из трех взаимодействующих подсистем, описываемых схемой кусочно-непрерывного агрегата: движение автомобилей по первой (внешней) полосе, движение автомобилей по второй (внутренней) полосе, поиск возможности совершения маневра смены полосы и совершения этого маневра.

Имитационный комплекс реализован на алгоритмическом языке ФОРТРАН-IV и функционирует под управлением ДОС ЕС ЭВМ.

Для эксплуатации комплекса необходимы исходные данные и начальные условия:

1) массивы, описывающие характеристики автомобильной магистрали — длину участков, возможные запреты смены полосы, общую протяженность;

2) массивы, описывающие состав движения, скорости как по каждой полосе, так и при смене полосы;

3) массивы, описывающие расстояния между автомобилями при их взаимодействии;

4) массивы, описывающие расстояния, принимаемые водителями при смене полосы;

5) массивы, описывающие грузовые, пассажирские, топливные, стоимостные и другие экономические показатели.

Задают также интенсивность движения, продолжительность моделирования, количество автомобилей на полосах, время первоначального появления автомобилей и другие показатели.

Результаты имитационного моделирования печатаются в виде таблиц или по заданному формату во время моделирования или по окончании заданного времени моделирования.

Приложение 18

ПРОГРАММА КОМПЛЕКСНОГО РАСЧЕТА НА ЭВМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ [2]

Программа предназначена для оценки транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог как проектируемых, так и существующих, позволяет определять для различных участков дорог их пропускную способность, коэффициенты загрузки движением, коэффициенты аварийности, ожидаемое количество

[1] Программа может быть получена на кафедре проектирования дорог МАДИ или на кафедре экономики и организации строительства Рижского политехнического института.

[2] Программа может быть получена на кафедре проектирования дорог МАДИ.

дорожно-транспортных происшествий, величину потерь народного хозяйства от них. Программа составлена на языке АЛГОЛ-60 применительно к транспорту типа ТА-1м.

Алгоритмом программы предусмотрены:

1) ввод исходных данных в виде параметров уравнений и таблиц для определения частных коэффициентов аварийности, коэффициентов тяжести, коэффициентов снижения пропускной способности, размера потерь от одного происшествия; массивов, показывающих изменение отдельных характеристик дорожных условий по длине дороги; данных об интенсивности и составе движения для различных участков;

2) расчет положения границ участков, однородных по дорожным условиям и интенсивности движения; значений частных коэффициентов аварийности, итогового коэффициента аварийности, частных и итогового коэффициентов тяжести, количестве дорожно-транспортных происшествий и потерь от них для каждого однородного участка; общего размера потерь от дорожно-транспортных происшествий для всей дороги; пропускной способности и коэффициента загрузки;

3) выдача результатов расчета в виде таблиц итоговых коэффициентов аварийности, потерь от дорожно-транспортных происшествий, пропускной способности и коэффициентов загрузки дороги движения.

Выявление опасных участков и участков заторов возможно непосредственно по таблицам результатов или путем их использования для построения линейных графиков коэффициентов загрузки или аварийности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
Раздел 1 Основные характеристики движения потока автомобилей . 4
Раздел 2. Методы оценки пропускной способности дорог 14
Раздел 3. Пропускная способность пересечений в одно муровне и железнодорожных переездов 32
Раздел 4. Пропускная способность пересечений в разных уровня . . 44
Раздел 5. Пропускная способность сложных участков дорог . . . 50
Раздел 6. Мероприятия по стадийному повышению пропускной способности дорог 58
Приложение 1. Измерение пропускной способности отдельных элементов дорог 63
Приложение 2. Методика расчета оптимальной загрузки дорог движением 63
Приложение 3. Пример определения оптимальной загрузки дороги движением 68
Приложение 4. Расчет пропускной способности дорог с учетом погодно-климатических факторов 73
Приложение 5. Построение линейного графика изменения пропускной способности и коэффициента загрузки для оценки проекта реконструкции двухполосной дороги в трехполосную 75
Приложение 6. Примеры расчета пропускной способности пересечений в одном уровне 75
Приложение 7. Примеры оценки пропускной способности кольцевых пересечений 77
Приложение 8. Расчет пропускной способности пересечений в одном уровне на многополосной дороге 79
Приложение 9. Примеры расчета пропускной способности железнодорожного переезда 79
Приложение 10. Примеры расчета пропускной способности съездов пересечений в разных уровнях 80
Приложение 11. Примеры расчета пропускной способности участков в пределах населенных пунктов сельского типа 82
Приложение 12. Примеры расчета пропускной способности мостовых переходов на двухполосных дорогах 83
Приложение 13. Примеры расчета пропускной способности полосы движения участка в зоне придорожных сооружений обслуживания 84
Приложение 14. Примеры расчета пропускной способности дорог в горной местности 85
Приложение 15. Программа моделирования на ЭВМ движения транспортных потоков по двухполосным дорогам 85
Приложение 16. Программа моделирования на ЭВМ движения плотного потока автомобилей 86
Приложение 17. Программа моделирования на ЭВМ движения транспортных потоков по четырехполосной автомобильной магистрали 87
Приложение 18. Программа комплексного расчета на ЭВМ показателей транспортно-эксплуатационных качеств автомобильной дороги . . . 87

gost.e-ecolog.ru