

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автомобильных дорог

Е.Б. ТАУРИТ

ТРАНСПОРТНО- ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ И ДИПЛОМНОМУ
ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург
2008

УДК 625.76(076.5)

ББК 39.311-08я73

Т23

Рецензент

доцент, кандидат технических наук Т.И. Коршунова

Таурит Е.Б.

Т23 Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог: методические указания к курсовому и дипломному проектированию / Е.Б. Таурит – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2008.–39с.

Методические указания содержат методику оценки транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и сравнение их вариантов по степени обеспечения безопасности движения. Служат для оценки проектных решений по показателям скорости, безопасности движения и пропускной способности.

Методические указания предназначены для выполнения курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Эксплуатация транспортных сооружений» для студентов специальности 270205 – Автомобильные дороги и аэродромы очной и заочной форм обучения.

ББК 39.311-08я73

© Таурит Е.Б., 2008

© ГОУ ОГУ, 2008

Содержание

Введение.....	4
1 Содержание курсового проекта.....	6
2 Определение средней скорости движения автомобиля.....	6
3 Оценка безопасности движения методом коэффициентов безопасности.....	9
4 Оценка безопасности движения по дороге методом коэффициентов аварийности.....	11
5 Установление очередности перестройки опасных участков.....	22
6 Оценка пропускной способности дороги.....	23
7 Построение линейного графика пропускной способности и уровня загрузки дороги движением.....	31
Список использованных источников.....	33
Приложение А Таблицы для расчета максимально возможных скоростей движения транспортного потока.....	34

Введение

В единой транспортной системе России существенную роль играет автомобильный транспорт. Им перевозится основная часть грузов и пассажиров. По сравнению с другими видами автомобильный транспорт имеет ряд преимуществ – относительно большую скорость и маневренность, малую себестоимость перевозок на коротких расстояниях, возможность бесперегрузочных перевозок.

Автомобильная дорога – это комплекс сооружений, предназначенных обеспечить безопасную, высокопроизводительную и эффективную работу автомобильного транспорта по перевозке грузов и пассажиров в соответствии с задачами экономики страны. Эффективность работы автомобильного транспорта во многом зависит от технического уровня и состояния автомобильных дорог. При ухудшении технического состояния дорог снижаются производительность и безопасность движения автомобилей, повышается себестоимость перевозок.

Под эксплуатацией дорог понимают наиболее эффективное использование дорог для обеспечения безопасного, удобного, круглогодичного движения автомобилей с заданными скоростями и нагрузками с максимальным эффектом для экономики страны.

Темпы роста грузооборота в настоящее время существенно превышают темпы дорожного строительства. Дороги с каждым годом должны выполнять все более возрастающую работу по перевозке грузов и пассажиров, что не может не отразиться на их техническом состоянии. Поэтому научно обоснованное содержание дорог приобретает все большую значимость.

С каждым годом эксплуатации дорог уделяется большее внимание. Основными проблемами эксплуатации дорог в настоящее время являются:

- повышение безопасности движения;
- изучение работоспособности и установление сроков службы;
- оценка условий работы дороги под действием автомобильного движения и природных факторов;
- зимнее содержание дорог;
- разработка прогрессивной технологии содержания и ремонта дорог на основе комплексной механизации.

Решение этих вопросов не возможно без глубоких научных знаний. В процессе эксплуатации дороги под воздействием движения и природно-климатических факторов состояние земляного полотна и дорожных одежд изменяется. И важно в современных условиях развития экономики страны своевременно и правильно оценить состояние дороги и на основе такой оценки принять необходимые меры для приведения транспортно-

эксплуатационных показателей в соответствии с требованиями автомобильного движения. Основными транспортно-эксплуатационными показателями автомобильных дорог являются:

- обеспеченная скорость и пропускная способность;
- уровень загрузки дороги;
- непрерывность и безопасность движения.

Все перечисленные качества необходимо рассматривать в комплексе, поскольку ухудшение какого-либо из них, как правило, оказывает влияние на условия движения. Комплексная оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог позволяет установить единый показатель, который в совокупности отражает технический уровень дороги и ее эксплуатационное состояние по основным потребительским качествам.

В СниПе 2.05.02-85* (п. 2.2) [1] указывается, что при проектировании элементов плана и продольного и поперечных профилей следует проводить оценку проектных решений по показателям скорости, безопасности движения и пропускной способности, в том числе и в неблагоприятное время года. Для оценки транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и сравнение их вариантов по степени обеспечения безопасности движения в настоящее время наиболее часто используют методы коэффициентов аварийности и безопасности.

В данных методических указаниях приведен исходный справочный материал и методика расчета для определения скоростей и построения их эпюры, графиков коэффициентов безопасности, аварийности и пропускной способности, а так же излагается последовательность выполнения работ при построении графиков коэффициентов безопасности, аварийности, пропускной способности и коэффициентов загрузки. Каждый раздел, который включен в содержание расчетно-пояснительной записки и входит в объем курсового проекта по дисциплине «Эксплуатация транспортных сооружений», или в раздел выпускной квалификационной работы по специальности 270205, содержит теоретические основы, методику расчета и требования к определяемым показателям. Более подробную информацию по рассматриваемым вопросам студенты могут получить, воспользовавшись литературными источниками, приведенными в списке использованных источников.

1 Содержание курсового проекта

Курсовой проект выполняется, как заключительный по курсу «Эксплуатация транспортных сооружений». Цель проекта – закрепить знания, полученные при изучении курса при оценке транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и сравнить их варианты по степени обеспечения безопасности движения. Исходными данными для выполнения проекта являются:

- топографическая карта местности;
- перспективный состав и интенсивность движения на главной дороге;
- перспективный состав и интенсивность движения на пересечениях и примыканиях;
- район эксплуатируемой дороги;
- ежегодный процент прироста интенсивности движения;
- тип покрытия на существующей дороге.

В состав проекта входят: расчетно-пояснительная записка и графическая часть. Содержание расчетно-пояснительной записки:

- нормативные параметры существующей дороги;
- дорожно-климатические условия района эксплуатируемой дороги;
- описание плана трассы, продольного и поперечных профилей существующей дороги;
- определение средней скорости движения автомобилей;
- оценка безопасности движения методом коэффициентов безопасности;
- оценка безопасности движения по дороге методом коэффициентов аварийности;
- установление очередности перестройки опасных участков;
- оценка пропускной способности дороги;
- построение линейного графика пропускной способности и уровня загрузки дороги движением.

Перечень графического материала:

- план трассы;
- продольный и поперечные профили;
- дорожно-климатический график;
- график скоростей движения и коэффициентов безопасности;
- график итоговых коэффициентов аварийности;
- линейный график пропускной способности и коэффициентов загрузки.

Относительный объем отдельных разделов проекта предусматривает использование средств автоматизации проектно-вычислительных работ.

2 Определение средней скорости движения автомобилей

Скорость движения является одним из основных показателей при технико-экономическом сравнении запроектированных вариантов и оценке транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог.

Одним из более распространенных методов расчета скорости движения является метод кандидата технических наук А.Е. Бельского, который позволяет определить скорость движения в любой точке продольного профиля дороги, как на прямолинейных его участках, так и на вертикальных кривых.

По А.Е. Бельскому [3], величину скорости в произвольной точке вертикальной кривой следует определять по формуле:

$$V = \sqrt{\frac{(V_0^2 \pm z) \cdot e^{-2x} \pm mx \mp z}{z}} \quad (2.1)$$

где V^2 - скорость, принятая в начальной точке вертикальной кривой, при $X = 0$ м/с

$$h = \frac{b \cdot d}{\delta \cdot G} \quad (2.2)$$

$$m = \frac{G}{b \cdot r} \quad (2.3)$$

$$z = \frac{n}{2n} \pm \frac{1}{b} [a - G(j \pm i_1)] \quad (2.4)$$

где e – основание натуральных логарифмов; $e = 2,7182$.

В формулах (2.1) и (2.4) знаки в верхней строке принимать для выпуклых кривых, знаки в нижней строке – для вогнутых; $+i_1$ - для положительных начальных уклонов (на подъемах), $-i_1$ - для отрицательных начальных уклонов (на спусках).

$$A = \frac{716,2 \cdot i_0 \cdot i_k}{Z_k} \eta_i \cdot p_i \quad (2.5)$$

$$b = \frac{64950 \cdot i_0^3 \cdot i_k^3}{Z_k^3} \eta_i \cdot p_i + K_b \quad (2.6)$$

Параметры, входящие в выражения 2.1 ÷ 2.6:

δ – коэффициент учета инерции вращающихся масс автомобиля,

$$\delta = 1.04 + n_i i_k \quad (2.7)$$

n_i – коэффициент, равный 0.03 – 0.05 – для легковых автомобилей и 0.05 – 0.07 – для грузовых автомобилей;

i_k – передаточное число коробки передач;

G – масса автомобиля в снаряженном состоянии, полная масса в кг;

r – радиус вертикальной кривой в м;

j – коэффициент сопротивления качению;

i_1 – начальный уклон вертикальной кривой;

i_0 – передаточное число главной передачи;

r_k – радиус качения ведущих колес в м;

η_i – механический коэффициент полезного действия трансмиссии автомобиля, для грузовых – 0.9, для легковых – 0.92;

$\beta_1 \beta_2$ – постоянные коэффициенты, полученные путем математической обработки внешней скоростной характеристики двигателя автомобиля;

$k_3 = kF$ – фактор сопротивления воздуха;

k – коэффициент сопротивления воздуха;

F – площадь проекции автомобиля на плоскость, перпендикулярную направлению его движения («лобовая площадь»), м².

Численные значения параметров, входящих в выражения 2.1 ÷ 2.7, приведены в таблице А. 9 приложения А.

Таблицы составлены для расчета максимальных скоростей движения одиночных автомобилей, идущих с полной нагрузкой, определенной из условия полного использования мощности двигателя. Исходными данными для расчета являются: пикетажное положение и уклон в начальной точке, а также радиус кривизны для каждого элемента продольного профиля; начальная скорость для автомобиля определенной марки; пикетажное положение начала и конца кривых в плане, а также их радиусы.

При движении автомобиля по прямолинейному участку проектной линии ($r=\infty$; $m=0$) расчетная формула (2.1) приобретает вид:

$$V = \sqrt{(V_0^2 - L) \cdot e^{-2nx} + L} \quad (2.8)$$

Постоянная, входящая в уравнение (1.8):

$$L = \frac{1}{b} [a - G(f \pm i_1)] \quad (2.9)$$

Принимая значение параметра L по уравнению (2.9), в уравнении (2.1) параметр z можно представить в виде:

$$z = \frac{m}{2n} \mp L \quad (2.10)$$

В тех случаях, когда необходимо определить расстояние « x », которое пройдет автомобиль при изменении скорости движения от V_0 до V для заданного уклона, следует пользоваться формулой

$$x = \frac{1}{2n} \ln \frac{V^2 - L}{V_0^2 - L} - L, m \quad (2.11)$$

Определив по формулам (2.1), (2.8) и (2.11) скорости движения в характерных точках плана и продольного профиля, строят эпюру (график) изменения скорости по длине дороги, откладывая по вертикальной оси – скорость, по горизонтальной – пройденный путь.

Среднюю скорость движения одиночного автомобиля определяют по формуле

$$V_{cp} = \frac{\sum F}{\sum l} = \frac{\sum F}{L_{тр}} \quad (2.12)$$

где $\sum F$ – площадь эпюры скоростей движения в км²;

$\sum l = L_{тр}$ – длина трассы в км.

Время пребывания автомобиля в пути $t = L_{тр}/V_{ср}$. Вариант, по которому время пребывания автомобиля в пути меньше, - является лучшим.

В тех случаях, когда между началом и концом трассы имеется значительный перепад высот, а также при определении коэффициентов безопасности по длине трассы, эпюру скоростей движения следует строить для движения в прямом и обратном направлениях.

3 Оценка безопасности движения методом коэффициентов безопасности

Для оценки безопасности движения могут быть применены статистические и вероятностные методы. Основным в настоящее время является метод, разработанный профессором В.Ф. Бобковым и основанный на статистике дорожно – транспортных происшествий. Опасность участков дорог характеризуется коэффициентом безопасности движения и итоговым коэффициентом аварийности. Необходимость одновременного применения $K_{без}$ и $K_{ав}$ обуславливается некоторыми недостатками этих показателей. Коэффициент аварийности ($K_{ав}$) неполно отражает особенности движения отдельных автомобилей с высокими скоростями движения, а коэффициент безопасности ($K_{без}$) - факторы, связанные с психологическим восприятием водителем дорожных условий. Одновременный расчет и оценка безопасности по двум показателям позволяет учесть более полно эти обстоятельства.

Коэффициент безопасности ($K_{без}$) основан на анализе изменения скоростей движения и представляет собой отношение скорости, обеспечиваемой данным участком дороги ($V_{кр}$) к скорости входа ($V_{вх}$) на данный участок.

$$K_{без} = V_{кр} / V_{вх} \quad (3.1)$$

Скорость входа ($V_{вх}$) должна быть принята в точке, отстоящей от точки, в которой определяется $K_{без}$ на расстояние не менее 100 метров.

При значениях $K_{без} \geq 0.8$ участки дорог безопасны для движения. Поэтому допустимые значения $K_{без}$ относятся к средним современным условиям движения по дорогам, когда скорость въезда близка к скоростям движения на нестесненных участках дорог. Для наглядности строится график изменения $K_{без}$ для прямого и обратного направлений (рисунок 3.1). Участки дороги оцениваются исходя из значения коэффициентов безопасности (таблица 3.1).

Таблица 3.1

Значение $K_{без}$	Характеристика движения на участке
Менее 0.4	Очень опасное
0.4 – 0.6	Опасное
0.6 – 0.8	Малоопасное
Более 0.8	Практически неопасное

В целях учета возможных наиболее опасных режимов движения по дороге, в методику расчета скоростей для определения $K_{без}$ вводят следующие изменения:

- при расчетах скоростей не принимают во внимание местные ограничения скорости, накладываемые требованиями правил движения по дорогам (ограничение скорости в населенных пунктах, на переездах железных и

автомобильных дорог, на кривых малых радиусов, в зонах действия дорожных знаков и т.д.);

- не учитываются участки торможения для плавного изменения скорости движения при въездах на кривые малых радиусов, узкие мосты и пр.;

- на эпюру скоростей движения, полученную только на основе учета величин элементов продольного профиля (I, R), вводятся ограничения, обуславливаемые возможностью радиусов кривых в плане обеспечить скорости, допускаемые продольным профилем;

- возможную скорость движения на кривых в плане оценивают исходя из предельного значения коэффициента поперечного сцепления, обеспечивающего устойчивость автомобиля против заноса;

- считают, что скорости движения возрастают до тех пор, пока не превысят значения обеспечиваемого каким-либо элементом плана или продольного профиля. При дальнейших расчетах полагают, что автомобиль входит на следующий участок со скоростью, обеспечиваемый данным элементом.

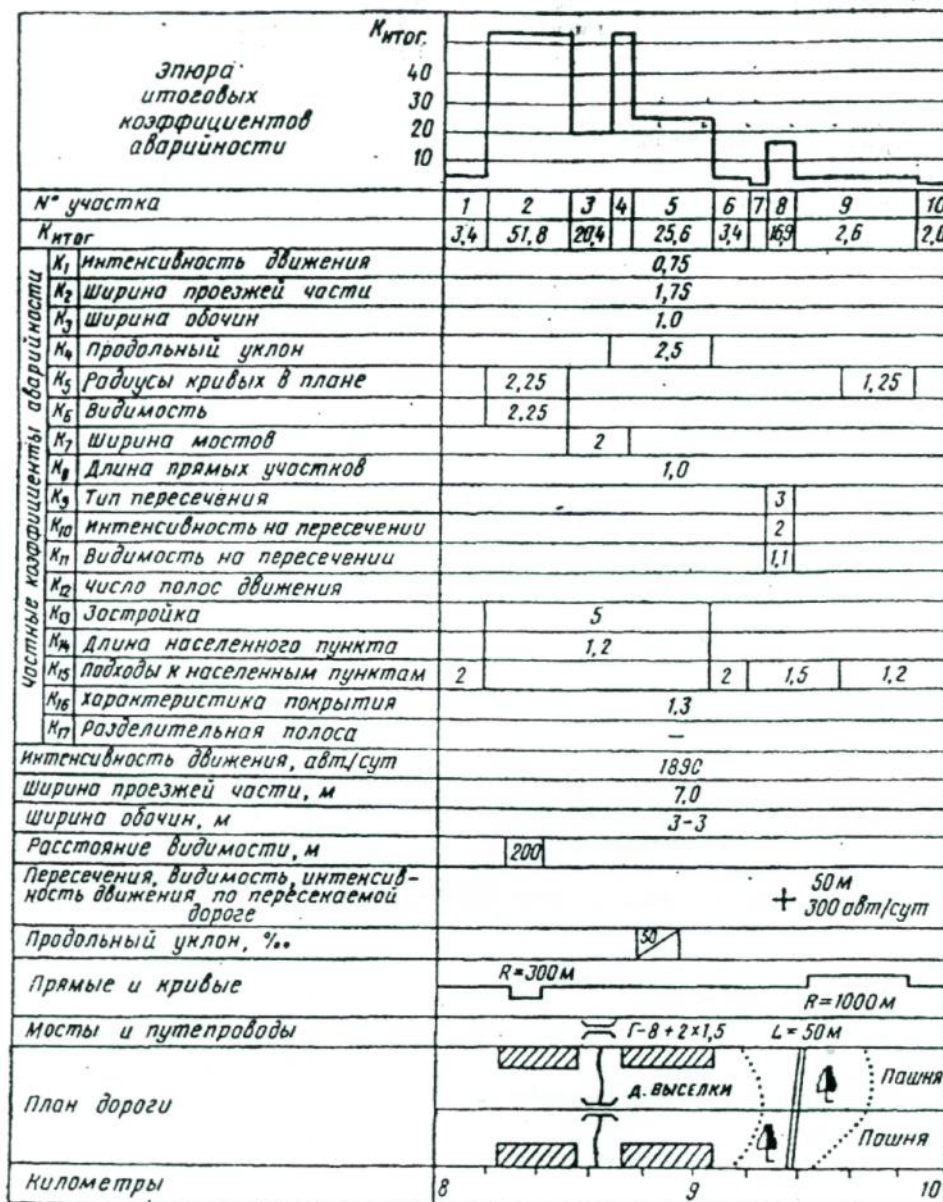


Рисунок 3.1- График скоростей движения и коэффициентов безопасности.

По графикам скоростей движения в двух направлениях определяют соотношение скоростей при входе на каждый элемент дороги и скорости, допускаемой геометрическими элементами рассматриваемого участка, а затем анализируют, используя таблицу 3.1, и делают вывод.

4 Оценка безопасности движения по дороге методом коэффициентов аварийности

Степень опасности участков дороги характеризуется итоговым коэффициентом аварийности. Итоговый коэффициент аварийности ($K_{ав}$) основан на анализе данных статистики ДТП и представляет отношение

$$K_{ав} = \frac{Z_1}{Z_n} \quad (4.1)$$

где Z_1 - количество ДТП на рассматриваемом участке дороги;
 Z_n - среднее число ДТП на эталонном участке.

К эталонному относится горизонтальный прямой участок дороги с двумя полосами движения, шириной проезжей части 7.5 метров, шероховатым покрытием и укрепленными обочинами шириной 3.5 метров, при интенсивности движения 5000 автомобилей в сутки.

Итоговый коэффициент учитывает одновременное влияние на безопасность движения отдельных элементов плана и профиля дороги и вычисляется как произведение частных коэффициентов, которые и учитывают влияние отдельных элементов трассы

$$K_{ав} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times \dots \times K_{18} \quad (4.2)$$

где $K_1, K_2, K_3 \dots K_{18}$ – частные коэффициенты аварийности, учитывающие влияние различных факторов отдельных элементов трассы.

Частные элементы аварийности представляют собой отношение количества ДТП на участке при том или ином значении фактора, характеризующие условия движения, к количеству ДТП на эталонном участке. Численные значения частных коэффициентов приведены в таблицах 4.1- 4.12

Значения частных коэффициентов аварийности основаны на анализе статистики ДТП и применимы для дорог в равнинной и холмистой местностях.

Таблица 4.1

Элементы дороги	Значение параметров и коэффициентов						
	2	3	4	5	6	7	8
1							15
Интенсивность движения, тыс. авт./сут	3	5	7	9	11	13	
K ₁ (двухполосные дороги)	0,75	1,0	1,30	1,70	1,80	1,5	1,0
K ₁ (трехполосные дороги)	0,65	0,75	0,9	0,96	1,25	1,5	1,3
K ₁ (трехполосные дороги)	0,94	1,18	1,28	1,37	1,51	1,63	1,45
Интенсивность движения, тыс. авт./сут.	10	15	18	20	25	28	30
K ₁ (четыре полосы движения и более)	1,0	1,1	1,3	1,7	2,2	2,8	3,4
Ширина проезжей части, м	6	7	7,5	9	10,5	14- 15 ^{3)*}	14 ^{4)**}
K ₂ при укрепленных обочинах	1,35	1,05	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5
K ₂ при неукрепленных обочинах	2,5	1,75	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7
Ширина обочин, м	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0		
K ₃ (двухполосные дороги)	2,2	1,4	1,2	1,0	0,8		
K ₃ (трехполосные дороги)	1,37	0,73	0,65	0,49	0,35		

1 – при разметке проезжей части на три полосы движения.

2 – при разметке осевой линией.

3 – без разделительной полосы.

4 – с разделительной полосой.

Продолжение таблицы 4.1

Элементы дороги	Значения параметров и коэффициентов				
1	2	3	4	5	6
Продольный уклон, ‰	20	30	50	70	80
K ₄	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0

Таблица 4.2

Элементы дороги	Значения параметров и коэффициентов							
1	2	3	4	5	6	7		
Радиус кривых в плане, м	100	150	200-300	400-600	1000-2000	>2000		
K ₅	5,4	4,0	2,25	1,6	1,25	1,0		
Видимость, м	50	100	150	200	250	350	400	500
K ₆ в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
K ₆ в профиле	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0

Таблица 4.3

Элементы дороги	Значения параметров и коэффициентов				
1	2	3	4	5	6
Ширина проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги	Меньше на 1 м	Равна	Шире на 1 м	Шире на 2 м	Равна ширине земляного полотна
K ₇	6,0	3,0	2,0	1,5	1,0

Таблица 4.4

Элементы дороги	Значения параметров и коэффициентов						
	1	2	3	4	5	6	7
Длина прямых участков, км	3,0	5	10	15	20	25	
K_8	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0	

Таблица 4.5

Тип пересечения	В разных уровнях	Кольцевые пересечения	В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной на 2-х дорогах		
			4	5	6
1	2	3	4	5	6
-	-	-	10	10-20	20
K_9	0,35	0,7	1,5	3,0	4,0

Таблица 4.6

Пересечение в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт./сут.	1600-3500	3500-5000	5000-7000	и более
	2	3	4	5
K_{10}	2,0	3,0	4,0	4,0

Таблица 4.7

Элементы дороги	Значение параметров и коэффициентов				
	2	3	4	5	6
Видимость пересечения в одном уровне с примыкающей дорогой, м	60	60-40	40-30	30-20	>20
K_{11}	1,0	1,1	1,65	2,5	5,0

Таблица 4.8

Элементы дороги	Значение параметров и коэффициентов					
	2	3	4	5	6	
Число основных полос на проезжей части для прямых направлений движения	2	3 без разметки	3 с разметкой полос движения	4 без разделительной полосы	4 с разделительной полосой	
K_{12}	1,0	1,5	0,9	0,8	0,65	
Расстояние проезжей части от застройки, м, и её характеристика ⁶⁾	50 ¹⁾	50-20 ²⁾	50-20 ³⁾	20-10 ³⁾	10 ⁴⁾	10 ⁵⁾
K_{13}	1,0	1,25	2,5	5,0	7,5	10,0
Длина населенного пункта, км	0,5	1	2	3	5	6
K_{14}	1	1,2	1,7	2,2	2,7	3,0

1) – Населенный пункт с одной стороны дороги.

2) – То же, имеются тротуары или пешеходные дорожки.

3) – Населенный пункт находится с двух сторон дороги, имеются тротуары и полосы местного движения.

4) – Для местного движения полосы отсутствуют, имеются тротуары.

5) – Полосы местного движения и тротуары отсутствуют.

6) – Если при характеристиках застройки, указанных в сносках 3, 4 и 5, населенный пункт находится с одной стороны дороги, значения K_{13} берутся вдвое меньше.

Таблица 4.9

Элементы дороги	Значение параметров и коэффициентов		
	2	3	4
Длина участков на подходах к населенным пунктам, м	0-100	100-200	200-400
K_{15}	2,5	1,9	1,5

Таблица 4.10

Элементы дороги	Значение параметров и коэффициентов				
	2	3	4	5	6
Характеристика покрытия	Скользкое, покрытое грязью	Сколь зкое	Чистое, сухое	Шероховатое старое	Шероховатое новое
Коэффициент сцепления при скорости 60 км/ч	0,2-0,3	0,4	0,6	0,7	0,75
K ₁₆	2,5	2,0	1,3	1,0	0,75

Таблица 4.11

Элементы дороги	Значения параметров и коэффициентов					
	2	3	4	5	6	7
Ширина разделительной полосы, м	1	2	3	5	10	15
K ₁₇	2,5	2,0	1,5	1	0,5	0,4

Таблица 4.12

Элементы дороги	Значение параметров и коэффициентов					
	2	3	4	5	6	7
Расстояние от кромки проезжей части до обрыва глубиной более 5 м, м	0,5	1,0	1,5	2	3	5
K ₁₈ без ограждений	4,3	3,7	3,2	2,75	2,0	1,0
K ₁₈ с ограждениями	2,2	2,0	1,85	1,75	1,4	1,0

Итоговые коэффициенты аварийности устанавливаются на основе анализа плана и профиля или линейного графика исследуемого участка дороги путем перемножения частных коэффициентов.⁽¹⁾

При построении графиков коэффициентов аварийности значения частных коэффициентов аварийности для разных участков не интерполируются, а принимают ближайшее из приведенных.

Для автомобильных дорог в горной местности значения частных коэффициентов аварийности K_1 , K_5 , K_6 , K_{10} следует принимать по таблице 4.13:

Таблица 4.13

Элементы дороги	Значения параметров и коэффициентов							
	2	3	4	5	6	7	8	9
Интенсивность движения, тыс. авт/сут	0.5	1	2	3	5	7	9	10
K_1	0.1	0.3	0.6	0.75	1.0	1.4	1.8	1.9
Радиус кривых в плане, м	20	40	50	100	150	-	-	-
K_5	-	-	2.6	1.3	1.0	-	-	-
Видимость, м	30	40	100	150	-	-	-	-
K_6	2.0	1.5	1.2	1.0	-	-	-	-
Пересечение в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт/сут	20 и менее	200-1000	1000-3000	3000-7000	7000 и более	-	-	-
K_{10}	1.0	1.5	2.0	3.0	4.5	-	-	-

Для дорог в горной местности вводятся дополнительные частные коэффициенты аварийности K_{19} и K_{20} (таблица 4.14), характеризующие особенности движения по горным дорогам:

Таблица 4.14

Элементы дороги	Значение параметров и коэффициентов							
	2	3	4	5	6	7	8	9
Расстояние между кромкой проезжей части и боковым препятствием, м	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	-	-	-
K_{19}	2.0	1.75	1.4	1.2	1.1	-	-	-

Продолжение таблицы 4.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Извилистость (количество кривых в плане на 1 км)	нет	1	2-3	4	5	6	7-8	9-10
K_{20} для радиусов кривых 29-80 м	0.5	2.5	2.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.0
K_{20} для радиусов кривых более 80 м	0.5	1.0	1.2	2.0	3.5	4.4	-	-

Величину итогового коэффициента аварийности для исследуемого участка дорог устанавливают путем перемножения частных коэффициентов. По значениям итоговых коэффициентов аварийности строят линейный график (рисунок 4.1).

При построении графика коэффициентов аварийности необходимо учитывать, что влияние опасного места распространяется на прилегающие участки, где возникают ощутимые помехи для движения (табл.4.15)

Таблица 4.15

Элементы дороги	Зона влияния
Подъёмы и спуски.	100 м за вершиной подъёма, 150 м после подошвы спуска.
Пересечения в одном уровне.	В каждую сторону по 50 м.
Кривые в плане с обеспеченной видимостью при R 400 м.	То же 50 м.
Кривые в плане с необеспеченной видимостью при R 400 м.	То же 100 м. 75 м.
Мосты и путепроводы.	
Участки в местах влияния боковых препятствий и с глубокими обрывами у дороги.	50 м. 150 м.
Участки подходов к тоннелям.	

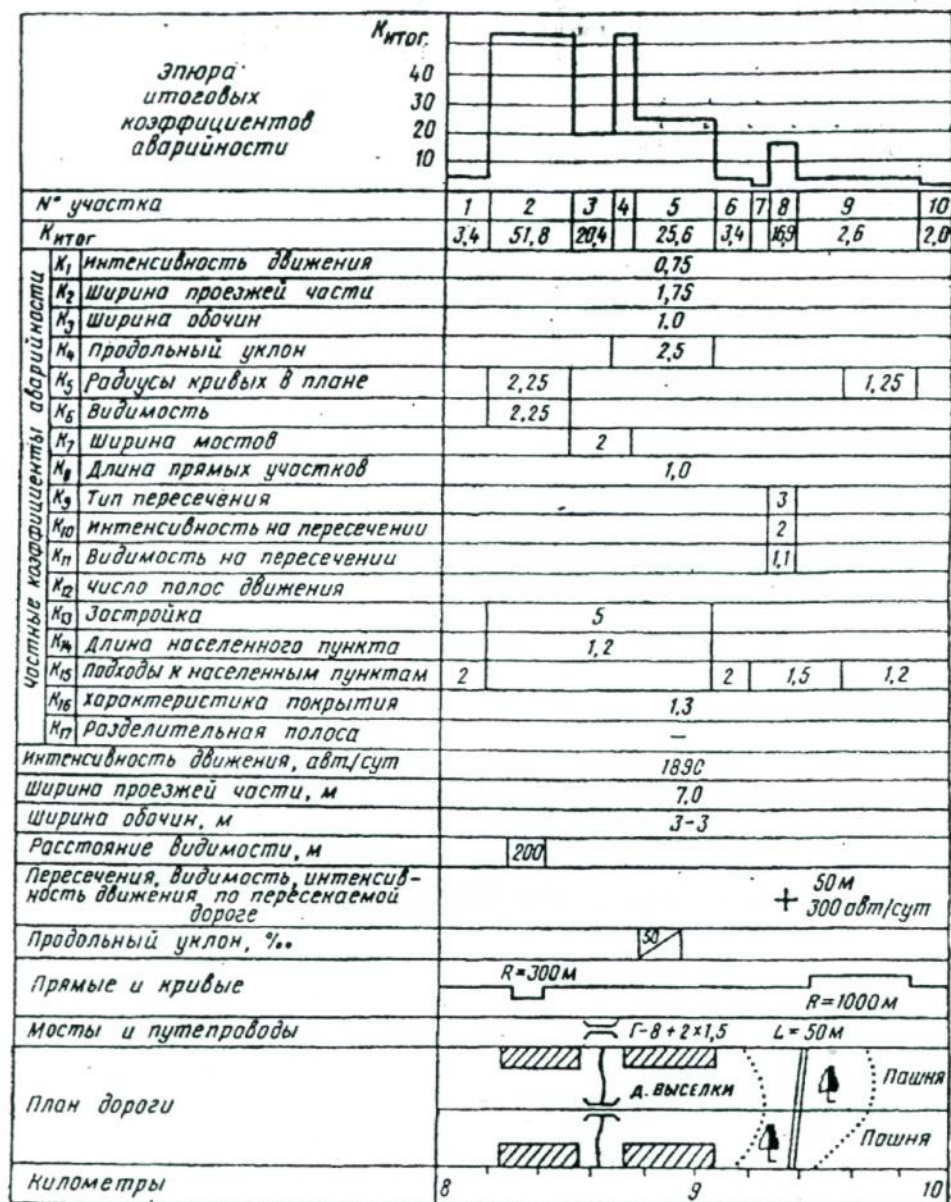


Рисунок 4.1- График итоговых коэффициентов аварийности.

(1) – Для построения графиков коэффициентов аварийности и сезонных графиков коэффициентов аварийности имеются программы для ЭВМ, разработанные в МАДИ и Гипродорнии.

В проектах реконструкции дорог и нового строительства рекомендуется перепроектировать участки, для которых итоговый коэффициент аварийности превышает 15-20. В проектах улучшения дорог при капитальном ремонте в условиях холмистого рельефа предусматривать перестройку участков с коэффициентами аварийности более 25-40.

На горных дорогах с позиций безопасности движения допустимыми можно считать участки со значениями итогового коэффициента аварийности менее 35 и более 350. Однако следует иметь в виду, что при его значениях более 350 скорости движения и пропускная способность дороги значительно снижаются.

При значениях итоговых коэффициентов аварийности, близких к предельно допустимым, рекомендуется: производить разметку проезжей части, запрещающую обгон с выездом на полосу встречного движения при коэффициентах аварийности более 10-20; устанавливать знаки запрещения обгона и ограничения скорости при коэффициентах аварийности более 20-40. На горных дорогах предусматривается также устройство трясущих полос на подходах к опасным участкам, устройство на кривых малых радиусов по оси дороги разделительных полос.

Для построения графика сезонных коэффициентов аварийности необходимо выполнить сезонные обследования и измерить основные параметры и характеристики дороги. Наиболее характерные состояния наблюдаются летом в июле, осенью в октябре-ноябре и зимой в феврале. Такие обследования проводят в течение одного года и в последующем только корректируют данные тех участков, где произошли изменения параметров и характеристик.

Выполнив измерения по обычным таблицам, приведенным в Указаниях [5], назначают частные коэффициенты аварийности для каждого периода года, затем вычисляют итоговый коэффициент (например, фактически используемая чистая ширина проезжей части летом 7,5 м, частный коэффициент аварийности $K_1 = 1$; осенью 7 м; $K_1 = 1,05$; зимой 6 м; $K_1 = 1,35$ и т.д.) [6].

Если отсутствует возможность провести обследования, строят графики коэффициентов аварийности с использованием поправочных коэффициентов к параметрам и характеристикам дорог (таблица 4.16). За единицу приняты летние условия

Таблица 4.16

Параметры или характеристики	Осень	Зима	Весна
1	2	3	4
Сезонные колебания интенсивности движения	1,2-1,4 ^{*1}	0,7-1,0 ^{*2}	0,8-0,9
Эффективно используемая ширина проезжей части:			
- при неукрепленных обочинах	0,95-1,0	0,8-0,98 ^{*3}	0,95-1,0
- при укрепленных обочинах или наличии краевых полос	1,0	0,95-1,0	1,0
- уменьшение ширины обочин: неукрепленных	0,5-1,03 ^{*3}	0,5-1,0 ^{*3}	0,5-1,0 ^{*3}

Продолжение таблицы 4.16			
1	2	3	4
укрепленных	1,0	0,5-1,0 ^{*3}	1,0
Ограничение видимости на кривых в плане	1,0	0,7-1,0	1,0
Ограничение видимости на прямых участках из-за снегопадов, туманов и метелей ^{*4}	0,8-1,0	0,8-1,0	1,0
Уменьшение ширины проезжей части мостов	0,9-1,0	0,8-1,0	1,0
Изменение соотношения интенсивности движения по дорогам, пересекающимся в одном уровне:	1,0-1,4	0,9-1,0	1,0-1,4
в связи с использованием съездов на полевые дороги	1,2-1,4		0,8-0,9
в связи с колебанием интенсивности движения на основной дороге	1,0	0,7-1,4	
Изменение видимости на пересечениях в одном уровне	0,7-1,0		1,0
Скользкость покрытия		0,2-1,0 ^{*5} 0,5-0,8 ^{*6}	0,8-1,0

^{*1} Верхней предел для дорог I и II категорий, нижний – III и IV.

^{*2} Верхней предел для дорог III и IV категорий, нижний - I и II.

^{*3} Большие размеры принимают при очистке обочин на всю ширину.

^{*4} Расстояния видимости летом по метеорологическим условиям 500 м.

^{*5} Меньшее значение относится к пересечениям, на которых снежные валы из пределов треугольника видимости не убирают.

^{*6} Верхний предел принимают при 100%-й обеспеченности дорожной службы машинами для зимнего содержания, нижний – для 30%-й обеспеченности и менее от расчетной потребности.

Проектный или среднегодовой параметр дороги умножают на поправочный коэффициент и по этому значению параметра принимают частный коэффициент аварийности для каждого периода года. Метод сезонных графиков коэффициентов аварийности эффективен при оценке безопасности на дорогах с высокой интенсивностью движения. На дорогах с малой интенсивностью или в часы спада движения на загруженных дорогах эффективнее применять метод коэффициентов безопасности.

5 Установление очередности перестройки опасных участков

Если возможность быстрого улучшения всей дороги ограничена, особенно при стадийной реконструкции, для установления очередности перестройки опасных участков необходимо дополнительно учитывать тяжесть ДТП. При построении графиков итоговые коэффициенты аварийности следует умножить на дополнительные коэффициенты тяжести (стоимостные коэффициенты, учитывающие возможные потери народного хозяйства от ДТП):

$$M_T = \sum_{i=1}^{14} m_i \quad (5.1)$$

$$K_{умог}^{сТ} = M_T \cdot K_{умог} \quad (5.2)$$

где m_i – дополнительные стоимостные коэффициенты (коэффициенты тяжести) приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Учитываемые факторы	Средние значения коэффициентов тяжести m_i для дорог в равнинной местности
1	2
Ширина проезжей части дорог, м:	
4,5	0,7
6	1,2
7-7,5	1,0
9	1,4
10,5	1,2
14	1,0
15 и более с разделительной полосой	0,9
Ширина обочин, м:	
Менее 2,5	0,85
Более 2,5	1,0
Продольный уклон дорог, ‰	
Мене 30	1,0
Более 30	1,25

Продолжение таблицы 5.1

1	2
Радиусы кривых в плане, м:	
Менее 350	
Более 350	0,9
	1,0
Сочетание кривых в плане и профиле	-
Видимость в плане и профиле, м:	
Менее 250	0,7
Более 250	1,0
Мосты и путепроводы	2,1
Нерегулируемые пересечения в одном уровне	0,8
Пересечения в разных уровнях	0,95
Населенные пункты	1,6
Число полос движения:	
1	0,9
2	1,0
3	1,3
4 и более	1,0
Наличие деревьев, опор путепроводов и т.д. на обочинах и разделительной полосе	1,5
Отсутствие ограждений в необходимых местах	1,4
Железнодорожные переезды	0,6

За единицу дополнительных стоимостных коэффициентов приняты средние потери народного хозяйства от одного ДТП на эталонном участке дороги. Поправку к итоговым коэффициентам аварийности вводят только при значениях $K_{итог} > 15$. Введением поправочных коэффициентов тяжести m_1 уточняют график итоговых коэффициентов аварийности.

6 Оценка пропускной способности дороги

Практическая пропускная способность в конкретных дорожных условиях определяется по формуле:

$$P = B \times P_{max} \quad (6.1)$$

где B – итоговый коэффициент снижения пропускной способности

$$B = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \dots \cdot \beta_{15} \quad (6.2)$$

$\beta_1 - \beta_{15}$ – частные коэффициенты сцепления пропускной способности в результате влияния неблагоприятных дорожных условий;

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

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

Однополосные дороги, имеющие развязки	800 в оба направления
Двухполосные дороги	2000 « « «
Трехполосные дороги.....	4000 --*--*--
Автомобильные магистрали, имеющие 4 полосы	2000 по одной полосе
То же, 6 полос	2200 --*--*--
То же, 8 полос	2300 --*--*--

Коэффициенты снижения пропускной способности имеют следующие значения (таблица 6.1):

Таблица 6.1

Наименование показателя	Значения коэффициентов снижения пропускной способности				
	2	3	4	5	6
1					
Ширина полосы движения многополосной дорогим, м	≥ 3.75	3.5	≤ 3.0	-	-
β_1	1.0	0.96	0.90	-	-
Ширина проезжей части двухполосных дорог, м	6.0	7.0	7.5	-	-
β_1	$\frac{0.85}{0.54}^*$	$\frac{0.90}{0.71}^*$	$\frac{1.0}{0.87}^*$	-	-
Ширина обочины, м	3.75	3.0	2.5	2.0	1.5
β_2	1.0	0.97	0.92	0.80	0.70

* в знаменателе приведены коэффициенты при наличии снежного наката по полосе движения

Коэффициенты β_3 - β_5 приведены в таблице 6.2-6.4.

Таблица 6.2

Расстояние от кромки проезжей части до препятствия, м	β_3 при ширине полосы движения, м					
	3,75	3,5	3,0	3,75	3,5	3,0
	Боковые помехи с одной стороны			Боковые помехи с обеих сторон		
1	2	3	4	5	6	7
2,5	1,0	1,0	0,98	1,0	0,98	0,96
1	2	3	4	5	6	7
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 6.3

Кол-во автопоездов в потоке, %	β_4 при числе легких и средних грузовых автомобилей, %				
	10	20	50	60	70
1	2	3	4	5	6
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

Таблица 6.4

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	β_5 при кол-ве автомобильных поездов в потоке, ‰			
		2	5	10	15
1	2	3	4	5	6
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89
	500	0,97	0,94	0,92	0,87
	800	0,96	0,92	0,90	0,84
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86
	500	0,95	0,93	0,91	0,83
	800	0,93	0,90	0,88	0,80
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80
	500	0,91	0,88	0,83	0,76
	800	0,88	0,85	0,80	0,72
50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
	500	0,86	0,80	0,75	0,70
	800	0,82	0,76	0,71	0,64
60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
	500	0,77	0,71	0,64	0,55
	800	0,70	0,63	0,53	0,47
70	200	0,75	0,68	0,60	0,55
	500	0,63	0,55	0,48	0,41

Коэффициенты $\beta_6 - \beta_8$ имеют следующие значения (таблица 6.5):

Таблица 6.5

Параметры дороги	Значения параметров и коэффициентов					
	2	3	4	5	6	7
Расстояние видимости, м	<50	50-100	100-150	150-200	250-350	>350
β_6	0,68	0,73	0,84	0,80	0,98	1,0

Продолжение таблицы 6.5

1	2	3	4	5	6	7
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

Значение коэффициента β_9 приведены в таблице 6.6

Таблица 6.6

Число автомобилей, поворачивающих налево, %	Тип пересечения					
	Т-образное			четырёхстороннее		
	β_9 при ширине проезжей части основной дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
1	2	3	4	5	6	7
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

Продолжение таблицы 6.6

1	2	3	4	5	6	7
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 β_{10} - β_{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
То же при отсутствии полосы отгона	0,80
То же 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
То же 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 таблице 6.7.

Таблица 6.7

Число автобусов в потоке, %	β_{15} при числе легковых автомобилей в потоке, %					
	70	50	40	30	20	10
1	2	3	4	5	6	7
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 легковому автомобилю производят с помощью коэффициента таблицы 2 [1]:

Легковые автомобили	1,0
Мотоциклы с коляской	0,75
Мотоциклы и мопеды	0,50
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 2 т	1,5
То же, 6 т	2,0
То же, 8 т	2,5
То же, 14 т	3,0
То же, свыше 14 т	3,5
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
12	3,5
20	4,0
30	5,0
Свыше 30	6,0

Примечания:

1. При промежуточных значениях грузоподъемности транспортных средств коэффициенты приведения следует определять интерполяцией.

2. Коэффициенты приведения для автобусов и специальных автомобилей следует принимать как для базовых автомобилей соответствующей грузоподъемности.

3. Коэффициенты приведения для грузовых автомобилей и автопоездов следует увеличивать в 1,2 раза при пересеченной и горной местности.

При резком снижении пропускной способности на каком-либо участке следует его перепроектировать [8].

Зная практическую пропускную способность P (легковых авт./ч) и интенсивность движения N (существующую или перспективную, легковых авт/ч), определяют коэффициент загрузки движения Z :

$$Z=N/P \quad (6.3)$$

При проектировании и эксплуатации дорог необходимо обеспечивать оптимальный уровень удобства движения дороги каждой категории.

Рекомендуемые уровни удобства движения и оптимальные коэффициенты загрузки для разных дорог приведены в таблице 6.8.

Таблица 6.8

Тип автомобильной дороги	$Z_{\text{опт}}$		Рекомендуемый уровень удобства	Критерий определения $Z_{\text{опт}}$
	Новое проектирование	Удобства реконструкции		
1	2	3	4	5
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 город, обходы и кольцевые дороги вокруг больших городов	0,55	0,65	В	То же
Автомобильные дороги II-III категорий	0,65	0,7	Г	То же
Автомобильные дороги IV категории	0,7	0,75	Г	То же

7 Построение линейного графика пропускной способности и уровня загрузки дороги движением

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, 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
то же, больше 350 м	50
пересечения в одном уровне	600

График изменения пропускной способности дороги строят в следующем порядке [9]:

- а) выделяют однородные элементы дороги и зоны их влияния;
- б) выписывают значения частных коэффициентов снижения пропускной способности;
- в) вычисляют пропускную способность по формуле (7.1);
- г) вычисляют пропускную способность в физическом количестве автомобилей, учитывая состав потока автомобилей и используя численные значения коэффициентов $\beta_1 \div \beta_{15}$, а также коэффициентов, входящих в выражение (7.1);
- д) строят график изменения пропускной способности вдоль дороги (рисунок 7.1).

Пропускная способность P_ϕ в физическом количестве автомобилей с учетом формулы (5.1):

$$P_\phi = \frac{P}{\sum_i^k \phi_{ск} n_k} \quad (7.1)$$

где n_k – количество (в долях единицы) транспортных средств разных типов;
 $\phi_{ск}$ – коэффициент приведения (таблица 2 [1]) соответственно для легковых автомобилей, мотоциклов, грузовых автомобилей, автомобильных поездов и автобусов.

Над графиком пропускной способности строят график изменения коэффициентов загрузки каждого участка (рисунок 7.1). Коэффициент загрузки определяют как отношение интенсивности движения (расчетной или существующей) к пропускной способности, выраженной в физических единицах.

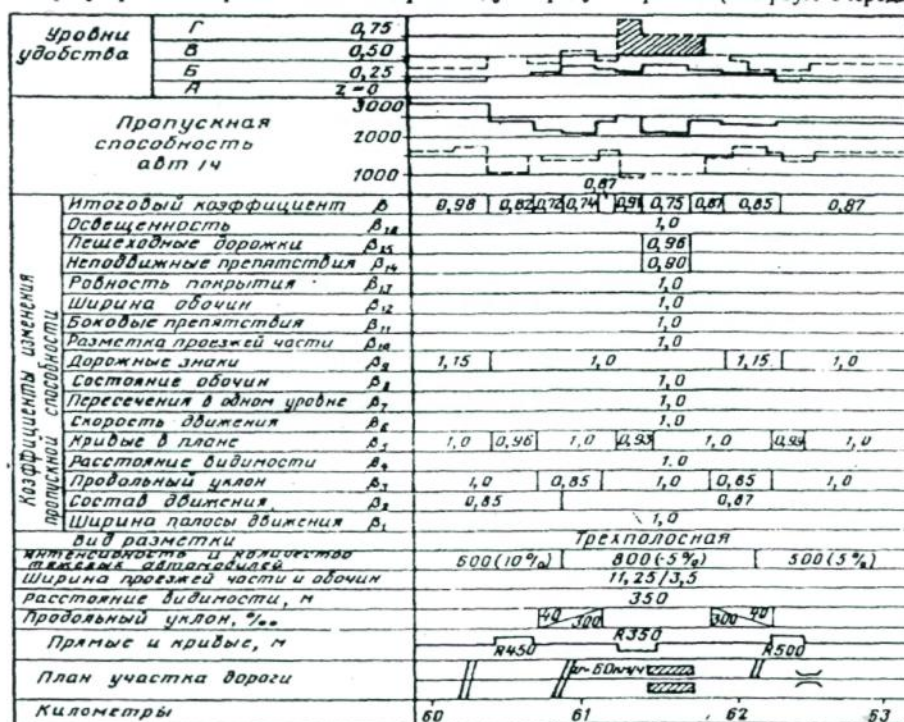


Рисунок 7.1 - Линейный график пропускной способности и коэффициентов загрузки.

При разработке проектов новых дорог следует предусматривать (в первую очередь с точки зрения увеличения числа полос движения) участки, где коэффициент загрузки превышает величину $Z_{\text{опт}}$ приведенную в таблице 6.8

Расчетный коэффициент загрузки дороги движением при сдаче в эксплуатацию рассматриваемый при ее проектировании, не должен превышать 0.45 – 0.55 от ее практической пропускной способности с тем, чтобы к моменту окончания расчетного срока и возникновения потребности в реконструкции дороги он не превышал 0.65 – 0.75 [2].

При известных коэффициентах загрузки дороги движением Z , приведенной к легковому автомобилю, интенсивности движения $N_{\text{пр}}$ и пропускной способности P , можно определить требуемое число полос движения « n » [10] :

$$n = \frac{\alpha N_p \cdot \varepsilon}{Z P \gamma} \quad (7.2)$$

где α – коэффициент перехода от суточной интенсивности к часовой ($\alpha = 0.076$);

ε – коэффициент сезонной неравномерности изменения интенсивности движения ;

γ – коэффициент, зависящий от рельефа местности (при равнинном рельефе $\gamma = 1.0$, при пересеченном $\gamma = 0.8$, при сильно пересеченном $\gamma = 0.6$).

Список использованных источников

1. **СНиП 2.05.02-85***. Автомобильные дороги. М.: Госстрой СССР, 1986. 56 с
2. **Бабков В.Ф.** Проектирование автомобильных дорог. Ч- 1 /В.Ф. Бабков, О.В. Андреев; М.: Транспорт, 1987.386с.
3. **Бельский А.Е.** Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах. /А.Е. Бельский; М.: Транспорт, 1966. 120с.
4. Концепция развития норм проектирования автомобильных дорог. М., 2001.43с.
5. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. ВСН-25-86 / Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1988. 184 с.
6. **Васильев А.П.** Ремонт и содержание дорог: справочник инженера-дорожника / А.П. Васильев, В.И. Баловнев; М.: Транспорт, 1989.- 287с.
7. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог / Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1982. 88с.
8. **Бабков В.Ф.** Проектирование автомобильных дорог. Ч-2 /В.Ф. Бабков, О.В. Андреев; М.: Транспорт, 1987. 416с.
9. **Сиденко В.М.** Эксплуатация автомобильных дорог: учебник для студентов вузов по специальности «Автомобильные дороги» / В.М. Сиденко, С.И. Михович; М., Транспорт, 1976. 288с.
10. **Дуюнов П.К.** Автомобильные дороги и аэродромы: методические указания / П.К. Дуюнов; СамГАСА, Самара, 2002. 26 с.

Приложение А

(обязательное)

Таблицы для расчета максимально возможных скоростей движения

Таблица А. 1 - Пределы возможных изменений скорости при движении на разных передачах

Тип автомобиля	№ передачи	Критическая скорость		Максимальная скорость	
		км/ч	м/с	км/ч	м/с
ГАЗ-24 $r_k = 0,31$ м	I	18,0	5,0	36	10,0
	II	32	8,89	56	15,56
	III	45	12,5	88	24,44
	IV	60	16,67	128	35,56
ЗИЛ-130-76 $r_k = 0,48$ м	I	7	1,94	12	3,33
	II	12	3,33	22	6,11
	III	20	5,56	40	11,11
	IV	36	10,0	62	17,22
	V	40	11,11	90	25,0

Таблица А. 2 - Фактор сопротивления воздуха

Тип автомобиля	Полная масса G, кг	Фактор сопротивления воздуха, кгс с ² /м ²	β_1	β_2
ГАЗ-24	1820	0,078	0,0268	$0,2757 \cdot 10^9$
ЗИЛ-130-76	10525	0,280	0,0637	$1,5493 \cdot 10^9$

Таблица А. 3 - Значение коэффициента δ для разных передач

Тип автомобиля	Передача				
	I	II	III	IV	V
ГАЗ-24	1,53	1,24	1,12	1,08	-
ЗИЛ-130-76	4,36	2,05	1,35	1,17	1,10

Таблица А. 4 - Значение постоянных "а" и "b"

Тип автомобиля	Коэффициенты	Передача				
		I	II	III	IV	V
ГАЗ-24	a	817	528	339	234	-
	b	1,712	0,518	0,194	0,116	-
ЗИЛ-130-76	a	4022	2217	1238	795	541
	b	85,41	14,53	2,76	0,94	0,487

Таблица А. 5 - Численные значения $n = \frac{b \cdot g}{\delta \cdot G}$

Тип автомобиля	Значения "n" для передач				
	I	II	III	IV	V
ГАЗ-24	$6,032 \cdot 10^3$	$2,252 \cdot 10^3$	$0,934 \cdot 10^3$	$0,572 \cdot 10^3$	-
ЗИЛ-130-76	$18,259 \cdot 10^3$	$6,606 \cdot 10^3$	$1,906 \cdot 10^3$	$0,749 \cdot 10^3$	$0,413 \cdot 10^3$

Таблица А. 6 - Численные значения $m = \frac{G}{b \cdot R}$ (для R от 1000 до 9000)

Тип автомобиля	Передача	b	Радиус вертикальных кривых в метрах					
			1000	1200	1500	2000	2500	3000
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ГАЗ – 24 G=1820 кг	I	1.71	1.0631	0.8858	0.7087	0.531	0.425	0.354
	II	0.51	3.5135	2.9279	2.3423	1.756	1.405	1.171
	III	0.19	9.3814	7.8179	6.2543	4.690	3.7526	3.1271
	IV	0.11	15.6897	13.0747	10.4598	7.8448	6.2759	5.2299
ЗИЛ-130-76 G=10525 кг	I	85.4	0.1232	0.1027	0.0822	0.0616	0.0493	0.0411
	II	14.5	0.7244	0.6036	0.4829	0.3622	0.2897	0.2415
	III	2.76	3.8134	3.1778	2.5423	1.9067	1.5254	1.2711
	IV	0.94	11.196	9.3307	7.4645	5.5984	4.4787	3.7323
	V	0.48	21.611	18.009	14.407	10.806	8.6448	7.2040
Тип автомобиля	Передача	b	Радиус вертикальных кривых в метрах					
1	2	3	4000	5000	6000	7000	8000	9000
ГАЗ-24 G=1820 кг	I	1.71	0.2658	0.2126	0.1772	0.1519	0.1329	0.1181
	II	0.52	0.8784	0.7027	0.5856	0.5019	0.4392	0.3904
	III	0.19	2.3454	1.8763	1.5636	1.3402	1.1727	1.0424
	IV	0.12	3.9224	3.1379	2.6149	2.2414	1.9612	1.7433
ЗИЛ-130-76 G=10525 кг	I	85.4	0.0308	0.0246	0.0205	0.0176	0.0154	0.0137
	II	14.5	0.1811	0.1449	0.1207	0.1035	0.0905	0.0805
	III	2.76	0.9534	0.7627	0.6356	0.5448	0.4767	0.4237
	IV	0.94	2.7992	2.2394	1.8661	1.5995	1.3996	1.2441
	V	0.49	5.4030	4.3224	3.6020	3.0874	2.7015	2.4013

Таблица А. 7 - Численные значения отношения $\frac{m}{2n}$

Тип автомобиля	Пере дача	n*10 ³	Радиус вертикальных кривых в метрах					
			1000	1200	1500	2000	2500	3000
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ГАЗ - 24	I	6.03	88.14	73.44	58.75	44.06	35.25	29.38
	II	2.25	780.1	650.1	520	390	312	260
	III	0.93	5022	4185	3348	2511	2009	1674
	IV	0.572	13715	11429	9143	6857	5486	4572
ЗИЛ-130- 76	I	18.26	3.37	2.81	2.25	1.69	1.35	1.125
	II	6.61	54.83	45.69	36.55	27.41	21.93	18.28
	III	1.91	1000	834	667	500	400	333
	IV	0.75	2474	6229	4983	3737	2990	2492
	V	0.65	3456	21804	17443	13082	10466	8722
Тип автомобиля	Пере дача	n*10 ³	Радиус вертикальных кривых в метрах					
			4000	5000	6000	7000	8000	9000
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ГАЗ - 24	I	6.03	22.04	17.63	14.69	12.59	11.02	9.79
	II	2.25	195	156	130	111.4	97.5	86.7
	III	0.93	1256	1004	837	717	628	558
	IV	0.57	3429	2743	2286	1959	1714	1524
ЗИЛ-130- 76	I	18.26	0.843	0.674	0.561	0.482	0.422	0.375
	II	6.61	13.71	10.97	9.14	7.83	6.85	6.09
	III	1.91	250	200	167	143	125	111
	IV	0.75	1869	1495	1246	1068	934	831
	V	0.41	6541	5233	4361	3738	3271	2907

Таблица А. 8 - Численные значения параметра $L = \frac{1}{b}[a - G(\pm i)]$; $\pm = 0.016$

Тип автомобиля	Уклон	Передача				
		I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7
ГАЗ – 24 G=1820кг	0.12	332.6	541	472	-117	-
	0.11	343.3	576	565	40	-
	0.10	353.9	612	659	197	-
	0.9	364.5	647	753	354	-
	0.8	375.2	682	847	511	-
	0.7	385.8	717	941	668	-
	0.6	396.4	752	1034	852	-
	0.5	407.0	787	1128	928	-
	0.4	417.7	822	1222	1139	-

Продолжение таблицы А. 8

1	2	3	4	5	6	7
ГАЗ – 24 G=1820кг	0.03	428.3	857	1316	1295	-
	0.02	438.9	893	1410	1452	-
	0.01	449.6	928	1503	1609	-
	0.00	460.2	963	1597	1766	-
	-0.01	470.8	998	1691	1923	-
	-0.02	481.5	1033	1785	2080	-
	-0.03	492.1	1068	1879	2237	-
	-0.04	502.7	1103	1973	2394	-
	-0.05	513.4	1138	2066	2550	-
	-0.06	524.0	1174	2160	2707	-
	-0.07	534.6	1209	2254	2864	-
	-0.08	545.2	1244	2348	3021	-
	-0.09	555.9	1279	2442	3178	-
	-0.10	566.5	1314	2535	3335	-
-0.11	577.1	1349	2629	3492	-	
-0.12	587.8	1384	2723	3649	-	
ЗИЛ-130-76	0.12	30.3	54.0	-70.0	-677.0	-1828
	0.11	31.5	61.3	-32.3	-565.0	-1612
	0.10	32.8	68.6	6.4	-453.0	-1395
	0.09	34.0	75.8	44.8	-341.0	-1180
	0.08	35.2	83.0	83.4	-229.0	-964
	0.07	36.5	90.3	121.9	-117.0	-748
	0.06	37.7	97.5	160.6	-5.0	-531
	0.05	38.9	104.7	199.0	107	-316
	0.04	40.2	112.0	237.6	219	-99
	0.03	41.4	119.2	276.1	331	117
	0.02	42.6	126.5	314.7	443	333
	0.01	43.9	133.7	353.2	555	549
	0.00	45.1	140.9	391.8	667	765
	-0.01	46.3	148.2	430.3	779	981
	-0.02	47.5	155.4	468.9	891	1197
	-0.03	48.8	162.7	507.5	1003	1414
	-0.04	50.0	169.9	546.0	1114	1613
	-0.05	51.2	177.2	584.6	1226	1846
	-0.06	52.5	184.4	623.1	1338	2062
	-0.07	53.7	191.6	661.7	1450	2278
-0.08	54.9	198.9	700.2	1562	2494	
-0.09	56.2	206.1	738.8	1674	2710	
-0.10	57.4	213.4	773.3	1786	2929	
-0.11	58.6	220.6	815.9	1898	3143	
-0.12	59.9	227.8	854.4	2010	3359	

Таблица А. 9 - Численные значения e^{-2nx}

Тип автомо биля	№ точек	Расстоя ние «х» в метрах	Передачи			
			I	II	III	IV
			n			
			$6.031 \cdot 10^{-3}$	$2.252 \cdot 10^{-3}$	$0.934 \cdot 10^{-3}$	$0.572 \cdot 10^{-3}$
1	2	3	4	5	6	7
ГАЗ – 24 «Вол га»	1	5	0.94147	0.97773	0.99070	0.99430
	2	10	0.88637	0.95596	0.98149	0.98863
	3	15	0.83449	0.93467	0.97237	0.98299
	4	20	0.78565	0.91386	0.96333	0.97738
	5	25	0.73967	0.89353	0.95437	0.97181
	6	30	0.69638	0.87361	0.94550	0.96626
	7	40	0.61725	0.83514	0.92800	0.95527
	8	50	0.54711	0.79836	0.91083	0.94441
	9	75	0.40468	0.71334	0.86927	0.91778
	10	100	0.29933	0.63737	0.82961	0.89190
	11	125	0.22141	0.56950	0.79176	0.86675
	12	150	0.16377	0.50885	0.75563	0.84232
	13	175	0.12113	0.45466	0.72116	0.81857
	14	200	0.08960	0.40624	0.68825	0.40624
	15	225	0.06627	0.36298	0.65685	0.77306
	16	250	0.04902	0.32433	0.62688	0.75126
	17	275	0.03626	0.28979	0.59828	0.73008
	18	300	0.02682	0.25893	0.57098	0.70950
	19	400	0.00803	0.16503	0.47369	0.63280
	20	500	0.00240	0.10519	0.39298	0.56440
	21	600	0.00072	0.06704	0.32602	0.50338
	22	700	0.00022	0.042273	0.27047	0.44897
	23	800	0.00006	0.02724	0.22438	0.40044
	24	900	0.00002	0.01736	0.18615	0.35715
	25	1000	0.00001	0.01106	0.15443	0.31854
	26	1100	-	0.00705	0.12812	0.28411
	27	1200	-	0.00449	0.10629	0.22600
	28	1300	-	0.00286	0.08818	0.22600
	29	1400	-	0.00183	0.07315	0.20157
	30	1500	-	0.00116	0.06069	0.17978

Таблица А. 10 - Численные значения e^{-2nx}

Тип авто моби ля	№ то чек	Рас стоя ние «х», м	Передачи				
			I	II	III	IV	V
			n				
			$18.259 \cdot 10^{-3}$	$6.606 \cdot 10^{-3}$	$1.906 \cdot 10^{-3}$	$0.749 \cdot 10^{-3}$	$0.413 \cdot 10^{-3}$
1	2	3	4	5	6	7	8
ЗИЛ -130 -76	1	5	0.8331	0.9361	0.9811	0.9925	0.9959
	2	10	0.6941	0.8762	0.9626	0.9851	0.9918
	3	15	0.5782	0.8202	0.9444	0.9778	0.9877
	4	20	0.4013	0.7187	0.9091	0.9632	0.9796
	5	25	0.3344	0.6728	0.8919	0.9561	0.9755
	6	30	0.2321	0.5895	0.8586	0.9418	0.9675
	7	40	0.1611	0.5165	0.8265	0.9278	0.9595
	8	50	0.0646	0.3712	0.7513	0.8937	0.9399
	9	75	0.0259	0.2668	0.6830	0.8609	0.9207
	10	100	0.4817	0.7678	0.9266	0.9705	0.9836
	11	125	0.0104	0.1918	0.6210	0.8292	0.9019
	12	150	0.0042	0.1378	0.5645	0.7988	0.8835
	13	175	0.0017	0.0991	0.5132	0.7694	0.8654
	14	200	0.0007	0.0712	0.4665	0.7411	0.8477
	15	225	0.0003	0.0512	0.4241	0.7139	0.8304
	16	250	0.0001	0.0368	0.3856	0.6876	0.8134
	17	275	-	0.0264	0.3505	0.6624	0.7968
	18	300	-	0.0190	0.3187	0.6380	0.7805
	19	400	-	0.0051	0.2177	0.5493	0.7186
	20	500	-	0.0014	0.1487	0.4728	0.6617
	21	600	-	0.0004	0.1016	0.4071	0.6092
	22	700	-	-	0.0694	0.3504	0.5609
	23	800	-	-	0.0474	0.3017	0.5164
	24	900	-	-	0.0324	0.2597	0.4755
	25	1000	-	-	0.0221	0.2236	0.4378
	26	1100	-	-	0.0151	0.1925	0.4031
	27	1200	-	-	0.0103	0.1657	0.3711
	28	1300	-	-	0.0070	0.1426	0.3417
	29	1400	-	-	0.0048	0.1228	0.3146
	30	1500	-	-	0.0033	0.1057	0.2897