

16a

105181

Министерство образования и науки Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ  
АКАДЕМИЯ

---

Кафедра "Строительство и эксплуатация дорог"



И. И. Леонович  
Л. Р. Мытько

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности Т.19.03.00 -  
"Строительство дорог и транспортных объектов"  
специализации Т.19.03.01 - "Строительство  
автомобильных дорог и аэродромов"

Минск 1997

15a

105181

Министерство образования и науки Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ  
АКАДЕМИЯ

---

Кафедра "Строительство и эксплуатация дорог"

И.И.Леонович  
Л.Р.Мытько

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности Т.19.03.00 -  
"Строительство дорог и транспортных объектов"  
специализации Т.19.03.01.- "Строительство  
автомобильных дорог и аэродромов"

Рекомендовано Научно-методическим центром учебной книги и средств обучения Министерства образования и науки Республики Беларусь в качестве учебно-методического пособия для студентов специальности "Строительство дорог и транспортных объектов" высших учебных заведений

Минск 1997



Леонович И.И., Мытько Л.Р. Повышение эксплуатационных показателей автомобильных дорог и безопасности движения: Учебно-методическое пособие для студ. спец. Т.19.03.00 - "Строительство дорог и транспортных объектов" специализации Т.19.03.01 - "Строительство автомобильных дорог и аэродромов". - Мн.: БГПА, 1997. - 74с.

В предлагаемом пособии приведены основные методы выявления опасных участков на автомобильных дорогах.

На основании анализа графиков пропускной способности, коэффициентов безопасности и аварийности произведен выбор мероприятий по повышению безопасности движения и эксплуатационных показателей участка дороги. Определены затраты, необходимые для улучшения условий движения, приведен расчет потерь от дорожно-транспортных происшествий, а также расчет экономической эффективности от использования принятых решений.

Рецензенты:  
Н.П.Вырко, В.В.Малиновский

2016

© Леонович И.И.,  
Мытько Л.Р., 1997.

## Введение

В Республике Беларусь эксплуатируются 50,3 тыс.км автомобильных дорог общего пользования, из которых 97% имеют твердое покрытие. Местные дороги составляют 27,2 тыс.км (55,2%). Протяженность сельскохозяйственных дорог в пять раз превышает этот показатель. Протяженность дорог с усовершенствованным покрытием составляет 33,3 тыс.км, в том числе с цементобетонным покрытием - 1,7 тыс.км (5,2%), с асфальтобетонным покрытием - 29,4 тыс.км (89,1%). Из общего количества дорог общего пользования к I-й категории относится 0,7 тыс.км (1,4%), к II-й - 1,7 тыс.км (3,4%), к III-й - 6,2 тыс.км (12,3%), к IV-й - 33,6 тыс. км (66,8%) и к V-й категории - 8,1 тыс. км (16,1%). В республике все города районного, областного и республиканского подчинения связаны между собой дорогами с усовершенствованными типами покрытий. Подъезды к центральным усадьбам колхозов и совхозов, к большинству участков садовых кооперативов также имеют твердые покрытия. Эксплуатация всех этих дорог является главной задачей инженерно-технических работников дорожных организаций.

К основным транспортно-эксплуатационным показателям автомобильной дороги относят: обеспеченную скорость, пропускную способность, уровень загрузки, комфортабельность и безопасность движения.

Основными характеристиками, определяющими транспортно-эксплуатационные показатели дороги, являются:

геометрические параметры, к которым относят ширину проезжей части и обочин, продольные уклоны, радиусы кривых в плане и профиле, расстояние видимости;

состояние и прочность дорожной одежды;

ровность и сцепные характеристики проезжей части и обочин;

состояние земляного полотна;

состояние элементов инженерного оборудования.

### 1. АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Эксплуатационной службе необходимо для оценки условий работы дороги учитывать не только интенсивность движения, но и характер ее изменений.

Оценку изменения интенсивности движения производят путем определения коэффициента интенсивности

$$K_{и} = \frac{N_p}{N_{ф}}$$

где  $N_p$  - расчетная интенсивность движения для данной категории дороги, авт./сут ;

$N_{\phi}$  - фактическая интенсивность движения, авт./сут.

Коэффициент интенсивности характеризует степень загрузки дороги автомобильным транспортом. По этому коэффициенту судят о необходимости улучшения параметров дороги путем проведения ее реконструкции или капитального ремонта отдельных участков.

Пока значения  $K_k > 1$ , условия работы дороги находятся в расчетных пределах.

Значения расчетной интенсивности движения берут из СНиП 2.05.02.85 (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, авт./сут	
	приведенная к легковому автомобилю	в транспортных единицах
Iа	свыше 14000	свыше 7000
Iб	свыше 14000	свыше 7000
II	от 6000 до 14000	от 3000 до 7000
III	от 2000 до 6000	от 1000 до 3000
IV	от 200 до 2000	от 100 до 1000
V	до 200	до 100

**Примечание.** Расчетная интенсивность в транспортных единицах принимается в случае, когда легковые автомобили будут составлять менее 30% общего транспортного потока.

Данные о фактической интенсивности движения определяют с помощью специальных счетчиков, или визуально ведут подсчет проходящих транспортных средств [1].

Важнейшим эксплуатационным показателем автомобильных дорог является степень ровности проезжей части, величина которой характеризует условия работы не только автомобильного транспорта, но и дорожной одежды, ее износ и срок службы. Поэтому степень ровности дорожных покрытий регулярно контролируют как при строительстве, так и при эксплуатации автомобильных дорог. Состояние покрытия автомобильных дорог по ровности оценивают коэффициентом ровности  $K_p$ , представляющим отношение предельно допустимого значения ровности к фактическому. Покрытие по ровности удовлетворяет условиям эксплуатации, если  $K_p \geq 1$ .

Предельно допустимые значения ровности приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Интенсивность движения	Категория дороги	Тип дорожной одежды	Предельно допустимое состояние покрытия по ровности		
			Показатель ровности, см/км		Кол-во просветов под трехметровой рейкой, превышающих указанные в СНиП 3.06.03-85, %
			по прибору ПКРС-2	по толкомеру ТХК-2	
Более 7000	I	Капитальный	540	100	6
3000-7000	II	" "	660	120	7
1000-3000	III	" "	860	170	9
1000-3000	III	Облегченный	1100	240	12
500-1000	IV	" "	1200	265	14
200-500	IV	Переходный	—	340	—
до 200	IV	Низший	—	510	—

Примечание. Допускаемые значения ровности по толкомеру ТХК-2 даны применительно к автомобилю УАЗ-452.

Фактическая ровность покрытия определяется с помощью трехметровой рейки или толкомеров различных конструкций [1].

В условиях непрерывного роста интенсивности движения на дорогах все большее значение приобретает получение объективных данных о фактической прочности эксплуатируемых дорожных одежд. Одним из основных показателей, характеризующих прочность дорожной одежды, является обратимая (упругая) деформация под нагрузкой. Прочность дорожной одежды оценивают коэффициентом запаса прочности  $K_{np}$ , который представляет собой отношение фактического модуля упругости дорожной конструкции к требуемому по условиям движения в процессе эксплуатации.

Значение коэффициента запаса прочности должно быть равно или больше единицы.

При оценке прочности требуемые модули упругости жестких дорожных одежд назначают с учетом действующих норм межремонтных сроков службы одежд, величины расчетной нагрузки, интенсивности движения расчетных автомобилей, типа покрытия, грунтово-геологических и дорожно-климатических условий [2].

Требуемый модуль упругости можно определить по формуле

$$E_{mp} = 65 + 65 \lg N^A,$$



где  $N^A$  - интенсивность движения, приведенная к расчетной нагрузке группы А, авт./сут:

$$N^A = f_{пол} \cdot N \sum j_i \cdot S_i^A,$$

где  $f_{пол}$  - коэффициент, учитывающий распределение движения по ширине проезжей части (для двухполосных дорог  $f_{пол} = 0,55$ );

$S_i^A$  - коэффициент приведения к нагрузке группы А;

$j_i$  - доля автомобилей различной грузоподъемности.

Минимальные значения требуемых модулей упругости для внегородских дорог приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Категория дороги	Расчетная приведенная интенсивность на одну полосу, ед./сут		Минимальные модули упругости для покрытий, МПа		
	группа А	группа В	капитальных	усовершенствованных облегченных	переходных
I	500		230	—	—
II	250		220	180	—
III	70		180	160	—
IV	—	70	—	125	65
V	—	50	—	100	50

Из двух значений модуля упругости  $E_{тр}$  и  $E_{мин}$  берут большее значение.

Фактические модули упругости дорожных одежд определяют с помощью прогибомеров или установок динамического погружения [1].

Сцепные качества покрытий характеризуются коэффициентом относительного сцепления  $K_c$ , который определяется как отношение фактического коэффициента продольного сцепления к допустимому по условиям безопасности движению значению.

Покрытие по сцеплению соответствует требованиям безопасности движения, если  $K_c \geq 1$ .

Предельные значения коэффициента сцепления, в зависимости от условий движения, приведены в табл. 1.4.

Фактические значения коэффициента сцепления определяют по методике, изложенной в [1].

На основании вычисленных значений коэффициентов интенсивности движения, ровности, прочности и сцепления делают предварительный вывод об эксплуатационном состоянии автомобильной дороги.

Таблица 1.4

Условия движения по СНиП 2.05.02-85	Характеристика участков	Коэффициент продольного сцепления, измеренный прибором ПКРС-2 при скорости 60 км/ч
Легкие	Участки прямые или на кривых радиусами 1000м и более, с продольными уклонами не более 30%, с укрепленными обочинами, без пересечений в одном уровне, при уровне загрузки не более 0,3	0,35
Затрудненные	Участки на кривых в плане с радиусами от 250 до 1000м, на спусках и подъемах с уклонами от 30 до 60%, участки в зонах сужений проезжей части, а также участки дорог, отнесенные к легким условиям движения, при уровне загрузки в пределах 0,3-0,5	0,40
Опасные	Участки с видимостью менее расчетной: подъемы и спуски с уклонами, превышающими расчетные; зоны пересечения в одном уровне, а также участки, отнесенные к легким и затрудненным условиям, при уровне загрузки свыше 0,5	0,45

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАГРУЗКИ ДОРОГИ ДВИЖЕНИЕМ

### 2.1. Методика определения пропускной способности и коэффициента загрузки

Пропускную способность и уровень загрузки движением проверяют на участках дорог с интенсивностью более 4 тыс. автомобилей в сутки в физических единицах. Пропускная способность определяется по методике, изложенной в "Руководстве по оценке пропускной способности автомобильных дорог" [3] и в другой литературе [4], [5]. Максимальное количество автомобилей, которое может пропустить участок дороги с конкретными дорожными условиями в единицу времени, называют практической пропускной способностью и определяют по формуле

$$P = P_{\max} \cdot V_{\text{итог}}, \quad (2.1)$$

где  $P_{\max}$  - максимальная практическая пропускная способность эталонного участка;

$V_{\text{итог}}$  - итоговый коэффициент снижения пропускной способности.



За эталонный принимают горизонтальный, прямолинейный в плане участок с проезжей частью, имеющей не менее двух полос движения шириной по 3,75 м, с сухим шероховатым покрытием, с расстоянием видимости не менее 800 м, для транспортного потока, состоящего только из легковых автомобилей.

$$B_{цпог} = B_1 \cdot B_2 \cdot \dots \cdot B_n, \quad (2.2)$$

где  $B_1, B_2, B_n$  - частные коэффициенты снижения пропускной способности, определяемые в зависимости от характеристик дорожных условий и состава транспортного потока по табл. 2.1-2.15, а также по [3], [4]. Максимальную практическую пропускную способность  $P_{max}$  принимают:

для двухполосных дорог - 2000 легковых автомобилей в час в обоих направлениях;

для трехполосных - 4000 авт./ч;

для многополосных магистралей - 1250 авт./ч для крайней правой полосы, 1800 авт./ч для крайней левой и 1500-1700 авт./ч для средних полос.

Коэффициент загрузки дороги движением определяют по формуле

$$Z = \frac{N_ч}{P}, \quad (2.3)$$

где  $N_ч$  - фактическая часовая интенсивность, приведенная к легковому автомобилю, авт./ч;

$P$  - практическая пропускная способность, авт./ч.

Часовую интенсивность движения определяют по формуле

$$N_ч = 0,076 \cdot N_d, \quad (2.4)$$

где  $N_d$  - фактическая интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю, авт./сут.

Если интенсивность движения задана в физических единицах, то ее можно привести к легковому автомобилю.

$$N_ч = N \sum K_i J_i, \quad (2.5)$$

где  $N$  - интенсивность движения в физических единицах, авт./сут;

$K_i$  - коэффициенты приведения автомобиля  $i$ -го типа к легковому автомобилю; значения  $K_i$  принимают в соответствии с рекомендациями

СНиП 2.05.02-85 в зависимости от типов транспортных средств и их грузоподъемности;

$J_i$  - доля автомобилей  $i$ -го типа в составе транспортного потока.

Вследствие изменения дорожных условий по длине дороги происходит также изменение пропускной способности на отдельных ее участках.

Для характеристики условий движения строят линейные графики изменения пропускной способности и коэффициентов загрузки дороги движением.

Каждый элемент автомобильной дороги, снижающий пропускную способность, имеет зону влияния, в пределах которой изменяется режим движения потоков автомобилей и пропускная способность. При построении изменения пропускной способности принимают следующее протяжение зон влияния в каждую сторону от рассматриваемого участка (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Элементы дороги	Зона влияния, м
Населенные пункты	300
Участки подъемов длиной до 200 м	350
Участки подъемов длиной больше 200 м	650
Кривые в плане радиусом больше 600 м	100
Кривые в плане радиусом меньше 600 м	250
Участки с ограниченной видимостью (меньше 100 м)	150
Участки с ограниченной видимостью (меньше 100-350 м)	100
Участки с ограниченной видимостью (больше 350 м)	50
Пересечения в одном уровне	600

Построение линейного графика производится в следующей последовательности:

руководствуясь планом трассы и продольным профилем, выделяют отдельные участки, которые могут вызвать снижение пропускной способности, с учетом зоны их влияния;

для каждого участка определяют значения частных коэффициентов снижения пропускной способности  $V_1, V_2, \dots, V_n$ ;

разбивают всю протяженность дороги на однородные участки, в пределах каждого из которых сохраняются постоянными значения всех частных коэффициентов снижения пропускной способности;

для каждого из однородных участков по формуле (2.1) вычисляют пропускную способность и по формуле (2.3) - коэффициент загрузки движением; данные заносят в табл. 2.17;

строят линейный график изменения пропускной способности и коэффициента загрузки вдоль дороги.

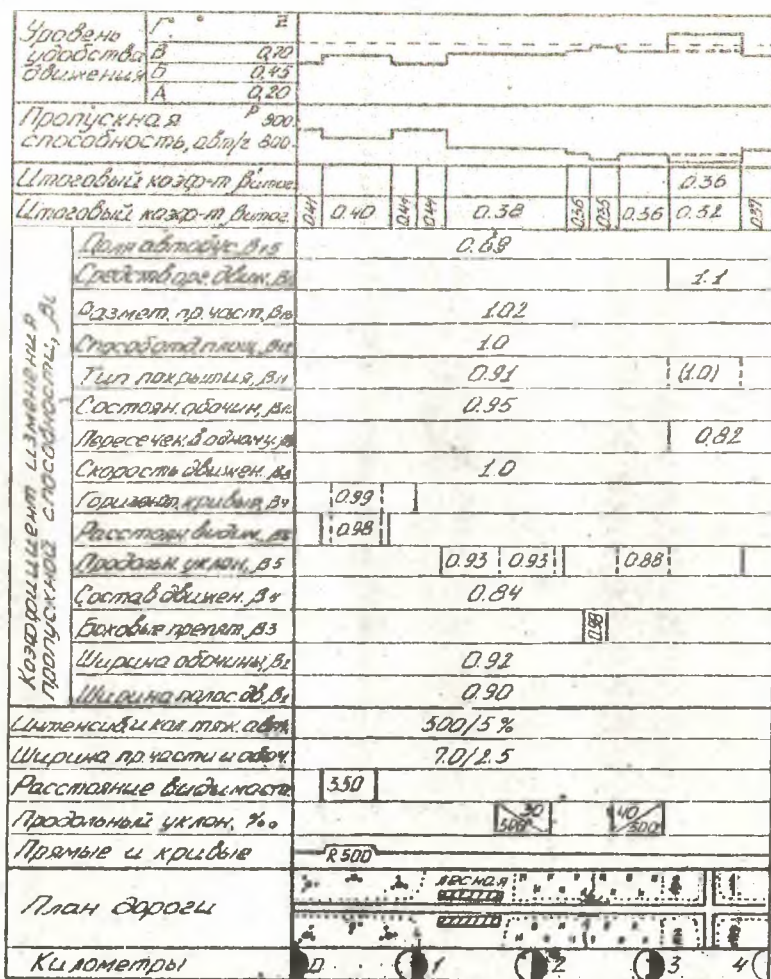


Рис. 2.1. График пропускной способности дороги и коэффициента загрузки движением

Таблица 2.2

Коэффициент  $B_1$ 

Ширина полосы движения	Значение $B_1$ для проезжей части	
	многополосной	двухполосной
< 3	0,90	0,85
3,5	0,96	0,90
$\geq 3,75$	1,00	1,10

Таблица 2.3

Коэффициент  $B_2$ 

Ширина обочины, м	Значение $B_2$	Ширина обочины, м	Значение $B_2$
3,75	1,00	2,0	0,8
3,0	0,97	1,5	0,7
2,5	0,92		

Таблица 2.4

Коэффициент  $B_3$ 

Расстояние от кромки проезжей части до бокового препятствия в пределах обочины, м	Боковые помехи с одной стороны			Боковые помехи с обеих сторон		
	Значение $B_3$ при ширине полосы движения, м					
	3,75	3,5	3	3,75	3,5	3
2,5	1,00	1,00	0,98	1,00	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 2.5

Коэффициент  $B_4$ 

Количество автопоездов в потоке, %	Значение $B_4$ при доле 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

Таблица 2.6

Коэффициент  $B_5$ 

Продольный уклон, ‰	Длина подвема, м	Значение $B_5$ при доле автомобильных поездов в потоке, %			
		2	5	10	15
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

Таблица 2.7

Коэффициент  $B_6$ 

Расстояние видимости, м	Значение $B_6$	Расстояние видимости, м	Значение $B_6$
< 50	0,69	150-250	0,90
50-100	0,73	250-350	0,98
100-150	0,84	> 350	1,00

Таблица 2.8

Коэффициент  $B_7$ 

Радиус кривой в плане, м	Значение $B_7$	Радиус кривой в плане, м	Значение $B_7$
< 100	0,85	450-600	0,99
100-250	0,90	> 800	1,00
250-450	0,96		

Таблица 2.9

Коэффициент  $B_8$ 

Ограничение скорости движения, км/ч	Значение $B_8$	Ограничение скорости движения, км/ч	Значение $B_8$
10	0,44	40	0,96
20	0,76	50	0,98
30	0,88	60	1,00



Таблица 2.10

Коэффициент  $B_9$ 

Доля автомобилей, совершающих левый поворот, %	Плывыкания		Пересечения	
	Значение $B_9$ при ширине проезжей части дороги, м			
	7,0	7,5	7,0	7,5
Необорудованные				
0	0,97	0,98	0,94	0,95
20	0,85	0,87	0,82	0,83
40	0,73	0,75	0,70	0,71
Частично канализированные, с "островками безопасности", без переходно-скоростных полос				
0	1,00	1,00	0,98	0,99
20	0,97	0,98	0,98	0,97
40	0,93	0,94	0,91	0,92
Полностью канализированные				
0-60	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблица 2.11

Коэффициент  $B_{10}$ 

Тип укрепления и состояние обочин	Значение $B_{10}$
Усовершенствованное покрытие	1,00
Укрепление щебнем	0,99
Дерновый газон	0,95
Сухие, неукрепленные	0,90
Мокрые, грязные	0,45

Таблица 2.12

Коэффициент  $B_{11}$ 

Тип покрытия	Значение $B_{11}$
Шероховатое а/б, черное щебеночное	1,00
Гладкое асфальтобетонное	0,91

Таблица 2.13

Коэффициент  $B_{12}$ 

Способ отделения площадок отдыха, бензозаправочных станций, площадок для стоянки от основной проезжей части дороги	Значение $B_{12}$
Полное отделение, специальная полоса для въезда	1,00
Полное отделение, имеется отгон ширины	0,98
Полное отделение, без полос и отгона	0,80
Без отделения	0,64

Таблица 2.14

Коэффициент  $B_{13}$ 

Средства организации движения	Значение $B_{13}$
Осевая разметка	1,02
Осевая и краевая отметки	1,05

Таблица 2.15

Коэффициент  $B_{14}$ 

Средства организации движения	Значение $B_{14}$
Указатели полос движения	1,10

Таблица 2.16

Коэффициент  $B_{15}$ 

Доля автобусов в потоке, %	Значение $B_{15}$ при доле 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

Таблица 2.17

Но- мер уча- стков	Местопо- ложение участка км+...	Значения $B_i$	До принятия решения			После принятия решения		
			$\beta$	$P$	$Z$	$\beta'$	$P'$	$Z'$
9	3+100 - - 3+800	$0,9 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot$ $\cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot$ $\cdot 0,95 \cdot 0,91 (1,0) \cdot$ $\cdot 1 \cdot 1,02 \cdot 1,1 \cdot 0,69$	0,32	640	0,78	0,36	720	0,69

В зависимости от величины коэффициента загрузки судят об уровне удобства движения и состоянии транспортного потока по табл. 2.18.

Таблица 2.18

Уровень удобства движения	Коэффициент загрузки Z	Состояние транспортного потока	Условия движения автомобилей	Условия работы водителя
А	менее 0,2	Свободный	Взаимные помехи отсутствуют	Легкие
Б	0,2-0,45	Частично связанный	Образование групп автомашин, частные обгоны	Нормальные
В	0,56-0,7	Связанный	Группы автомашин увеличиваются, между ними сохраняются интервалы. Условия обгона осложняются	Затрудненные
Г	0,7-0,1	Насыщенный	Образуется сплошной поток машин, скорость значительно снижается. На участках дороги возможны заторы	Напряженные

Анализируя построенный график пропускной способности и коэффициента загрузки, выделяют участки, где коэффициент загрузки превышает допустимые значения, приведенные в табл. 2.19.

Таблица 2.19

Характеристика участков дороги	Значение Z, не более
Подъезды к аэропортам, железнодорожным станциям, морским и речным причалам и пристаням (дороги категории Ia, Ib и II)	0,5
Внегородские автомобильные магистрали (дороги категории Ia)	0,6
Вход в города, обходы и кольцевые дороги вокруг больших городов	0,65
Автомобильные дороги II-й и III-й категории	0,7
Автомобильные дороги IV-й категории	0,75

Примечание. В неблагоприятные для дорог периоды года допускается увеличение уровня загрузки, но не более чем на 15%.

## 2.2. Выбор мероприятий, улучшающих условия движения

Выявив опасные участки, определяют причины снижения пропускной способности, например: недостаточная ширина проезжей части и обочины, не обеспечена видимость, малый радиус кривой в плане, неукрепленная обочина и т.д.

Затем предусматривают мероприятия, устраняющие перечисленные выше причины снижения пропускной способности. В первую очередь назначают мероприятия, которые могут быть выполнены силами эксплуатационных организаций, например: укрепление обочин, устройство поверхностной обработки, устранение боковых препятствий в пределах обочины и т.д.

В зависимости от значения коэффициента загрузки и уровня удобства движения рекомендуется назначать следующие мероприятия, повышающие транспортно-эксплуатационные показатели участка автомобильной дороги (табл. 2.20) [6].

Таблица 2.20

Уровни удобства движения	Коэффициент загрузки, уровень напряжения водителей	Строительные и эксплуатационные мероприятия	Средства по организации движения
1	2	3	4
А	0,1 опасно низкий	Укрепление обочин	Осевая разметка, предупреждающие знаки
А	0,2 оптимальный	Шероховатые поверхностные обработки. Улучшение видимости на особо опасных участках. Устройство виражей, уширение проезжей части на кривых малых радиусов	Разметка, запрещающая обгон на кривых малых радиусов и в местах ограничения видимости. Уширение для остановок автобусов. Направляющие столбики
Б	0,2-0,45 высокий	Дополнительные полосы проезжей части на подъемах в верхней части. Выборочное улучшение видимости на участках обгонов. Канализированные пересечения с островками на второстепенной дороге	Знаки рекомендуемых скоростей движения. Разметка, регулирующая возможность обгонов. Уширение для остановок автобусов с плавным обгоном



1	2	3	4
В	0,45-0,7 опасно высокий	Канализированные пересечения или кольцевое пересечение в одном уровне. Дополнительные полосы на всей длине подъездов. Переходно-скоростные полосы на пересечениях в одном уровне.	Ограничение обгонов. Автобусные остановки, отделенные "островком". Знаки над проезжей частью. Светофорное регулирование на особо опасных местах. Освещение опасных мест

Если не удалось снизить значение коэффициента загрузки принятыми мерами, тогда намечают работы, которые необходимо выполнить при проведении капитального ремонта участка дороги, например: уменьшение величины продольного уклона, увеличение радиуса кривой в плане, обеспечение видимости в продольном профиле и т.д.

До устранения причин, вызвавших повышение значения коэффициента загрузки, устанавливают дорожные знаки, информирующие водителей об опасных участках.

После проведения мероприятий, повышающих пропускную способность, уточняют коэффициенты снижения пропускной способности и строят новый график пропускной способности и коэффициента загрузки, причем в новом графике значение коэффициента загрузки должно быть меньше предельно допускаемых значений, приведенных в табл. 2.19.

### 3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Для выбора мероприятий, повышающих безопасность движения, и назначения очередности их выполнения дорожная служба выявляет и оценивает опасные участки, используя различные методы [8].

Оценка и сравнение разных участков могут быть выполнены по абсолютному числу происшествий на этих участках или по километровому графику ДТП. Недостаток этого способа состоит в том, что он не учитывает интенсивность движения. Оценка участка может быть произведена по коэффициенту происшествий, который характеризует число ДТП, происходящее на один миллион автомобиле-километров пробега.

$$И = \frac{10^6 A}{365 \cdot L \cdot N \cdot n}, \text{ ДТП/1 млн.авт.-км,}$$



где  $A$  - число ДТП;

$L$  - длина участка, км;

$N$  - среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сут;

$n$  - число лет, за которые произошло  $A$  происшествий.

### 3.1. Оценка условий безопасности движения методом коэффициентов аварийности

Для оценки безопасности движения применяется метод итоговых коэффициентов аварийности. Этот метод основан на обобщении данных статистики дорожно-транспортных происшествий. Он особенно удобен для анализа участков, находящихся в эксплуатации.

Разновидностью этого метода является метод коэффициентов относительной безопасности движения, представляющих собой величины, обратные коэффициентам аварийности.

Относительная вероятность дорожно-транспортных происшествий на каждом из участков может быть оценена обобщенным итоговым коэффициентом аварийности, вычисляемым как произведение частных коэффициентов. Эти коэффициенты характеризуют изменение условий движения, вызываемое влиянием отдельных элементов плана, продольного и поперечного профилей и придорожной полосы, по сравнению с условиями движения по эталонной двухполосной дороге с шириной проезжей части 7,5 м, укрепленными обочинами и шероховатым покрытием.

$$K_{\text{итог.}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_n,$$

где  $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$  - частные коэффициенты аварийности, представляющие собой отношение числа дорожно-транспортных происшествий при том или ином значении элемента плана и профиля к числу происшествий на эталонном прямом, горизонтальном участке. Значения частных коэффициентов аварийности были определены на основе отечественных и зарубежных статистических данных, учитывающих влияние интенсивности движения, элементов плана и профиля дороги на безопасность движения.

Значения частных коэффициентов аварийности приведены в таблицах [4], [8], [9], [10].

Для определения итоговых коэффициентов аварийности строят линейный график (рис. 3.1).

Эгора и т.д. в. коэффициентной аварийности		Километры												
Километр		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Коэффициент		19	5.3	3.1	4.2	12.4	7.2	5.2	3.9	2.7	2.8	5.2	6.8	2.1
Частные коэффициенты аварийности	К1 интенсив. движ.	0.75												
	К2 ширина пр. част.	1.75												
	К3 ширина обочин	1.1												
	К4 продольн. уклон	1.25   2.5												
	К5 радиус крив. в. пл.	1.6												
	К6 видимость	1.45												
	К7 ширина мостов	1.2												
	К8 длина прам. участ.	1.1												
	К9 число полос движ.	1.0												
	К10 ширина разд. полос	-												
	К11 типл. перевозчики	15												
	К12 интенс. на пересеч.	2.0												
	К13 видимость на пер.	1.1												
	К14 расс. от края пр. част.	5.0												
	К15 Протяж. насел. пунк.	1.2												
К16 подход к насел. пунк.	1.2   1.5   2   2   1.5   1.1													
К17 боковые препятст.	1.2													
К18 составн. покрыт.	0.75   1.3													
Интенсивн. движение	2.00													
Ширина обочин	2.5													
Ширина проезж. части	7.0													
Продольный уклон	30/500   40/500													
Расстояние видимости	150													
Прямые и кривые	1500													
План дороги	[Схематический план дороги]													
Километры	0   1   2   3   4													

Рис. 3.1. График коэффициентов аварийности



15а 105181

При построении линейного графика строят план и продольный профиль дороги с выделением на них всех элементов, для которых должны быть определены частные коэффициенты аварийности (продольные уклоны, кривые в плане, мосты, населенные пункты, примыкания и пересечения). Масштаб плана и профиля принимают в зависимости от сложности ситуации. Обычно принимают масштаб 1:5000.

План и профиль дороги анализируют по каждому показателю в отдельности, выделяя однородные участки, для каждого из которых назначают коэффициент аварийности. Значения частных коэффициентов аварийности записывают в выделенные для каждого из них графы из табл. 3.1.

Таблица 3.1

Интенсивность движения, авт./сут	1000	3000	5000	7000	9000
K <sub>1</sub> (двухполосные дороги)	1,1	0,75	1,0	1,3	1,7
K <sub>1</sub> (трехполосные дороги)	—	0,65	0,75	0,9	0,96
Ширина проезжей части, м	5,5	6,0	7,0	7,5	9,0
K <sub>2</sub> при укрепленных обочинах	1,5	1,35	1,05	1,0	0,8
K <sub>2</sub> при неукрепленных обочинах	2,75	2,5	1,75	1,5	1,0
Ширина обочин, м	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0
K <sub>3</sub>	2,2	1,4	1,2	1,0	0,8
Продольный уклон, %	20	30	50	80	90
K <sub>4</sub>	1,0	1,25	2,5	3,0	3,1
Радиус кривых в плане, м	50	100	150	250	500
K <sub>5</sub>	10	5,4	4,0	2,25	1,6
Видимость проезжей части, м	50	100	150	200	250
K <sub>6</sub> в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0
K <sub>6</sub> в профиле	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4
Ширина проезжей части моста по отношению к проезжей части дороги	<1м	Равны	>1м	>2м	Равна ширине земли, пол.
K <sub>7</sub>	6,0	3,0	2,0	1,3	1,0
Длина прямого участка, км	<3	5	10	15	20
K <sub>8</sub>	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9
Число полос движения	2	3 (без разметки)	3 (с разметкой)	4	4 (с разделительной полосой)
K <sub>9</sub>	1,0	1,5	0,9	0,8	0,65

Продолжение табл. 3.1

Ширина разделительной полосы К <sub>10</sub>	1 2,5	2 2,0	3 1,5	5 1,0	10 0,5
Тип пересечения	В раз- ных уров- нях	Коль- цевое	В одном уровне при интен- сивности движения по пересекаемой дороге, % от суммарной на двух дорогах		
К <sub>11</sub>	0,35	0,70	<10 1,5	10<20 3,0	>20 4,0
Пересечение в одном уровне при интенс. движе- нии по основной дороге, тыс. авт./сут К <sub>12</sub>	<1,6 1,5	1,6...3,5 2,0	3,5...5 3,0	>5 4,0	
Видимость пересечения в одном уровне с основной дорогой, м К <sub>13</sub>	>60 1,0	60...40 1,1	40...30 1,65	30...20 2,5	<20 5,0
Расстояние от кромки проезжей части до заст- ройки или зеленых насаж- дений, м К <sub>14</sub>	>50 1,0	за- строй- ка с од- ной сто- роны 50...20 1,25	за- строй- ка с двух сторон 50...20 2,5	20...10 5,0	<10 7,5
Протяженность малого насел. пункта, через кото- рый проходит дорога, км К <sub>15</sub>	0,5 1,0	1 1,2	2 1,7	3 2,2	5 2,7
Протяженность участков подходов к населенным пунктам, км К <sub>16</sub>	<0,2 2,0	0,2...0,6 1,5	0,6...1,0 1,2	>1 1,0	
Расстояние от кромки проезжей части до соору- жения, столба или дерева вблизи дороги, м К <sub>17</sub>	0,5 2,0	1,0 1,75	1,5 1,4	2,0 1,2	3,0 1,1
Состояние покрытия	скольз- кое, грязное	скольз- кое	сухое, чистое	щеро- хова- тое	очень щеро- ховатое
Коэффициент сцепления К <sub>18</sub>	0,2...0,3 2,5	0,4 2,0	0,6 1,3	0,7 1,0	0,75 0,75



При расчете вручную значения коэффициентов не интерполируют, а принимают ближайшие. Границы каждого из выделенных участков сносят в специальную графу итоговых коэффициентов аварийности, выделяя таким образом границы участков, однородных по степени обеспечения безопасности. Влияние каждого опасного участка распространяется и на прилегающие к нему участки.

Размеры зон влияния приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Зоны влияния опасных участков

Элементы дороги	Зона влияния, м
Подъемы и спуски	100 м от вершины подъема 150 м от подошвы спуска
Пересечения в одном уровне: - при наличии твердого покрытия на пересекаемой дороге - при отсутствии твердого покрытия на пересекаемой дороге	на 50 м в каждую сторону по 100-150 м в каждую сторону в зависимости от типа грунта
Пересечения в разных уровнях	В пределах между примыканиями переходно-скоростных полос или правосторонних съездов
Кривые в плане с обеспеченной видимостью при радиусах менее 400 м	по 50 м от начала и конца кривой
Кривые с необеспеченной видимостью при любом радиусе	по 100 м от начала и конца кривой
Мосты, трубы и другие сужения	по 75 м от начала и конца сужения
Препятствия и глубокие обрывы вблизи от дороги	75 м

Если на каком-либо участке проявляется влияние нескольких факторов, принимается значение только наибольшего из коэффициентов.

Итоговый коэффициент аварийности определяют, последовательно перемножая частные коэффициенты. Для наглядности в специальной графе линейного графика строят эпюру итоговых коэффициентов, пики которой характеризуют участки, наиболее опасные в отношении возможности возникновения дорожно-транспортных происшествий (рис. 3.1).

На основании графика итоговых коэффициентов аварийности по табл. 3.3 определяют участки различной степени опасности движения.



Таблица 3.3

Коэффициенты	Степень опасности участков дороги			
	не опасный	мало-опасный	опасный	очень опасный
Коэф. происшествий	до 0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2 и более
Коэф. аварийности $K_{итог}$	0-10	10-20	20-40	40 и более
Коэф. безопасности $K_6$	0,8 и более	0,6-0,8	0,4-0,6	менее 0,4

Для учета влияния климатических условий на безопасность движения строят графики сезонных коэффициентов аварийности для летнего, осенне-весеннего и зимнего периодов.

Графики сезонных коэффициентов аварийности строят, используя поправочные коэффициенты к параметрам и характеристикам дорог. Поправочные коэффициенты приведены в табл. 5.2 [9].

При проведении мероприятий по повышению безопасности движения важно провести в первую очередь реконструкцию наиболее опасных участков дороги. Для этого строят график коэффициентов аварийности с введением дополнительных коэффициентов тяжести происшествий, значения которых приведены в табл. 3.4 [4].

Для каждого однородного по дорожным условиям участка, на котором  $K_{итог} > 15$ , строят график стоимостных коэффициентов аварийности.

$$K_{итог., стоим.} = K_{итог.} \cdot M_T,$$

где  $M_T = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \cdot \dots \cdot m_n$  - коэффициент относительной тяжести происшествий, равный произведению дополнительных стоимостных коэффициентов происшествий, определенных как отношение потерь при осложнении условий по сравнению со средними потерями от одного происшествия на горизонтальном прямом участке с ровным сухим покрытием шириной 7,5 м и укрепленными обочинами.

Анализ полученных графиков дает возможность выявить наиболее опасные участки, на которых в первую очередь необходимо проводить работы по улучшению их технико-эксплуатационного состояния.

Таблица 3.4

## Коэффициент тяжести

Учитываемые факторы	Значение $m$ , для дорог в равнинной местности
Ширина проезжей части, м:	
6	1,2
7-7,5	1,0
9	1,4
Ширина обочины, м:	
< 2,5	0,85
> 2,5	1,00
Продольный уклон, %:	
< 30	1,0
> 30	1,25
Радиусы кривых в плане, м:	
< 350	0,9
> 350	1,0
Видимость в плане и профиле, м:	
< 250	0,7
> 250	1,0
Мосты и путепроводы	2,1
Нерегулируемые пересечения в одном уровне	0,8
Населенные пункты	1,6
Число полос движения:	
2	1,0
3	1,3
Наличие деревьев, опор путепроводов, столбов на обочинах и разделительной полосе	1,5
Отсутствие ограждений в необходимых местах	1,4

## 3.2. Анализ графиков коэффициентов аварийности

Анализируя полученные графики коэффициентов аварийности, выявляют участки, на которых итоговые коэффициенты аварийности превышают допустимые значения, приведенные в табл. 3.1. Выявив опасные участки, определяют причины повышенной аварийности.

Затем на опасных участках предусматривают проведение мероприятий, с помощью которых можно снизить итоговый коэффициент до величины менее 10.

В первую очередь назначают мероприятия, которые могут быть выполнены силами дорожно-эксплуатационных организаций, например: укрепление обочин, обеспечение видимости проезжей части и видимости на пересечениях, устранение препятствий в пределах обочин, улучшение состояния проезжей части.

Если названными мероприятиями не удалось снизить итоговый коэффициент до величины, меньшей 10, тогда намечают работы, которые необходимо выполнить при проведении капитального ремонта или реконструкции участка дороги. На выявленных опасных участках рекомендуется проводить уширение проезжей части и обочин, снижение величины продольного уклона, увеличение радиуса кривых, обеспечение видимости в плане и продольном профиле, уширение искусственных сооружений, оборудование пересечений и т.д.

До устранения причин, вызвавших повышение значения итогового коэффициента аварийности, на опасных участках устанавливают дорожные знаки, информирующие водителей об опасности.

Дорожно-эксплуатационным организациям рекомендуется на участках с коэффициентом аварийности от 10 до 20 наносить разметку проезжей части, запрещающую обгон с выездом на полосу встречного движения. При коэффициенте аварийности от 20 до 40 на опасных участках рекомендуется запрещать обгон и ограничивать скорость движения.

После проведения мероприятий, повышающих технико-эксплуатационные характеристики участка дороги, уточняют частные коэффициенты аварийности, определяют новые значения итогового коэффициента аварийности, строят новый график, причем в новом графике значение итоговых коэффициентов аварийности должно быть менее 10.

### 3.3. Определение опасных участков по данным коэффициентов безопасности

Важным показателем безопасности движения служит плавность изменения скорости автомобиля на смежных участках, которая может быть оценена коэффициентом безопасности:

$$K_b = V/V_{ax},$$

где  $V$  - максимальная скорость автомобиля на данном участке, км/ч;  
 $V_{ax}$  - максимальная возможная скорость въезда автомобиля на данный участок, км/ч.

Чем меньше значения коэффициента безопасности, тем более вероятны дорожные происшествия. Скорости, обеспечиваемые тем или

иним участком дороги в продольном профиле, определяют для легкового автомобиля типа ГАЗ-24, принятого за расчетный.

Скорость автомобиля может быть зафиксирована с помощью специальных приборов по мере прохождения автомобиля по заданному участку. Затем по величине изменения скорости определяют коэффициент безопасности. Эпюру скоростей можно построить теоретически, используя формулу неравномерного движения автомобиля.

Расчет ведут на ЭВМ по специальной программе. Перед началом работы на ЭВМ необходимо подготовить исходные данные плана трассы и продольного профиля и свести их в таблицу.

При этом следует учитывать обозначения:

номер элемента 1 - выпуклая кривая;

номер элемента 2 - вогнутая кривая;

номер элемента 3 - участок постоянного уклона;

на участке с постоянным уклоном радиус вертикальной кривой принимают равным нулю;

если кривой в плане нет, то принимают  $R = 0$ ;

продольный уклон задают в долях единицы, на подъеме ставят знак "+", на спуске - "-";

поперечный уклон на кривых в плане принимают в долях единицы; на вираже со знаком "+", без виража - "-";

если кривой нет, то поперечный уклон принимают равным нулю.

Таблица 3.5

№ участка	Границы участка		Элементы продольного профиля			Элементы плана	
	ПК+	ПК+	№ элемента	R вертикальной кривой	продольный уклон	R в плане	поперечный уклон
1	0,00	2,00	3	0	-0,010	0	0
2	2,00	6,00	2	16000	0	500	+0,040
3	6,00	7,00	3	0	+0,015	500	+0,040
4	7,00	10,00	3	0	+0,015	0	0

За начальную скорость принимают среднюю скорость транспортно-го потока, равную 60 км/ч.

При расчетах скорости не принимают во внимание местные ограничения, накладываемые требованиями правил движения по дорогам.

На основе данных, полученных при расчете на ЭВМ, строят график изменения скорости по длине участка и график коэффициентов безопасности.

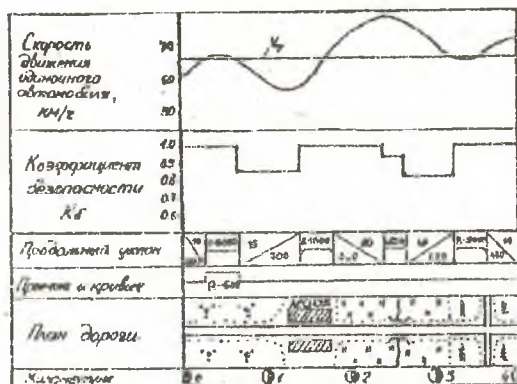


Рис. 3.2. Линейный график скоростей движения одиночных автомобилей и коэффициентов безопасности

Для каждого участка дороги строят графики для обоих направлений. Анализируя графики коэффициентов безопасности, выявляют участки, на которых значения  $K_6$  меньше предельно допустимых значений, приведенных в табл. 3.3. На выявленных опасных участках предусматривают мероприятия по улучшению условий движения, приведенные в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Коэффициент безопасности	Строительные и эксплуатационные мероприятия	Средства организации движения
> 0,8	Укрепление примыкающих к дороге съездов	Осевая разметка проезжей части
0,6-0,8	Постройка тротуаров и велосипедных дорожек в населенных пунктах	Выделение разметкой участков обгона в одном направлении. Дорожные знаки, предупреждающие об изменении дорожных условий. Сигнальные столбики на кривых
0,4-0,6	Устройство шероховатых поверхностных обработок срезов видимости в плане, канализированных или кольцевых пересечений	Разметка, запрещающая обгон в обоих направлениях. Знаки ограничения скорости. Ограждения на обочинах
0,4	Регулярный контроль коэффициентов сцепления, восстановление поверхностных обработок, устройство шумовых полос	Индивидуальные знаки перед очень опасными местами. Разметка и знаки, запрещающие стоянку



### 3.4. Комплексная оценка транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги

Оценку состояния автомобильных дорог выполняют с целью определения соответствия их транспортно-эксплуатационных показателей и уровня содержания требованиям к потребительским свойствам дорог и выявления причин этого несоответствия.

По результатам оценки состояния выявляют участки дорог, не обеспечивающие нормальные требования к потребительским свойствам, и назначают виды ремонта, состав основных работ и мероприятий по содержанию, ремонту или реконструкции дорог для повышения их транспортно-эксплуатационных характеристик до требуемого уровня [9], [11], [21], [22].

Главными критериями оценки состояния автомобильной дороги являются обеспечиваемая скорость движения автомобилей и осевая нагрузка, которую может воспринять дорога в неблагоприятный период года.

Обеспечиваемая скорость может характеризоваться эксплуатационным коэффициентом обеспеченности расчетной скорости, который определяют по формуле

$$K_{рсэ} = \frac{V_{фmax}}{V_p},$$

где  $V_{фmax}$  - фактическая максимальная скорость движения одиночного легкового автомобиля на каждом участке, км/ч;

$V_p$  - расчетная скорость для дороги данной категории, принятой в соответствии по СНиП 2.05.02-85.

Учитывая разнообразие расчетных скоростей для дорог различных категорий, для оценки качества и состояния дорог принимают одну базовую расчетную скорость, равную 120 км/ч. Тогда коэффициент обеспеченности базовой расчетной скорости, или коэффициент расчетной скорости, будет равен

$$K_{рс} = \frac{V_{фmax}}{120}.$$

Такой метод позволяет оценивать и сравнивать качество дорог различных категорий по одному показателю. В этом случае эксплуатационный коэффициент обеспеченности расчетной скорости будет равен

$$K_{рсэ} = \frac{120 \cdot K_{рс}}{V_p}.$$

Для обобщенной комплексной оценки качества дороги и уровня ее содержания определяют показатель качества, который включает в себя

комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния  $K_{п}$ , показатели инженерного оборудования  $K_{об}$  и эксплуатационного содержания дороги  $K_{э}$ :

$$П = K_{п} \cdot K_{об} \cdot K_{э}.$$

Качество дороги оценивают по двум критериям.

В первом случае определяют отношение абсолютного значения показателя качества в долях единицы к показателю качества эталонной дороги.

За условный эталон принят участок дороги II-й категории в равнинной местности, построенный, оборудованный и содержащийся в полном соответствии с требованиями СНиП: 2.05.02-85 (ширина проезжей части 7,5 м, ширина обочины 3,75 м, ширина укрепительной полосы обочины 0,75 м, покрытие шероховатое). Для эталонного участка дороги показатель качества равен единице.

Во втором случае определяют отношение фактического показателя качества к нормативному значению транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Значения нормативного показателя приведены в табл. 3.6.

$$K_{\partial} = \frac{П}{K_{пн}} \cdot 100 \% ; \quad K_{\partial} = \frac{K_{п} \cdot K_{об} \cdot K_{э}}{K_{пн}} \cdot 100 \% .$$

Таблица 3.6

Нормативные и предельные значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги

Категория дороги	Основная расчетная скорость	Значения показателя
Ia	150	1,25/0,94
Iб, II	120	1,00/0,75
III	100	0,83/0,62
IV	80	0,67/0,50
V	60	0,50/0,38

Примечания. В числителе приведены нормативные значения, в знаменателе - предельные значения.

Дорога полностью соответствует нормативным требованиям, когда  $K_{\partial} \geq 1$ .

Прирост показателя качества дороги за рассматриваемый период равен

$$\Delta K_{\partial} = K_{\partial к} - K_{\partial н},$$

где  $K_{\text{ок}}$ ,  $K_{\text{ок}}$  - показатель качества соответственно в начале и конце рассматриваемого периода.

Транспортно-эксплуатационное состояние каждого участка дороги оценивают итоговым коэффициентом обеспеченности расчетной скорости  $K_{\text{pci}}$ , который принимают за комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги  $K_{\text{н}}$  на данном участке:

$$K_{\text{н}} = K_{\text{pci}}.$$

Значение комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги в целом  $K_{\text{н}}$  определяют по формуле

$$K_{\text{н}} = \frac{K_{\text{pci}} \cdot l_i}{L},$$

где  $K_{\text{н}}$  - комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги на данном участке;

$l$  - длина участка дороги, км;

$L$  - общая длина дороги, км.

Для определения итогового коэффициента обеспеченности расчетной скорости строят линейный график, на котором показывают сокращенный продольный профиль, план трассы, основные параметры и характеристики дороги (рис. 3.3).

На линейном графике выделяют участки с одинаковыми условиями движения. Выделяя характерные участки, учитывают зоны влияния отдельных элементов дороги.

Таблица 3.7

Зоны влияния отдельных элементов дороги

Элементы дорог	Зоны влияния, м
Подъемы, спуски	по 150м в каждую сторону
Пересечения в одном уровне	по 100м в каждую сторону
Кривые в плане с обеспеченной видимостью при радиусах <400м	по 50м от начала и конца кривой
Кривые необеспеченной видимости при любых радиусах	по 100м от начала и конца кривой
Мосты, трубы	по 100м от начала и конца сооружения
Автобусные остановки	по 100м в обе стороны
Населенные пункты	по 100м от границ застройки

Продольной профиль		1.2	1.45	1.45	1.45	1.10	0.10	0.00	0.00	0.71	1.31	1.4	1.2	1.3	1.45	0.55	0.00	0.1	
Пара метры	Продольный уклон																		
	План																		
	Ширина тр. части	7.0																	
	Ширина обочины	2.5																	
	Ширина в обь. мен.	2800																	
	Бч. дов. мость	350																	
	Показатель ровности	350						450						600					
	Коеф-т сцепления	0.37						0.35						0.32					
	Показат. прочности	240						220 (240)						200 (240)					
	Частные коэффициенты безопасности для каждой скорости	шир. укреп. поверхк.	0.97																
ширины плочин К2		0.60 (1.00)																	
ширины плочин К3		0.86																	
продольного уклона К4								1.10						0.95					
радиус крив. в план К5		0.84																	
радиус крив. в выш. поверхкост. дороги К6		1.25																	
Ровности покрыт К7		1.20						1.05						0.84					
Коеф-т сцепления К8		0.86						0.80 (0.86)						0.75 (0.86)					
Прочност. сцеп. сцеп. К9		0.90						0.85						0.78 (0.85)					
Грузоподъем мостовки								10											
Безопасност. движ. К10	0.85						0.85						0.85						
Комплекс показат. трансп. эксл. состояний К11	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
К12 - комплекс показат. ремонтных работ	0.84	0.86	0.88	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	
Показат. эксл. состояний обочин и устройств К13	0.98																		
Показатель эксл. состояний содержания К14	1.0																		
Показатель качества П1	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	
П2 - после проведения ремонтных работ	0.83	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	
График изменения К17																			
График изменения П																			

Рис. 3.3. График коэффициентов обеспеченности расчетной скорости

Значения частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости принимают по таблицам [9], [21], [22] и графикам [11].

Определяют значения частных коэффициентов, учитывающие ширину основной укрепленной поверхности  $K_{pc1}$ , ширину и состояние обочин  $K_{pc2}$ , интенсивность и состав движения  $K_{pc3}$ , продольные уклоны и видимость поверхности дороги  $K_{pc4}$ , радиус кривых в плане  $K_{pc5}$ , ровность покрытия  $K_{pc6}$ , коэффициент сцепления колеса с покрытием  $K_{pc7}$ , состояние и прочность дорожной одежды  $K_{pc8}$ , грузоподъемность мостов  $K_{pc9}$ , безопасность движения  $K_{pc10}$ .

Частный коэффициент  $K_{pc1}$  определяют по размеру чистой фактически используемой ширины укрепленной поверхности, равной

$$B_{1ф} = (B + 2a) \cdot K_y,$$

где  $B$  - ширина проезжей части, м;

$a$  - ширина укрепленной обочины, м;

$K_y$  - коэффициент используемой ширины укрепленной поверхности. Значение  $K_y$  принимают по табл. 3.8 данного пособия.

Значение  $K_{pc1}$  определяют по формулам, приведенным в табл. 37 [9] и табл. А.1 [22], или по табл. 3.9 данного пособия.

Таблица 3.8

Вид укрепления обочины	Ширина полосы загрязнения, м	
	На прямых участках и на кривых в плане радиусом более 200м	На кривых в плане с радиусом менее 200м, на участках с ограждениями, сигнальными столбиками
Слой щебня или гравия	0,96/0,92	0,96/0,87
Засев травами	0,94/0,87	0,94/0,85
Обочины не укреплены	0,93/0,85	0,87/0,80

Примечание. В числителе приведены значения для дорог I-II-й категории, в знаменателе - для дорог III-IV-й категории.



Таблица 3.9

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости  $K_{рс1}$ , учитывающего влияние ширины поверхности дороги

Ширина чистой укрепленной поверхности, м	Для двухполосных дорог при интенсивности движения, авт./сут		
	600-1200	1200-3600	> 3600
6,0	0,67	0,56	0,44
6,5	0,83	0,70	0,55
7,0	1,00	0,83	0,67
7,5	1,10	0,97	0,80
8,0	1,25	1,10	0,94
8,5	—	1,25	1,05
9,0	—	—	1,15

Частный коэффициент  $K_{рс2}$  определяют по ширине обочины по табл. 3.10. В состав обочины входят краевая полоса, укрепительная полоса для остановки автомобилей и придорожная полоса. Если правая и левая обочины различаются по ширине, в расчет принимают меньшую.

Таблица 3.10

Значение частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости  $K_{рс2}$ , учитывающего влияние ширины и состояния обочин

Ширина обочины, (включая укрепленную полосу), м	Тип укрепления обочины			
	асфальтобетон, цементобетон, обработка вяжущим	слой щебня или гравия	засев травами	обочины не укреплены
0,4	0,34	0,24	0,22	0,20
0,5	0,64	0,44	0,40	0,35
1,0	0,85	0,70	0,56	0,42
1,5	0,92	0,82	0,63	0,47
2,0	1,02	0,90	0,69	0,53
2,5	1,08	1,00	0,75	0,60
3,0	1,15	1,10	0,84	0,66
3,5	1,25	1,20	0,95	0,69
4,0	1,25	1,25	1,05	0,70

Частный коэффициент  $K_{рсз}$  определяют в зависимости от интенсивности и состава движения по формуле

$$K_{рсз} = K_{рс1} - \Delta K_{рс}$$

где  $\Delta K_{рс}$  - коэффициент снижения обеспеченности расчетной скорости под влиянием интенсивности движения (табл. А.6 [22] или табл. 3.11 данного пособия).

Таблица 3.11

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости  $\Delta K_{рс}$ , учитывающего влияние интенсивности и состава движения

Интенсивность движения, тыс.авт./сут	Для двухполосных дорог при $\beta$ , равном				
	0,85	0,70	0,60	0,50	0,40
до 1	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01
от 1 до 2	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03
от 2 до 3	0,18	0,11	0,08	0,06	0,05
от 3 до 4	0,21	0,14	0,11	0,08	0,07
от 4 до 5	0,26	0,20	0,13	0,11	0,09
от 5 до 6	0,31	0,25	0,17	0,15	0,10
от 6 до 7	0,36	0,30	0,20	0,17	0,12
от 7 до 8	0,42	0,32	0,23	0,18	0,15

Примечание.  $\beta$  - коэффициент, учитывающий состав транспортного потока. Численно равен доле грузовых автомобилей и автобусов в потоке (исключая легкие грузовики с грузоподъемностью менее 3,5т).

Частный коэффициент  $K_{рс4}$  определяют по величине продольного уклона для расчетного состояния в неблагоприятный период года по табл. А.11, А.12 [22] или по табл. 3.12 данного пособия.

Таблица 3.12

Значение частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости  $K_{рс4}$ , учитывающего влияние продольных уклонов

Продольный уклон, %	0-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	> 80
$K_{рс4}$ при движении на подъем	1,25	1,10	0,95	0,85	0,80	0,75	0,70	0,60
$K_{рс4}$ при движении на спуск	1,25	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,87	0,82

Частный коэффициент  $K_{pc5}$  определяют по величине радиуса кривой в плане по табл. 3.13. В длину участка кривой в плане включают длину круговой и переходной кривых.

Таблица 3.13

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости  $K_{pc5}$ , учитывающего влияние радиуса кривых в плане

Коэффициент обеспеченности расчетной скорости $K_{pc5}$ при радиусе кривой в плане, м, равном										
30	60	100	150	200	300	400	600	800	1000	1200
0,28	0,38	0,47	0,55	0,62	0,71	0,78	0,89	0,96	1,01	1,11

Частный коэффициент  $K_{pc6}$  определяют по величине расстояния видимости поверхности дороги, пользуясь значениями табл. 3.11 [9] или табл. 3.14, приведенной ниже.

Таблица 3.14

$K_{pc6}$ при расстоянии видимости поверхности дороги, м			
55	100	200	> 200
0,55	0,81	1,12	1,25

Частный коэффициент  $K_{pc7}$  определяют по величине суммы неровностей покрытия проезжей части (табл. А.14 [22] или табл. 3.15).

Таблица 3.15

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости  $K_{pc7}$ , учитывающего влияние ровности покрытия

Ровность покрытия по ПКРС-2, см/км	$K_{pc7}$	Ровность покрытия по ПКРС-2, см/км	$K_{pc7}$
250	1,25	600	0,84
300	1,25	650	0,78
350	1,20	700	0,72
400	1,12	750	0,69
450	1,05	800	0,65
500	0,98	850	0,62
550	0,91	900	0,59

Частный коэффициент  $K_{рс8}$  определяют по величине коэффициента сцепления по табл. А.15 [22] или по табл. 3.16.

Таблица 3.16

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости  $K_{рс8}$

Категория дороги	$K_{рс8}$ при коэффициенте сцепления колес с покрытием						
	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
II	0,53	0,60	0,66	0,74	0,80	0,86	0,92
III	0,50	0,57	0,64	0,70	0,75	0,80	0,86

Частный коэффициент  $K_{рс9}$  определяют в зависимости от состояния покрытия и прочности дорожной одежды по табл. 3.12 [9] или по табл. 3.17.

Таблица 3.17

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости  $K_{рс9}$

Интенсивность, приведенная к нагрузке группы А, авт./сут	$K_{рс9}$ при модуле упругости дорожной одежды, мПа								
	200	220	240	260	280	300	320	340	360
100	0,78	0,85	0,90	0,94	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06
200	0,56	0,66	0,74	0,80	0,84	0,88	0,91	0,94	0,96
500	0,36	0,47	0,56	0,63	0,69	0,74	0,78	0,82	0,85
700	0,26	0,36	0,45	0,52	0,60	0,65	0,70	0,74	0,77
900	0,20	0,30	0,38	0,46	0,53	0,59	0,64	0,68	0,72

Частный коэффициент  $K_{рс10}$  определяют в зависимости от фактической грузоподъемности, которую может пропустить мост, по данным испытаний или по табл. 3.18.

Таблица 3.18

Категория дороги	$K_{рс10}$ при расчетной нагрузке, которую может пропустить мост		
	А-11 Н-18 Н-30 НК-80	Н-13 НГ-60	Н-10 НГ-60
I и II	1,0	0,3	0,2
III	1,0	0,35	0,25
IV и V	1,0	0,5	0,25

Частный коэффициент  $K_{рсл}$  определяют на основе сведений о дорожно-транспортных происшествиях, по величине коэффициента происшествий. В качестве характеристик по безопасности движения выделяют отрезки длиной по 1 км, на которых за последние 3 года произошли ДТП. Для каждого километра вычисляют относительный коэффициент происшествий. Значения  $K_{рсл}$  приведены в табл. 3.19.

Таблица 3.19

Коэффициент происшествий	0-0,2	0,21-0,3	0,31-0,5	0,51-0,7	0,71-0,9	0,91-1,0	1,01-1,25	1,26-1,5	>1,5
$K_{рсл}$	1,25	1,00	0,85	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20

После нахождения всех частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости по линейному графику определяют итоговый коэффициент на каждом участке. Итоговый коэффициент обеспеченности расчетной скорости на каждом участке принимают равным меньшему из всех частных коэффициентов.

Затем определяют показатель инженерного оборудования и обустройства ( $K_{сд}$ ) по значению коэффициента дефектности (Д). Под дефектностью понимают отсутствие, недостаточное количество или несоответствие нормативным требованиям элементов инженерного оборудования.

$$D = 1/n \cdot (D_1 + D_2 + \dots + D_n),$$

где  $D_1, D_2 \dots D_n$  - частные коэффициенты дефектности по отдельным видам инженерного оборудования и обустройства дороги.

Частный коэффициент дефектности пересечений и примыканий автомобильных дорог определяют по формуле

$$D_1 = \frac{N - N_n}{N},$$

где  $N_n$  - число пересечений и примыканий на дороге;  
 $N$  - то же, по требованиям СНиП.

Частный коэффициент дефектности ограждений определяют так:

$$D_2 = (l_n - l_{ф})/l_n,$$

где  $l_n$  - требуемая по нормам протяженность ограждений, м;  
 $l_{ф}$  - фактическая протяженность ограждений, м.



Аналогично вычисляют частные коэффициенты дефектности по остальным видам инженерного оборудования.

Значение показателя инженерного оборудования обустройства устанавливается с учетом коэффициента дефектности и категории дорог по данным, приведенным в табл. 3.20.

Таблица 3.20

Коэффициент дефектности	Значение $K_{об}$ для категории дорог		
	Ia, Ib и II	III	IV и V
0	1,00	1,00	1,00
0,2	0,97	0,98	0,99
0,4	0,94	0,96	0,98
0,6	0,91	0,94	0,97
0,8	0,88	0,92	0,96
1,0	0,85	0,90	0,95

Показатель эксплуатационного содержания автомобильных дорог  $K_э$  зависит от качества содержания и определяется по табл. 3.21.

Таблица 3.21

Оценка качества, балл	3-3,4	3,5-4,0	4,1-4,5	4,6-4,7	4,8-5,0
$K_э$	0,5-0,65	0,70-0,95	1,0-1,04	1,06-1,07	1,08-1,1

После определения показателя качества дороги определяют участки с необеспеченными требованиями, выявляют основные причины снижения транспортно-эксплуатационных показателей и намечают мероприятия по их повышению.

#### 4. ВЫБОР МЕРОПРИЯТИЙ, УЛУЧШАЮЩИХ УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ

Анализ графика изменения пропускной способности, элюры скоростей движения, графиков коэффициентов аварийности и безопасности позволяет уточнить опасные для движения участки и наметить дополнительно мероприятия по улучшению условий движения [4], [9], [11], [12], [13], [15].

К мероприятиям, направленным на повышение эксплуатационных характеристик автомобильных дорог и улучшение условий движения, относят:

- установку дорожных знаков;
- нанесение дорожной разметки;
- установку ограждений и направляющих устройств;
- обеспечение безопасности движения на съездах и пересечениях в одном уровне;
- обеспечение видимости (в том числе и в ночное время);
- устройство шероховатой поверхности дорожных покрытий;
- укрепление обочин;
- обеспечение безопасности движения в населенных пунктах;
- освещение опасных участков дорог;
- устройство переходно-скоростных полос;
- повышение безопасности движения на мостах;
- обеспечение безопасности движения в зимнее время года.

#### 4.1. Повышение безопасности движения путем установки дорожных знаков

Дорожные знаки являются техническими средствами обеспечения безопасности движения транспортных средств и пешеходов и служат для информирования пользователей дорог об условиях и режимах движения, ориентирования их в пути следования.

Форма, размер и изображение дорожных знаков должны соответствовать требованиям ГОСТ 10807-78 "Знаки дорожные". На дорогах знаки устанавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 23457-86 "Технические средства организации дорожного движения", Правилами применения, а также указаниями по применению дорожных знаков.

По назначению дорожные знаки разделяют на следующие группы:

- 1 - предупреждающие;
- 2 - приоритета;
- 3 - запрещающие;
- 4 - предписывающие;
- 5 - информационно-указательные;
- 6 - знаки сервиса;
- 7 - знаки дополнительной информации (таблички).

Каждый знак имеет свой номер (например 5.28). Первое число указывает номер группы, к которой принадлежит знак, а второе - порядковый номер знака в данной группе.

В зависимости от условий применения дорожные знаки бывают четырех типоразмеров (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Типо-размер знака	Основные размеры, мм		Условия применения знаков	
	Треугольные (сторона знака)	Круглые (диаметр знака)	Вне населенных пунктов	В населенных пунктах
1	700	600	Дорога с одной полосой движения	Дороги местного значения
2	900	760	Дороги с двумя и тремя полосами движения	Магистральные дороги
3	1200	900	Дороги с четырьмя и более полосами движения, автомагистрали	Скоростные дороги
4	1500	1200	Ремонтные работы на автомагистралях, опасные участки на других дорогах	

Дорожные знаки устанавливают, возобновляют, ремонтируют и поддерживают дорожные организации, в ведении которых находятся дороги.

Группы знаков, их количество и места установки определяются дислокацией, которую составляют дорожно-эксплуатационные организации и согласовывают с ГАИ.

Знаки должны быть установлены так, чтобы их видимость в светлое время суток составляла не менее 150 м.

В одном поперечном сечении дороги допускается устанавливать не более трех знаков без учета знаков дополнительной информации.

Вне населенных пунктов опоры знаков следует устанавливать с правой стороны дороги за пределами обочин на присыпных бермах.

Расстояние от бровки земляного полотна до ближайшего к ней края знака, установленного сбоку от проезжей части, должно составлять от 0,5 до 2 м.

Расстояние между соседними знаками, размещенными на одной опоре, должно быть от 50 до 200 мм.

Вне населенных пунктов расстояние от нижнего края знака до поверхности покрытия должно быть в пределах 1,5-2 м.

Стойки дорожных знаков могут быть из древесины, железобетона, металлических и асбестоцементных труб и должны соответствовать требованиям ГОСТ 25458-82 и ГОСТ 25459-82.

Опоры вне населенных пунктов следует окрашивать на высоте 500 мм от поверхности земли в черный цвет, а остальную часть - в белый.

Предупреждающие знаки, кроме 1.3.1-1.4.6, 1.31.1-1.31.3, устанавливают на расстоянии 150-300 м от начала опасного участка дороги, а в насе-

ленных пунктах - на расстоянии 50-100м с учетом расчетной скорости движения. В отдельных случаях эти знаки могут быть дополнены табличками.

Знаки 1.11.1 и 1.11.2 должны устанавливаться перед кривыми в плане, если коэффициент безопасности на участках составляет менее 0,6.

Знаки 1.13 и 1.14 должны устанавливаться соответственно перед спуском или подъемом, если длина дороги на уклон больше указанной в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Уклон, %	40	50	60	70	80 и более
Длина уклона, м	600	400	350	300	270

Знак 1.5 устанавливается перед участком дороги, имеющим повреждение покрытия, если коэффициент безопасности на этом участке меньше 0,6.

Знаки приоритета устанавливают в следующих местах:

2.1 - в начале дороги (улицы), по которой предоставлено право преимущественного проезда;

2.2 - на границе участка, где заканчивается действие знака;

2.3.1-2.3.3 - непосредственно перед пересечением с дорогой, по которой предоставлено преимущественное право проезда этого перекрестка, и на расстоянии 150-300м от перекрестка вне населенного пункта;

2.4 - "Уступите дорогу" - непосредственно перед пересечением с дорогой, по которой предоставлено преимущественное право проезда этого перекрестка, и на расстоянии 150-300м от перекрестка вне населенных пунктов (с табличками 7.11 или 7.12);

2.5 - на участках дорог, где требуется установка знака 2.4, но не обеспечена видимость транспортных средств, приближающихся по пересекаемой дороге.

Запрещающие знаки устанавливают непосредственно перед участками дороги, на которых вводится соответствующее ограничение.

Предписывающие знаки всегда размещают непосредственно перед участками дорог, где возникает такая необходимость.

Информационно - указательные знаки размещают в различных позициях на некотором расстоянии от объекта, о котором они информируют, непосредственно у этого объекта.

Знаки сервиса вне населенных пунктов устанавливают на расстоянии 60-80км, 15-20км и 400-800м до объектов, предназначенных для обслуживания участников движения, непосредственно у этих объектов и мест поворота к ним.

Наиболее часто используемые знаки приведены на рис. 4.1.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**



**ЗНАКИ ПRIORITY**



**ЗАПРЕЩЕНО**



**ВРЕДКОМАНДНЫЕ**



**ИНФОРМАЦИОННО-УКАЗАТЕЛЬНЫЕ**



**ЗНАКИ СЕРВИСА**



**ЗНАКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПАРКОВ**



Рис. 4.1. Наиболее часто применяемые дорожные знаки



#### 4.2. Повышение безопасности движения путем нанесения дорожной разметки

Дорожная разметка в виде линий, надписей и других обозначений, наносимых на проезжую часть и элементы обстановки дорог, устанавливает порядок движения и расположение опасных участков. Разметку выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 130508-74, ГОСТ 23457-86.

Горизонтальная разметка наносится на проезжую часть дорог с усовершенствованным покрытием шириной не менее 6м при интенсивности движения 1000 и более транспортных средств в сутки.

Каждому виду разметки присвоен номер, состоящий из цифр. Первое число - номер группы, к которой принадлежит разметка, второе - порядковый номер разметки в группе, третье - разновидность разметки.

Номера, форма, цвет, размеры и назначение основных видов разметки приведены на рис. 4.2.

Сплошной линии продольной разметки 1.1 должна предшествовать прерывистая линия приближения 1.6 общей длиной 50м и более при  $V < 60$  км/ч, 100м и более - при  $V > 60$  км/ч.

При невозможности нанесения разметки в полном объеме ввиду отсутствия необходимого количества разметочных материалов в первую очередь следует нанести разметку на наиболее опасных участках дороги (пересечения, примыкания дорог, кривые с необеспеченной видимостью, подъемы и спуски, мосты и путеводы). Вначале наносят осевые линии, крайние полосы, где граница между укрепленными обочинами и проезжей частью плохо различима, а затем обозначают полосы движения, наносят поперечную разметку. Схема должна полностью соответствовать дислокации дорожных знаков.

Разметка дорог на участках подъемов и спусков должна осуществляться таким образом, чтобы была обеспечена возможность обгона в сторону подъема, за исключением участков с ограниченной видимостью. Это достигается путем нанесения по оси двухполосных дорог барьерной линии 1.11, а на трехполосных дорогах - путем выделения для движения в сторону подъема двух полос. На участках затяжных подъемов длиной более 1200м через 700-800м необходимо обеспечить возможность обгонов транспортными средствами, движущимися в сторону спуска.

Разметка участков автомобильных дорог на выпуклых и вогнутых кривых и на горизонтальных кривых с необеспеченной видимостью наносится таким образом, чтобы исключить возможность обгона транспортным средством, движущимся в зоне ограниченной видимости.

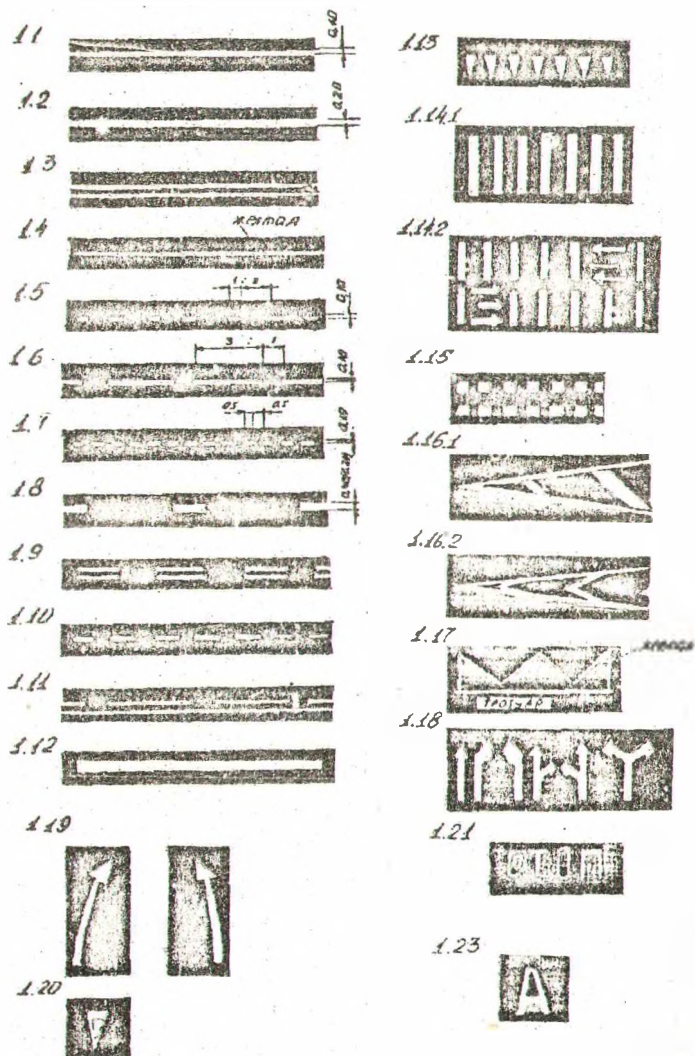


Рис. 4.2. Виды горизонтальной разметки

На участках горизонтальных кривых с ограниченной видимостью разделение транспортных потоков противоположных направлений осуществляют с помощью сплошной осевой линии 1.1, когда на них ограничена скорость движения или запрещен обгон. В остальных случаях разделение потоков осуществляют с помощью прерывистой осевой линии 1.5.

Обозначение края проезжей части на кривых с помощью линии 1.1 производят с двух сторон, если аналогичные линии имеются на участках дороги, примыкающих к кривой.

В случае, когда на примыкающих участках дороги не производится обозначение края проезжей части, его необходимо выполнить в зоне кривой только с внешней стороны.

На подходах к пересечениям и примыканиям двухполосных дорог, не оборудованных направляющими "островками", по оси проезжей части должна наноситься сплошная линия 1.1, запрещающая обгоны с въездом на полосу встречного движения. Длина зоны запрещения обгона должна быть не менее 20м.

В случае, когда на второстепенной дороге перед пересечением или примыканием установлен знак 2.4 и отсутствует полоса разгона, на ней должны наноситься поперечная разметка 1.13 и треугольник приближения 1.20.

Когда перед пересечением или примыканием на второстепенной дороге установлен знак 2.5, на ней наносят стоп-линию 1.12 и разметку 1.21.

Линии 1.12 и 1.13 следует наносить как можно ближе к проезжей части главной дороги с таким расчетом, чтобы обеспечивать вне населенных пунктов видимость дороги с места остановки на расстоянии 120м вправо и 80м влево, а в населенных пунктах - 80 и 50 м соответственно.

На мостах и путеводах на двух- и трехполосных дорогах при ширине проезжей части не более 10м необходимо запрещать обгон путем нанесения сплошной линии 1.1 по оси проезжей части моста (не менее чем 200м до и после моста).

#### 4.3. Повышение безопасности движения путем установки ограждений

Ограждения на дорогах устанавливают в случаях, когда другие технические решения по обеспечению безопасности движения (увеличение заложения откосов насыпи, уменьшение высоты насыпей, удаление на достаточное расстояние от кромки проезжей части массивных препятствий) невозможно осуществить по условиям рельефа местности, ситуации, экономическим и конструктивным соображениям.

Дорожные ограждения подразделяют на две группы. Ограждения первой группы (барьерные, комбинированные, парапетные) предназначены для предотвращения случайных съездов транспортных средств

на опасных участках дороги с земляного полотна, мостов, путепроводов, столкновений с встречными транспортными средствами при переезде разделительной полосы, наездов на массивные предметы и сооружения, расположенные в полосе отвода дороги.

Ко второй группе относят конструкции, предназначенные для регулирования движения пешеходов.

Установка ограждений значительно снижает тяжесть ДТП, особенно число погибших и раненых.

Ограждения являются препятствиями, наезд на которые может вызвать повреждение автомобиля, травму и гибель людей, поэтому следует избегать установки ограждений там, где можно принять другие меры (увеличение заложения откосов, увеличение радиусов кривых).

По принципу работы различают три типа ограждений:

- жесткие, работающие как мощная ограждающая балка (рис. 4.3а);
- полужесткие, способные умеренно деформироваться под воздействием изгибающих и растягивающих усилий (рис. 4.3б);
- гибкие, обладающие способностью воспринимать большие растягивающие деформации (рис. 4.3в).

К жестким относят ограждения из железобетонного бруса, бетонные или каменные парапеты, установленные на обочинах и разделительной полосе.

К полужестким относят ограждения из металлических прокатных полос различной формы и коробчатых металлических балок. Этот наиболее эффективный тип ограждений, способных плавно гасить кинетическую энергию ударившегося автомобиля за счет собственных деформаций, имеет высокую прочность. Однако такие ограждения способствуют образованию снежных заносов и созданию помех при снегоочистке.

К гибким относят тросовые ограждения различных конфигураций.

Конструкции ограждений и схемы их установки следует выбирать в соответствии с типовыми проектными решениями "Элементы ограждений автомобильных дорог" (серия 503-0-17), ГОСТ 26804-86 "Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия".

В соответствии с требованиями ГОСТ 23457-86 "Технические средства организации движения. Правила применения" ограждения первой группы устанавливают:

на мостах, путепроводах, эстакадах;

на подходах к искусственным сооружениям в пределах длины участков дороги с высотой насыпи 3м и более, а при меньшей высоте насыпи - на расстоянии не менее 18м в каждую сторону от начала и конца искусственного сооружения, если его длина превышает 10м;

на обочинах дорог в пределах насыпей с откосами круче 1:3 при условиях, указанных в таблицах 4.3 и 4.4;



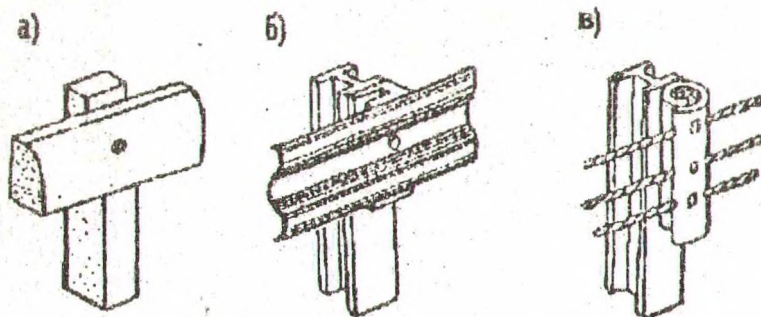


Рис. 4.3. Конструкции ограждений:  
 а - жесткие; б - полужесткие; в - гибкие

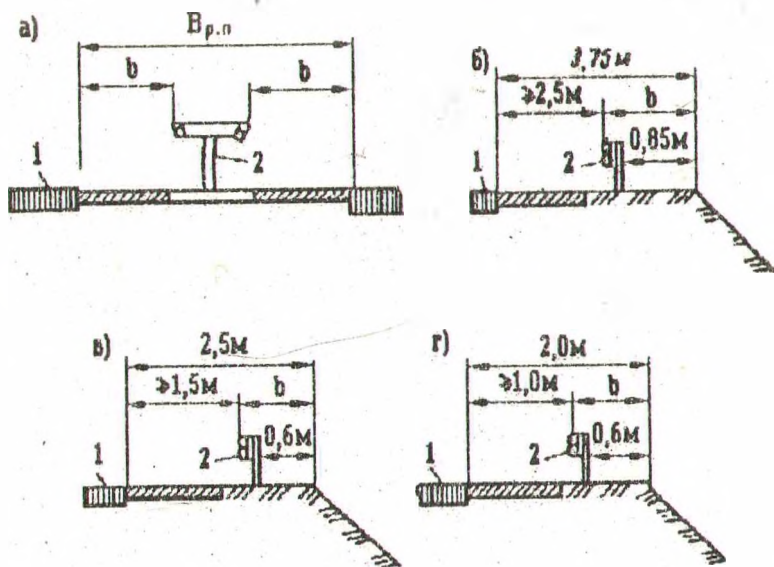


Рис. 4.4. Установка ограждений:  
 а - на разделительной полосе; б, в, г - на обочинах



на обочинах дорог, расположенных на склонах местности крутизной более 1:3;

на обочинах дорог, расположенных параллельно железнодорожным линиям, болотам и водным потокам глубиной более 2м;

на сложных пересечениях и примыканиях в разных уровнях;

на участках с недостаточной видимостью при изменении направления дороги в плане;

на обочине или разделительной полосе у опор путепроводов, деревьев с диаметром ствола более 10см, опор дорожных знаков, расположенных на расстоянии не менее 4м от края проезжей части, при интенсивности движения не менее 2000 авт./сут.

Таблица 4.3

Условия размещения дорожных ограждений на обочинах

Участки автомобильных дорог	Продольный уклон, ‰	Минимальная высота насыпи, м, при перспективной интенсивности не менее	
		500	2000
Обочины прямолинейных участков и закруглений дорог в плане радиусом более 600м	до 40	4,0	3,0
Обочина с внутренней стороны закругления дорог в плане радиусом менее 600м на спуске или после него	до 40	4,0	3,0
Обочины прямолинейных участков и закруглений дорог в плане радиусом более 600м	>40	3,5	2,5
Обочина с внутренней стороны закругления дороги в плане радиусом менее 600м на спуске или после него	>40	3,5	2,5
Обочина с внешней стороны закругления дороги в плане радиусом менее 600м на спуске или после него	до 40	3,5	2,5
Обочина на вогнутом закруглении дороги в продольном профиле, сопрягающем встречные уклоны с алгебраической разностью 50‰ и более		3,5	2,5
Обочина с внешней стороны закругления дороги в плане радиусом менее 600м на спуске или после него	>40	3,0	2,0

Примечание. Допускается вместо установки дорожных ограждений по согласованию с землепользователями устраивать откосы насыпей крутизной 1:4 (при интенсивности движения более 2000 авт./сут) и 1:3 (при интенсивности менее 2000 авт./сут).

## Установка различных конструкций дорожных ограждений на обочинах

Категория дороги	Число полос движения в обоих направлениях	Ширина обочины, м	Допустимый поперечный прогиб барьерного металлического ограждения, м	Номер конструкции дорожного ограждения для установки на обочинах автомобильных дорог		
				Прямолинейные участки дороги в плане и закругления в плане при $R > 600$ м	Закругления автомобильных дорог в плане радиусом менее 600 м	
				с внешней стороны закругления	с внутренней стороны закругления	
I	4-6	3,75	1,5	2, 5	2, 3, 5	4, 6
		3,5	1,25	5	2	4
		3,75	1,4	2, 3, 5	2, 3, 5	4, 6
II	2-3	3,5	1,25	2, 5	2, 3, 5	4, 6
III	2	2,5	1,25	2, 3, 5 6, 8	3, 6	4, 6, 9
IV	2	2,0	1,25	2, 3, 5	3, 6	4, 6
				8, 9	7	8

Примечания. Расчетный прогиб определен из условия съезда автомобиля с ближайшей к ограждению полосы движения.

Номерами обозначены следующие конструкции дорожных ограждений:

- 1 - барьерное одностороннее металлическое 11ДО-1;
- 2 - барьерное одностороннее металлическое 11ДО-2;
- 3 - барьерное одностороннее металлическое 11ДО-3;
- 4 - барьерное одностороннее металлическое 11ДО-4;
- 5 - барьерное одностороннее металлическое;
- 6 - барьерное одностороннее с металлической планкой на ж/б стойках;
- 7 - барьерное одностороннее ж/б с шагом стоек 1,25 м;
- 8 - барьерное одностороннее ж/б с шагом стоек 2,5 м;
- 9 - барьерное одностороннее тросовое;
- 10 - параллельного типа двухстороннее, железобетонное;
- 11 - барьерное двухстороннее металлическое 11ДД-4.

На обочинах дорог I-й и II-й категорий рекомендуется устраивать барьерные односторонние ограждения, металлические энергопоглощающие ограждения с шагом стоек:

- 1 м - с внешней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м;
- 2 м - на прямых и на внешней стороне кривых радиусом более 600 м;
- 3 м - на прямых и на внутренней стороне кривых в плане радиусом более 600 м;
- 4 м - с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м.

Железобетонные барьерные ограждения состоят из брусьев длиной 2,49м, которые закрепляют на стойках Т-образными болтами диаметром 22мм.

На подходах к мостам железобетонные ограждения устанавливают на трех стойках с шагом 1,25м.

Ограждения располагают по схемам, приведенным на рис. 4.4.

В обязанности дорожной службы по содержанию ограждений входят:

- установка ограждений на опасных участках;
- периодическая очистка и окраска ограждений;
- исправление мелких дефектов;
- усиление ограждений;
- замена поврежденных элементов.

Очистку и окраску ограждений выполняют по мере необходимости, но не реже двух раз в год. Поврежденные элементы ограждений следует восстанавливать не позднее чем через 24 часа после их обнаружения.

#### 4.4. Повышение безопасности движения путем установки сигнальных столбиков

Сигнальные столбики предназначены для указания водителю изменения направления движения, расположения границ проезжей части и обочин, протяженности опасных участков дороги преимущественно в темное время суток и при неблагоприятных погодных условиях.

Сигнальные столбики изготавливают из железобетона и пластических материалов (полиэтилена, полипропилена и др.). Сигнальный столбик окрашивают в белый цвет. На его корпусе должна быть нанесена наклонная черная полоса вертикальной разметки, в пределах которой устанавливают световозвращающие элементы (полоски из световозвращающей пленки размером 4 на 10 см) с двух сторон столбика. На столбике устанавливают световозвращающие элементы двух цветов: красного - для обозначения правой стороны дороги - и белого - для обозначения левой стороны дороги.

Столбики должны быть достаточно прочными, чтобы противостоять попыткам умышленного их разрушения.

Сигнальные столбики устанавливают на обочине, ближе к бровке земляного полотна, но не менее 0,35м от нее. При этом нельзя приближать столбик к проезжей части на расстояние менее 0,75м. Высота сигнального столбика должна быть 0,75-0,8м от поверхности земли (рис. 4.5).

Сигнальные столбики следует устанавливать на дорогах, не имеющих стационарного искусственного освещения, при условии, когда не требуется установка ограждений первой группы.

а)

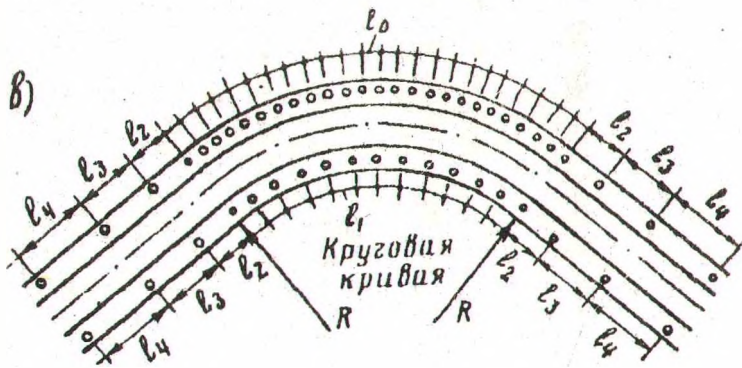
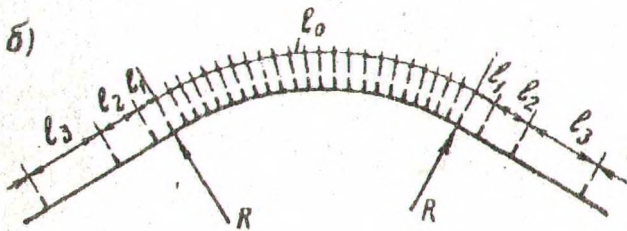
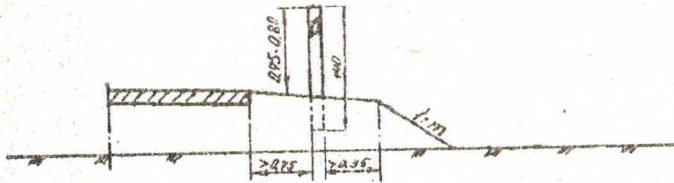


Рис. 4.5. Установка сигнальных столбиков:  
 а - в поперечном сечении дороги;  
 б - на закруглении дороги в продольном профиле;  
 в - на закруглении дороги в плане

На обочинах дорог I-й категории сигнальные столбики устанавливаются на всем протяжении участков дорог, не имеющих ограждающих устройств проезжей части, через 50м.

На обочинах дорог II-IV-й категорий сигнальные столбики следует устанавливать:

на прямолинейных участках дорог при высоте насыпи не менее 2м и интенсивности движения не менее 2000 привед. ед./сут через 50м;

в пределах кривых в продольном профиле и на подходах к ним (по три столбика с каждой стороны) при высоте насыпи не менее 2м и интенсивности движения не менее 2000 привед. ед./сут на расстояниях, указанных в табл. 4.5;

Таблица 4.5

Установка сигнальных столбиков на закруглениях дороги в продольном профиле

Радиус кривой в продольном профиле, м	Расстояние между столбиками в пределах закругления, м	Расстояние между столбиками на подходах к закруглению, м		
		от начала до первого столбика	от первого до второго столбика	от второго до третьего столбика
100	5	8	17	34
200	7	12	23	47
300	9	15	30	50
400	11	17	33	50
500	12	19	37	50
1000	17	27	50	50
2000	25	40	50	50
3000	30	47	50	50
4000	35	50	50	50
5000	40	50	50	50
6000	45	50	50	50
8000	50	50	50	50

в пределах кривых в плане и на подходах к ним (по три столбика с каждой стороны) при высоте насыпи не менее 1м на расстояниях, указанных в табл. 4.6;

в пределах кривых на пересечениях и примыканиях дорог в одном уровне на расстояниях, указанных в табл. 4.6 для внешней стороны кривой;

на дорогах, расположенных на расстоянии менее 15м от болот и водоемов глубиной от 1 до 2м, через 10м;



у мостов и путеводов по три столбика до и после сооружения с двух сторон дороги через 10м;

у водопропускных труб по одному столбику с каждой стороны дороги по оси трубы и по три столбика с обеих сторон до и после сооружения через каждые 10м, если диаметр труб 1,5м и более, и по одному столбику с каждой стороны дороги - если диаметр трубы меньше 1,5м [13].

Таблица 4.6

Установка сигнальных столбиков на закруглениях дороги в плане

Радиус закругления дороги в плане, м	Расстояние между столбиками в пределах закругления, м		Расстояние между столбиками на подходах к закруглению, м		
	на внешней стороне закругления	на внутренней стороне закругления	от начала до первого столбика	от первого до второго столбика	от второго до третьего столбика
20	3	6	6	10	20
30	3	6	7	11	21
40	4	8	9	15	31
50	5	10	12	20	40
100	10	20	25	42	50
200	15	30	30	45	50
300	20	40	40	50	50
400	30	50	50	50	50
500	40	50	50	50	50
600	50	50	50	50	50

Для определения необходимого количества сигнальных столбиков на закруглении в плане вначале определяют длину кривой по формуле

$$K_i = \frac{\pi \cdot R_i \cdot a}{180},$$

где  $K_i$  - длина кривой в плане, м,

$R_i$  - радиус кривой, м;

$a$  - угол поворота, град.

Причем радиус внешней стороны кривой в плане будет равен

$$R = R_i + B/2 - 0,35,$$

а радиус внутренней стороны кривой в плане равен

$$R = R_i - B/2 + 0,35,$$

где  $R$  - радиус круговой кривой, м;

$B$  - ширина земляного полотна, м.

Необходимое количество сигнальных столбиков в пределах кривой в плане определяют по формуле

$$n = K_i/l + 1,$$

где  $n$  - количество сигнальных столбиков;

$l$  - расстояние между сигнальными столбиками, м; принимают по табл. 4.6 в зависимости от радиуса кривой.

Затем учитывают еще по три сигнальных столбика на подходах к кривым с каждой стороны. Расстояние между этими сигнальными столбиками принимают по табл. 4.6.

Необходимое количество сигнальных столбиков в пределах кривых в продольном профиле определяют в нижеследующей последовательности.

Вначале определяют длину участка вертикальной кривой, она равна

$$l_a = R \cdot i,$$

где  $l_a$  - длина участка вертикальной кривой, м;

$i$  - продольный уклон в начале и в конце вертикальной кривой, ‰.

Общая длина вертикальной кривой будет равна

$$K = l_a + l_b,$$

где  $l_a, l_b$  - длина участка соответственно в начале и в конце вертикальной кривой.

При одинаковых продольных уклонах в начале и конце участка общая длина вертикальной кривой составит

$$K = 2 \cdot l_a.$$

Необходимое число сигнальных столбиков в пределах вертикальной кривой можно определить по формуле

$$n = K/l + 1,$$

где  $l$  - расстояние между сигнальными столбиками, м; принимают по табл. 4.5 в зависимости от радиуса вертикальной кривой.

На подходах к вертикальным кривым устанавливают еще по три сигнальных столбика с каждой стороны через определенные расстояния, которые приведены в табл. 4.5, в зависимости от радиуса вертикальной кривой.

Необходимое количество сигнальных столбиков на пересечениях и примыканиях дорог в одном уровне принимают в зависимости от радиуса закруглений:

Минимальный радиус закруглений принимают: для дорог I-й и II-й категории - 25м, для дорог III-й категории - 20м, для дорог IV-й и V-й категории - 15м.

Количество сигнальных столбиков зависит от длины круговой кривой:

$$K = \frac{\pi \cdot (R - a + 0,35) \cdot a}{180}$$

где  $K$  - длина круговой кривой, м;

$R$  - радиус круговой кривой, м;

$a$  - ширина обочины, м;

$\alpha$  - угол поворота бровки земляного полотна, град.

Необходимое количество сигнальных столбиков определяют следующим образом:

$$n = K/l + 1,$$

где  $l$  - расстояние между сигнальными столбиками, м. Принимают по табл. 4.6 в зависимости от радиуса закругления.

В отдельных случаях, с целью экономии средств, при согласовании с органами ГАИ допускается устанавливать в пределах кривой по три сигнальных столбика с каждой стороны закругления.

Результаты расчета заносят в табл. 5.4.

#### 4.5. Обеспечение безопасности движения на пересечениях

К опасным относят участки, на которых расположены пересечения, примыкания, съезды и переезды. Особого внимания заслуживают необорудованные пересечения. Действующее число пересечений, примыканий, съездов обычно значительно превышает предусмотренное про-

ектом. До 75% из них функционируют без согласования с дорожными организациями, без соблюдения требований к их параметрам.

На пересечениях, съездах и переездах совершается от 10 до 40% ДТП [9]. Чтобы снизить аварийность на автомобильных дорогах, необходимо закрыть стихийно возникшие съезды.

Согласно требованиям СНиП 2.05.02-85, пересечения и примыкания на дорогах категории Ia вне пределов населенных пунктов должны размещаться, как правило, не чаще чем через 10км, на дорогах категории Ib и II-й категории - через 5км, на дорогах III-й категории - через 2км.

Все съезды и въезды на подходах к дорогам I-III-й категории должны иметь покрытие:

при песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах - на протяжении 100м;

при черноземах, глинистых, тяжелых и пылеватых суглинистых грунтах - 200м.

Протяженность покрытий въездов на дорогах IV-й категории следует предусматривать в два раза меньшей, чем въездов на дороги I-III-й категорий.

Обочины на съездах и въездах следует укреплять на ширину не менее 0,5-0,75м.

На пересечениях и примыканиях автомобильных дорог в одном уровне должна быть обеспечена видимость пересекаемого или примыкаемого направления (рис. 4.6).

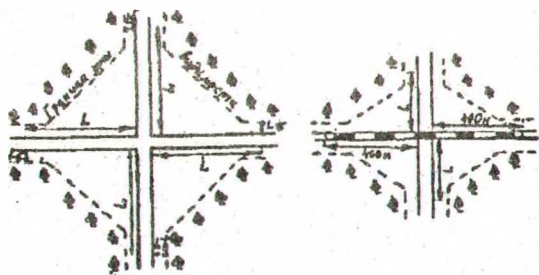


Рис. 4.6. Схема обеспечения видимости дорог, расположенных в одном уровне:

а - на пересечении автомобильных дорог; б - на неохраемом пересечении автомобильной и железной дорог.

$L$  - расчетное расстояние видимости поверхности дорог (для дорог категорий Ia - 300м, Ib и II - 250м, III - 200м,

IV - 150м, V - 85м);  $L_5$  - боковая видимость прилегающей к дороге полосы на расстоянии 25м от кромки проезжей части для дорог категорий I и III, 15м - для дорог IV-й и V-й категорий

#### 4.6. Обеспечение шероховатости покрытия

Главная причина ДТП по вине дорожных условий (до 85%) - недостаточно высокие сцепные качества покрытия, поэтому в процессе эксплуатации необходимо уделять особое внимание шероховатости покрытия.

Наиболее эффективный способ устранения скользкости покрытий - создание на них шероховатой поверхности.

Устройство поверхностной обработки не дает эффекта, если одновременно не укрепить обочины, съезды, чтобы предотвратить занос грязи с них на покрытие колесами автомобилей в дождь и распутицу. Поэтому одновременно с устройством шероховатой поверхности необходимо укрепить обочины и построить твердые покрытия на съездах.

Размер шероховатости поверхностной обработки рассчитывают в зависимости от условий эксплуатации и климатических факторов.

##### 4.6.1. Определение размера щебня для устройства поверхностной обработки

Расчет размера щебня для устройства поверхностной обработки производят по методике, изложенной в "Указаниях по строительству шероховатых и защитных слоев износа на усовершенствованных покрытиях автомобильных дорог" [18].

Расчет ведется в нижеизложенной последовательности.

1). Назначают срок службы поверхностной обработки. Обычно принимают срок службы 4-5 лет.

2). Определяют среднегодовую суточную интенсивность движения по формуле

$$N_{cp} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{n},$$

где  $N_1, N_2, \dots, N_n$  - интенсивность движения транспортных средств в первый, второй и последующие годы службы, авт./сут;

$n$  - срок службы поверхностной обработки, лет.

Интенсивность движения в последующие годы определяют по формуле

$$N_n = N_{cp} \cdot (1 + q)^{n-1},$$

где  $q$  - ежегодный прирост интенсивности движения.



3). По среднегодовой суточной интенсивности определяют средне- часовую интенсивность по формуле

$$N_ч = 0,076 \cdot N_{cp}.$$

4). Определяют интенсивность, приведенную к расчетному автомобилю группы А:

$$N_ч^A = f_{пол} \cdot N_ч \sum j_i \cdot S_i^A,$$

где  $f_{пол}$  - коэффициент, учитывающий распределение движения по ширине проезжей части; для двухполосной проезжей части  $f_{пол} = 0,55$ ;

$S_i^A$  - коэффициент приведения транспортных средств данной марки к расчетному автомобилю группы А [4];

$j_i$  - доля автомобилей различной грузоподъемности.

5). Определяют интервал годового времени, в течение которого температура верхнего слоя покрытия обеспечивает условия втапливания щебня в асфальтобетон:

Витебская обл. - 750...850 ч;

Могилевская обл. - 800...950 ч;

Минская обл. - 950...1100 ч;

Гродненская обл. - 1200...1350 ч;

Брестская обл. - 1300...1450 ч;

Гомельская обл. - 1400...1500 ч.

6). Определяют среднюю скорость движения транспортных средств. Данные берут из расчета на ЭВМ.

7). Задавшись сроком службы поверхностной обработки, интервалом времени, в течение которого происходит втапливание щебня в верхний слой покрытия, часовой интенсивностью, приведенной к расчетному автомобилю группы А, и средней скоростью движения по номограмме (рис. 4.7), определяют время, в течение которого шероховатый слой находится под воздействием колесной нагрузки расчетного автомобиля группы А.

8). Определяют твердость верхнего слоя при определенной температуре покрытия (данные приведены в задании).

9). По графику (рис. 4.8) определяют твердость покрытия, приведенную к расчетной температуре 50°C.

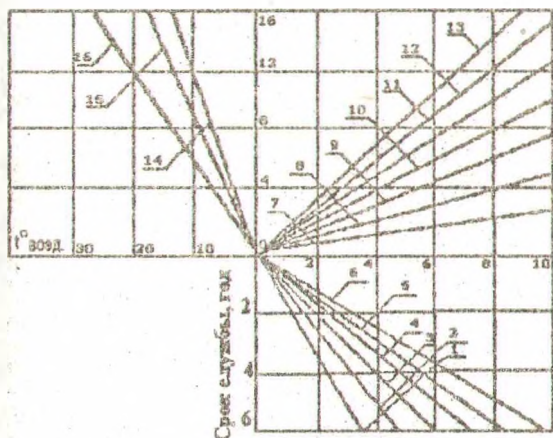


Рис. 4.7. Номограмма для определения времени воздействия транспортных средств на шероховатый слой в течение его срока службы:

- 1-6 - приведенный к расчетной температуре интервал годового времени, равный соответственно 600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600 ч;
- 7-13 - интенсивность движения в автомобиле группы А, равная соответственно 25; 50; 75; 100; 125; 150; 175 авт./ч;
- 14-16 - скорость движения, равная соответственно 80; 60; 40 км/ч

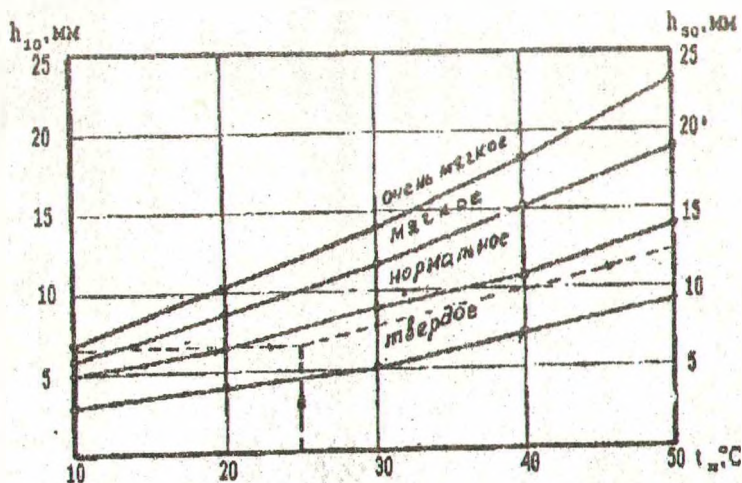


Рис. 4.8. График определения твердости, приведенной к расчетной температуре

10). По найденному значению твердости покрытия, приведенной к расчетной температуре и времени воздействия колесной нагрузки расчетного автомобиля группы А, по номограмме (рис. 4.9) определяют глубину втапливания щебня различной фракции.

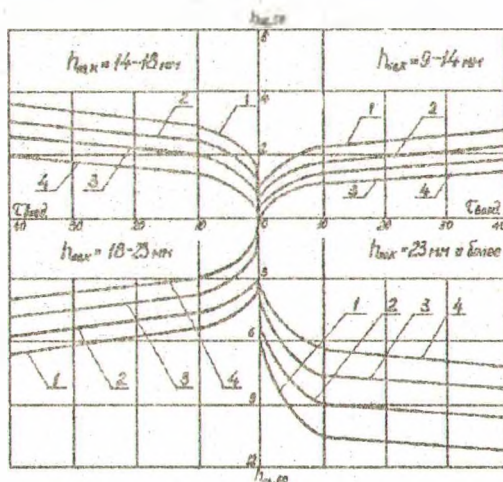


Рис. 4.9. Номограмма для определения глубины втапливания щебня при различной степени твердости верхнего слоя покрытия:

1 - щебень фракции 5...10 мм; 2 - щебень фракции 10...15 мм;  
3 - щебень фракции 15...20 мм; 4 - щебень фракции 20...25 мм

11). Требуемый размер щебня для устройства поверхностной обработки определяют по формуле

$$H_{\tau} = h_{\text{ст}} + h_{\text{с}} + h_{\text{ш}} + h_{\text{щ}}^{50},$$

где  $h_{\text{ст}}$  - глубина втапливания щебня в верхний слой покрытия в момент устройства поверхностной обработки, мм;

$h_{\text{с}}$  - толщина слоя вяжущего на покрытии, мм;

$h_{\text{ш}}$  - глубина внедрения неровностей макрошероховатости в резину протектора автомобильных шин, мм;

$h_{\text{щ}}^{50}$  - глубина втапливания щебня в верхний слой покрытия в течение срока службы шероховатого слоя, мм (определяется по номограмме рис. 4.9).

С достаточной для производственных условий точностью ориентированные значения приведенных величин даны в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Значения величин, мм	Размер щебня, мм			
	5...10	10...15	15...20	20...25
$h_{\text{ср}}$	2,0	2,0	3,0	3,0
$h_a$	1,0-2,1	2,6-2,9	2,0-2,6	2,5
$h_{\text{ш}}$	2,2-2,4	2,5-2,7	2,8-3,0	3,1-3,3
Сумма	5,2-6,5	7,1-7,6	7,8-8,6	8,6-9,8

12). После определения необходимого по условию втапливания размера щебня определяют требуемую фракцию щебня. Принимают такую фракцию щебня, в интервал размеров которой попадает найденное значение  $H_T$ . Например, в результате расчетов были получены следующие результаты. Требуемый размер щебня для каждой фракции составил:

- 5...10 - 12,3 мм;
- 10...15 - 12,5 мм;
- 15...20 - 12,5 мм;
- 20...25 - 11,9 мм.

Так как найденное значение  $H_T$  попадает в интервал размеров фракции 10...15, принимаем для устройства поверхности обработки в данных конкретных условиях щебень фракции 10...15.

#### 4.7. Обеспечение безопасности движения при выполнении ремонтных работ

На участках проведения работ до их начала устанавливают временные дорожные знаки и ограждающие устройства. В необходимых случаях устраивают объезд ремонтируемого участка.

Технические средства организации движения в местах производства работ устанавливают по общепринятым или индивидуальным схемам, приведенным в литературе [7], [9]. Схема организации движения согласовывается с органами ГАИ.

Для обеспечения видимости в темное время суток ограждающие устройства оборудуют световозвращающими элементами, а в особо опасных местах - сигнальными фонарями.

Дорожные машины и оборудование на период темного времени суток, если в это время работы не производятся, убирают за пределы проезжей части.



## 5. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ УЧАСТКА ДОРОГИ

На выявленных опасных участках намечают работы по содержанию и ремонту дороги в различные сезоны года. Определяются объемы работ и необходимые ресурсы.

### 5.1. Определение объемов работ по содержанию и ремонту участка дороги

#### 5.1.1. Укрепление обочин

Площадь укрепления обочин можно определить по формуле

$$S_o = 2 \cdot B_o \cdot L,$$

где  $B_o$  - ширина неукрепленной обочины, м;  
 $L$  - длина участка, м.

После определения площади укрепления обочин и объема работ производят расчет ресурсов и разрабатывают технологическую схему производства работ [16].

#### 5.1.2. Устройство поверхностной обработки

Объем работ по устройству поверхностной обработки определяют по формуле

$$S_n = B \cdot L,$$

где  $B$  - ширина проезжей части, м;  
 $L$  - длина участка, м.

Разрабатывают технологическую карту производства поверхностной обработки, составляют технологическую схему производства работ, производят расчет ресурсов [17].

#### 5.1.3. Установка дорожных знаков

Все дорожные знаки, которые должны быть установлены на дороге, записывают в ведомость (табл. 5.1).



Таблица 5.1

**Ведомость наличия и технического состояния  
дорожных знаков**

Наименование дорожного знака	Прямое направление			Обратное направление			Техническое состояние
	№ знака по ГОСТ	слева	справа	№ знака по ГОСТ	слева	справа	

**ИТОГО:** предупреждающих - ...  
 приоритета - ...  
 запрещающих - ...  
 предписывающих - ...  
 информационно-указательных - ...  
 сервиса - ...  
 дополнительной информации - ...

#### 5.1.4. Устройство разметки

Объем работ по устройству разметки определяют следующим образом. Вначале в ведомость заносят протяженность различных видов разметки.

Таблица 5.2

**Ведомость устройства разметки**

Вид разметки	Номер разметки	Местоположение		Длина участка, м	Характеристика участка
		начало, км+...	конец, км+...		

По протяженности участка с однотипной разметкой и соотношению штрихов определяют общую длину разметки, приведенную к сплошной линии. Зная ширину и длину линии разметки, определяют площадь.

#### 5.1.5. Установка ограждений

Протяженность участков, где установлены ограждения, заносят в ведомость (табл. 5.3).

Таблица 5.3

## Ведомость наличия и технического состояния ограждений

Местоположение ограждений		Протяженность		Тип ограждения	Материал	Техническое состояние
начало км+...	конец км+...	слева	справа			

## 5.1.6. Установка направляющих столбиков

Протяженность участков, где расположены направляющие столбики, и их количество заносят в ведомость.

Таблица 5.4

## Ведомость наличия и технического состояния направляющих устройств

Наименование	Местоположение участка				Длина участка, м	Количество, шт.	Материал	Техническое состояние
	слева		справа					
	начало км+...	конец км+...	начало км+...	конец км+...				

На основании данных, приведенных в табл. 5.1-5.4, строят схему установки инженерного оборудования (рис. 5.1).

## 5.2. Технология устройства поверхностной обработки

Перед устройством поверхностной обработки производят текущий ремонт покрытия с заделкой выбоин, трещин, исправлением кромок и устранением прочих мелких повреждений.

Поверхностная обработка производится в летний период со средней температурой воздуха выше  $15^{\circ}\text{C}$ .

При устройстве поверхностной обработки необходимо тщательно очистить поверхность дорожного покрытия от пыли и грязи.

После очистки покрытия механической щеткой разливают жидкий битум по норме  $0,3-0,7 \text{ л/м}^2$ .

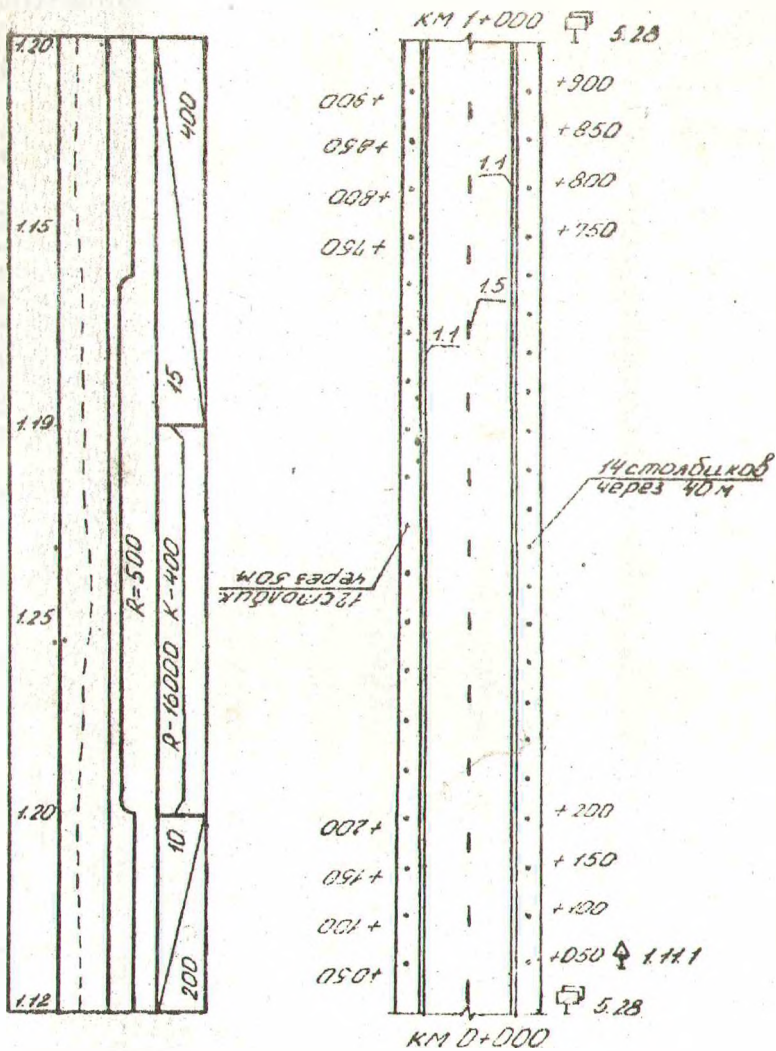
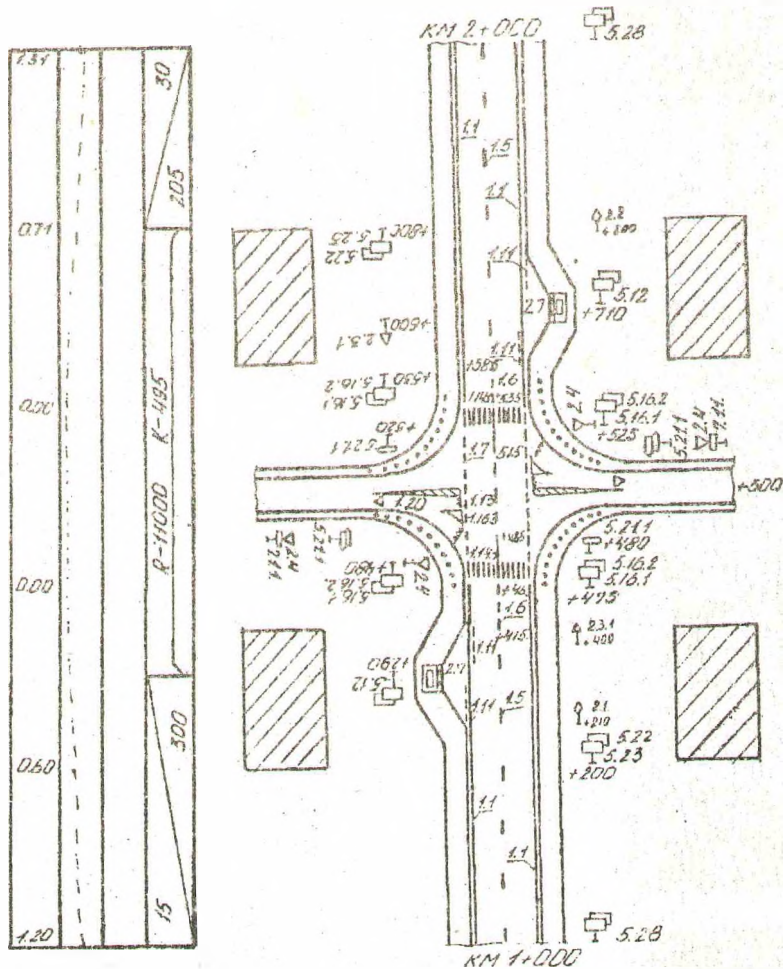
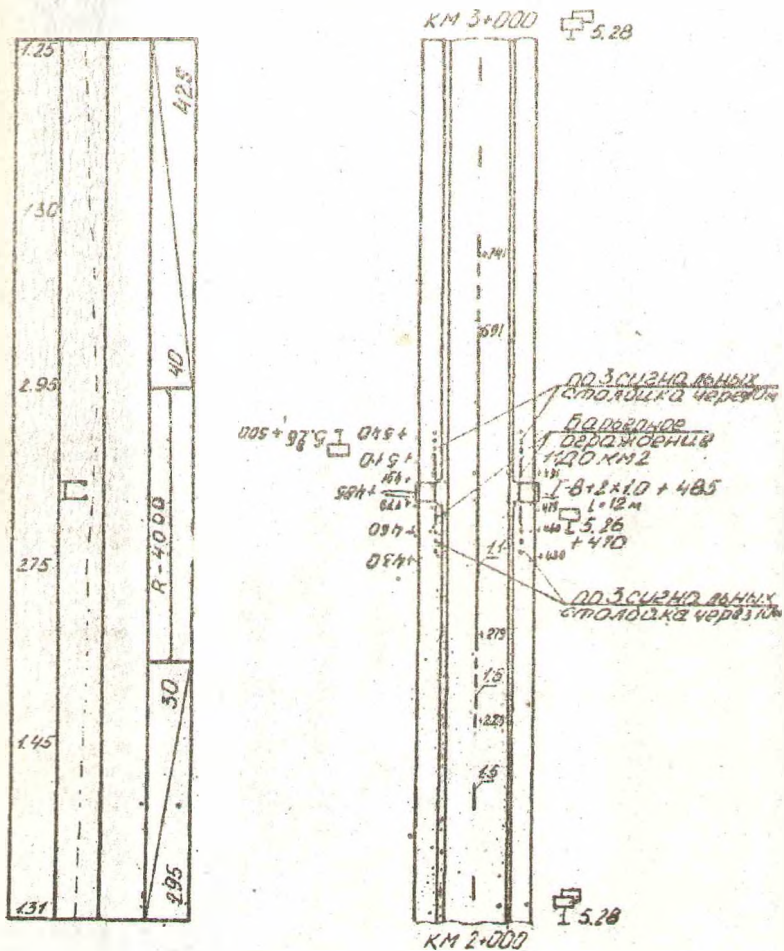


Рис. 5.1. Схема установки инженерного оборудования



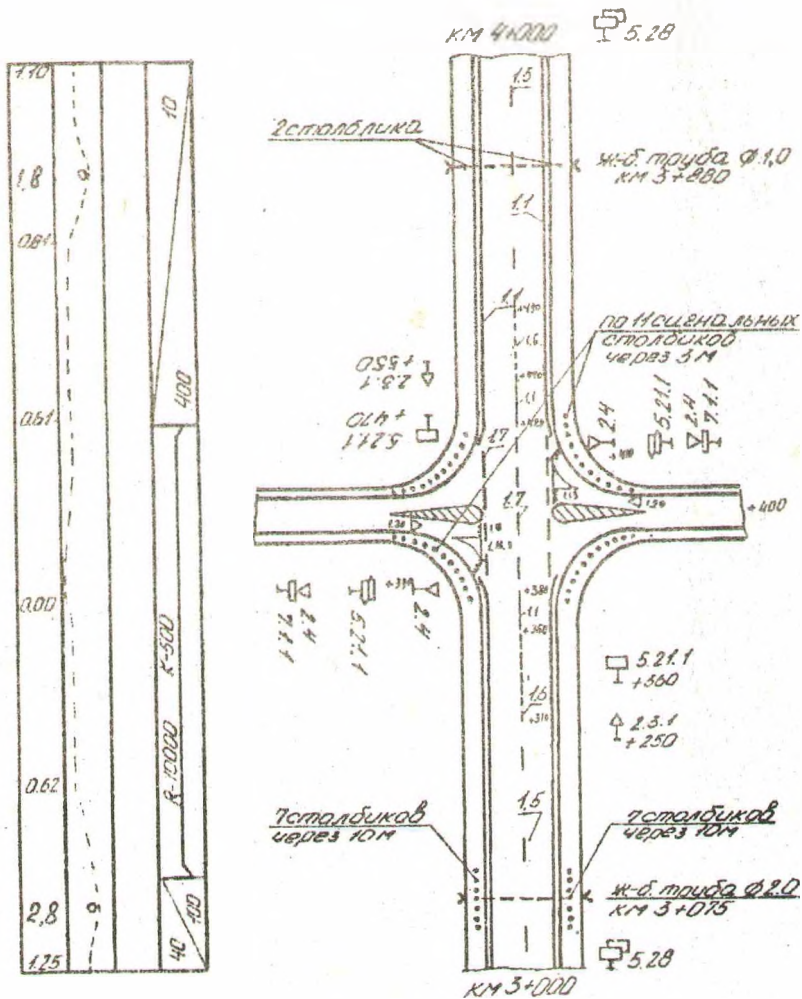
Продолжение рис. 5.1





Продолжение рис. 5.1





Продолжение рис. 5.1

Основной разлив вяжущего осуществляют на половине проезжей части в один прием без пропусков. Если возможно обеспечить объезд, вяжущее разливают по всей ширине проезжей части. Для разлива применяют битумы марок БНД 90/130, БНД 130/200 или битумные эмульсии.

Более вязкие битумы используют в районах с теплым климатом, а также при интенсивном движении по дороге. Вяжущее нагревают до температуры, обеспечивающей прилипание к минеральному материалу и сохранение вяжущих свойств (битум БНД 90/130 - до 140-160°C, БНД 130/200 - до 100-120°C).

После разлива битума по покрытию распределяют щебень. Для поверхностной обработки применяют щебень узких фракций. Широкое применение находят фракции 10...15, 15...20. Щебень должен быть обработан органическим вяжущим (0,8-1% от массы). Несобработанный щебень допускается применять на дорогах с интенсивностью движения менее 1000 авт./сут.

После рассыпки щебень немедленно уплотняют пневмокатком массой 10т. Количество проходов катка устанавливают путем пробной укатки в зависимости от типа и массы катка. Скорость движения не должна превышать 8 км/ч.

В течение первых трех суток скорость движения транспортных средств ограничивают до 40км/ч.

Незакрепившийся щебень удаляют с покрытия механическими щетками не позднее чем через сутки после открытия движения. Удаленный щебень собирают в валик на обочине и вывозят на склад для очистки и повторного использования.

## 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ ТРУДА НА ПОВЫШЕНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УЧАСТКА ДОРОГИ

В соответствии с действующими нормативными документами составляется смета на производство запланированных работ, повышающих технико-экономические показатели участка автомобильной дороги. Допускается использовать укрупненные показатели стоимости работ [19].

Таблица 6.1  
Укрупненные показатели стоимости работ (в ценах 1984 г.)

№ пп	Наименование работ	Ед. изм.	Стоимость, руб.
1	2	3	4
1	Рубка леса с корчевкой пней: мягкие породы леса твердые породы леса	га га	625 860

1	2	3	4
2	Удаление кустарника	га	97
3	Укрепление обочин слоем толщиной 7см щебеночное гравийное	100м <sup>3</sup> 100м <sup>2</sup>	154 130
4	Дорожные знаки на одной металлической стойке То же, на двух металлических стойках	шт. шт.	96 114
5	Дорожные знаки на бетонных стойках	шт.	84
6	Сигнальные железобетонные столбики	шт.	13
7	Ограждения из стали: на металлических стойках на железобетонных столбах	пог.м пог.м	11,7 10,4
8	Ограждения из железобетонного криволинейного бруса	пог.м	19,5
9	Разметка дорожная: краской термопластиком	м <sup>2</sup> м <sup>2</sup>	0,9 8,0
10	Устройство поверхностной обработки	100м <sup>2</sup>	41,15

### 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ОТ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Потери от дорожно-транспортных происшествий определяют по методике [20] с использованием графиков коэффициентов аварийности.

Ежегодные потери на участке с однородными дорожными условиями определяют по формуле

$$P_t = 3,65 \cdot 10^{-4} \cdot A_t \cdot P_{срт} \cdot M_t \cdot N_t \cdot L, \quad (7.1)$$

где  $A_t$  - количество ДТП на 1 млн. автомобиле-км, определяется по графику (рис. 7.1);

$P_{срт}$  - средние потери от одного ДТП в  $t$  году, руб., принимают по табл. 7.1;

$M_t$  - итоговый стоимостной коэффициент, учитывающий тяжесть ДТП;

$N_t$  - среднегодовая суточная интенсивность движения на участке дороги, авт./сут;

$L$  - протяженность участка с однородными дорожными условиями, км;

$t$  - расчетный год.

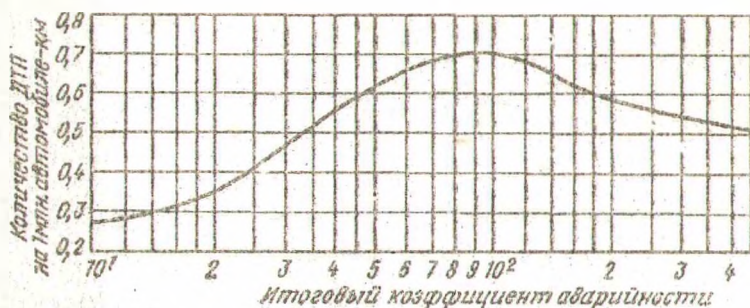


Рис. 7.1. Зависимость между значениями итогового коэффициента аварийности и относительным количеством ДТП на загородных автомобильных дорогах

Таблица 7.1

Год	Средние потери от ДТП, руб.	Год	Средние потери от ДТП, руб.
1996	6890	2006	7910
1997	7000	2007	8010
1998	7100	2008	8110
1999	7200	2009	8210
2000	7300	2010	8310
2001	7400	2011	8410
2002	7500	2012	8510
2003	7600	2013	8610
2004	7700	2014	8720
2005	7800	2015	8820

Расчет заключается в определении потерь от ДТП при сохранении существующих до реконструкции дорожных условий и потерь после реконструкции. Расчеты производят по формуле (7.1). Данные записывают в табл. 7.2.

Таблица 7.2

№ пп	Календарный год	Год эксплуатации	$N_t$	$K_{итог}$	$A_t$	$P_{ср}$ , руб.	$L$ , км	$M_T$	$P_t$ , руб.	$I$	$P_t$
										$(1+E_{ин})^t$	$(1+E_{ин})^t$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



Расчет потерь ведут для каждого отдельного участка, на котором  $K_{итог} > 10$ .

1). Вычисляют расчетную интенсивность движения в каждом календарном году с учетом коэффициента прироста.

2). По величине  $K_{итог}$ , используя график (рис. 7.1), определяем вероятное количество ДТП на 1 млн. автомобиле-км.

3). Средние потери от одного ДТП в каждом календарном году определяют по табл. 7.1.

4). Определяют итоговый стоимостный коэффициент  $M_t$ .

5). По формуле (7.1) определяют ежегодные потери от ДТП ( $P_t$ ).

6). Определяют приведенные потери от ДТП за каждый год.

7). Суммируя значения, записанные в гр.12 табл. 7.2, определяют суммарные приведенные потери за  $t$  лет.

Аналогичным образом подсчитывают потери по всем участкам с  $K_{итог} > 10$ .

Затем на этих же участках по описанной выше методике определяют потери от ДТП после проведения мероприятий, улучшающих условия движения.

## 8. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ

Экономический эффект от полного или частичного устранения дорожно-транспортных происшествий на участке дороги за период  $T$  лет составит

$$\mathcal{E}_n = \sum_{t=1}^T \frac{P_t - P'_t}{(1 + E_{нп})^t},$$

где  $P_t$  - прогнозируемые потери на рассматриваемом участке дороги в  $t$ -м году при сохранении неизменными дорожных условий, руб.;

$P'_t$  - то же, после проведения работ по повышению безопасности движения, руб.;

$E_{нп}$  - нормативный коэффициент для приведения разновременных затрат к одному моменту времени,  $E_{нп} = 0,15$ .

Коэффициент экономической эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле



$$E_{cp} = \frac{\sum_{n=1}^T \frac{Э_n}{(1 + E_{ин})^t}}{K}$$

где  $K$  - капиталовложения в реконструкцию дороги или другие мероприятия, повышающие безопасность движения.

Принятые решения считаются экономически эффективными, если соблюдается условие

$$E_{cp} > E_n,$$

где  $E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений в отрасль транспортного строительства,  $E_n = 0,15$ .

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений определяют по формуле

$$T_{cp} = \frac{1}{E_{cp}}.$$

### Л и т е р а т у р а

1. Эксплуатация автомобильных дорог: Метод. указ. к лабораторным работам для студ. спец. 29.10 - "Строительство дорог и аэродромов" /Сост. И.И.Леонович, Л.Р.Мытько. - Мн.: БПИ, 1991.
2. Ле о н о в и ч И. И. Дорожная климатология. - Мн.: БГПА, 1994.
3. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог /Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1982.
4. Проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника /Под ред. Г.А.Федорова - М.: Транспорт, 1989.
5. С и л ь я н о в В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1984.
6. Б а б к о в В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебное пособие для вузов. - М.: Транспорт, 1982.
7. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог. ВСН 24-88/Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1989.
8. Указания по безопасности движения на автомобильных дорогах. ВСН 25-86 /Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1988.
9. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника /Под ред. А.П.Васильева - М.: Транспорт, 1989.

10. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. И.И. Леоновича. - Мн.: Выш. школа, 1988.

11. Васильев А. П., Сиденко В. М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1980.

12. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. - М.: Госстрой СССР, 1985.

13. ГОСТ 23457-86. Технические средства организации дорожного движения: Правила применения. - М.: Госстандарт, 1987.

14. ГОСТ 13508-74. Разметка дорожная. - М.: Госстандарт, 1975.

15. ГОСТ 10807-78. Знаки дорожные. Общетехнические условия. - М.: Госстандарт, 1979.

16. ЕНиР. Сборник Е20/ Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1988.

17. Типовая техническая карта на устройство шероховатой поверхностной обработки дорожных покрытий. ТТК10-88. - Мн.: Ротапринт г-ста Ор.дорстрой, 1988.

18. Указания по строительству шероховатых и защитных слоев износа на уловвершенствованных покрытиях автомобильных дорог. ВСН 37-86/ Миндорстрой ВССР, Мн., 1986.

19. Методические указания по выполнению экономических расчетов в дипломных проектах для студентов спец. 29.10 - "Строительство автомобильных дорог и аэродромов" / Сост. С.Л. Вдовиченко, М.И. Карлович, В.А. Стрижевский и др. - Мн.: БПИ, 1991.

20. Инструкция по учету потерь народного хозяйства от ДТП при проектировании автомобильных дорог/ ВСН 3-81. - М.: Транспорт, 1982.

21. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. ВСН 6-90/ Минавтодор РСФСР, ЦБНТИ Минавтодора РСФСР. - М., 1990.

22. Временные правила диагностики автомобильных дорог, оценки их состояния и назначения ремонтных мероприятий // Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Мн., 1996.

## Содержание

Введение.....	3
1. АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	3
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАГРУЗКИ ДОРОГИ ДВИЖЕНИЕМ....	7
2.1. Методика определения пропускной способности и коэффициента загрузки.....	7
2.2. Выбор мероприятий, улучшающих условия движения.....	16
3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ.....	17
3.1. Оценка условий безопасности движения методом коэффициентов аварийности.....	18
3.2. Анализ графиков коэффициентов аварийности.....	24
3.3. Определение опасных участков по данным коэффициентов безопасности.....	25
3.4. Комплексная оценка транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги.....	28
4. ВЫБОР МЕРОПРИЯТИЙ, УЛУЧШАЮЩИХ УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ.....	38
4.1. Повышение безопасности движения путем установки дорожных знаков.....	39
4.2. Повышение безопасности движения путем нанесения дорожной разметки.....	43
4.3. Повышение безопасности движения путем установки ограждений.....	45
4.4. Повышение безопасности движения путем установки сигнальных столбиков.....	50
4.5. Обеспечение безопасности движения на пересечениях.....	55
4.6. Обеспечение шероховатости покрытия.....	57
4.7. Обеспечение безопасности движения при выполнении ремонтных работ.....	61
5. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ УЧАСТКА ДОРОГИ.....	62
5.1. Определение объемов работ по содержанию и ремонту участка дороги.....	62
5.2. Технология устройства поверхностной обработки.....	64
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ ТРУДА НА ПОВЫШЕНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УЧАСТКА ДОРОГИ.....	69

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ОТ ДОРОЖНО- ТРАНСПОРТНЫХ ГИСОИШЕСТВИЙ . . . . .	70
8. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ . . . . .	72
Литература . . . . .	73

Учебное издание

ЛЕОНОВИЧ Иван Иосифович  
МЫТЬКО Леонид Романович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности Т.19.03.00 -  
"Строительство дорог и транспортных объектов"  
специализации Т.19.03.01 - "Строительство  
автомобильных дорог и аэродромов"

Редактор Г.В.Ширкина. Корректор М.П.Антонова

Подписано в печать 14.10.96.

Формат 60x84 1/16. Бумага тип. № 2. Офсет. печать.

Усл.печ.л. 4,4. Уч.-изд.л. 3,5. Тир. 100. Зак. 321.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусская государственная политехническая академия.

Лицензия ЛВ № 1049. 220027, Минск, пр.Ф.Скорины,65.

