

## Практическая работа №1

### ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПО СЕЗОННЫМ ГРАФИКАМ КОЭФФИЦИЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ

#### 1.1 Общие положения

**Коэффициентами безопасности** называют отношение максимальной скорости движения на участке к максимальной скорости въезда автомобилей на этот участок (начальная скорость движения).

Коэффициент безопасности позволяет оценить плавность изменения максимальной скорости движения при переходе автомобиля с одного участка на другой в характерных для данного периода года погодных условиях и состоянии дороги.

**Метод коэффициентов безопасности** учитывает движение одиночного автомобиля, что характерно для условий движения на дорогах с малой интенсивностью или часов спада движения на более загруженных дорогах. Это не препятствует его использованию для дорог всех типов, поскольку при высокой интенсивности движения обгоны практически исключаются, а расчет для одиночного автомобиля направлен на повышение безопасности.

В проектах новых дорог недопустимы участки с коэффициентами безопасности, меньшими **0,8**. В проектах реконструкции и капитального ремонта допустимые значения коэффициента безопасности принимаются по таблице 1.1.1. Начальные скорости и ускорения определяются наблюдениями на дороге или с помощью ходовых лабораторий.

Таблица 1.1.1

Критерии степени опасности участков дороги

Степень опасности участка дороги	Коэффициент безопасности при отрицательных ускорениях, $m/s^2$	
	0,5...1,5	1,5...2,5
Начальная скорость движения 60...80 км/ч		
Неопасный	более 0,6	более 0,65
Опасный	0,45...0,6	0,55...0,65
Очень опасный	менее 0,45	менее 0,5
Начальная скорость движения 85...100 км/ч		
Неопасный	более 0,7	более 0,75
Опасный	0,55...0,7	0,6...0,75
Очень опасный	менее 0,55	менее 0,6
Начальная скорость движения 105...140 км/ч		
Неопасный	более 0,8	более 0,85
Опасный	0,65...0,8	0,7...0,85
Очень опасный	менее 0,65	менее 0,7

Значения максимально возможных скоростей движения  $V_{max}$  на каждом участке дороги для любого периода года вычисляются с помощью методов, используемых при определении коэффициента безопасности с учетом значения параметров и характеристик состояния дороги и погодных условий, соответствующих каждому периоду года.

#### 1.2. Порядок проведения работы

##### 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ СОСТОЯНИЙ ПОВЕРХНОСТИ ДОРОГИ

Для оценки безопасности движения в различные периоды года величина сезонного коэффициента безопасности определяется при расчетных состояниях поверхности дороги (характерных для каждого периода года):

### **А. В зимний период:**

А1) слой рыхлого снега на поверхности покрытия и обочин имеется только во время снегопада и метелей, в перерывах между проходами снегоочистительных машин;

А2) проезжая часть чистая от снега, уплотненный снег и лед у ее кромки, рыхлый снег на обочинах;

А3) слой плотного снежного наката на проезжей части, слой рыхлого снега на обочинах;

А4) гололед на покрытии;

А5) покрытие влажное, тонкий слой рыхлого мокрого снега или слой снега и льда, растворенного хлоридами.

Состояния А1, А2, А4 и А5 принимают расчетными для дорог I, II, III категорий, состояния А2 и А3 – для дорог III и IV категорий.

### **Б. В осенне-весенние переходные периоды:**

Б1) вся поверхность дороги мокрая, чистая;

Б2) проезжая часть мокрая, чистая; загрязнены ее кромки;

Б3) проезжая часть мокрая, загрязненная.

Состояние Б1 принимают расчетным для дорог I и II категорий с обочинами, укрепленными на всю ширину каменными материалами с минеральными или органическими вяжущими, состояние Б2 – для дорог с укрепленными краевыми полосами или обочинами, укрепленными щебеночными и гравийными материалами без вяжущих, состояние Б3 – для дорог без укрепленных краевых полос и обочин.

### **В. В летний период:**

В1) сухое чистое покрытие, сухие твердые обочины;

В2) с учетом параметров и характеристик состояния дороги и погодных условий, соответствующих каждому периоду года.

## **2 Определение максимальных скоростей движения**

Для построения графика коэффициентов безопасности в конце каждого участка определяют максимальную скорость, которую можно развить по следующим условиям.

Максимально возможная скорость движения на прямых участках, подъемах и спусках по соотношению сцепных качеств покрытия и сопротивления качения:

$$v_{\phi \max} = \frac{m \cdot \varphi_{60} - f_{60} \pm i}{m \cdot \beta_{\phi} - K_f} + 60, \quad (1)$$

где  $m$  – коэффициент сцепного веса для легкового автомобиля, принимаемый равным 0,5-0,65;

$i$  – продольный уклон в долях единицы (по вариантам);

$K_f$  и  $\beta_{\phi}$  – коэффициенты изменения сопротивления качению и сцепления в зависимости от скорости. При скорости легкового автомобиля до 60 км/ч значение  $K_f = 0$ ; при больших скоростях  $K_f = 0,00025$ ;  $f_{60}$  и  $\varphi_{60}$  – коэффициент сопротивления качению и коэффициент сцепления при скорости движения 60 км/ч, находятся по формулам 2 и 3:

$$f_v = f_{20} + K_f \cdot (v - 20), \quad (2)$$

$$\varphi_v = \varphi_{20} - \beta_{\phi} \cdot (v - 20), \quad (3)$$

где  $f_{20}$  и  $\varphi_{20}$  – коэффициент сопротивления качению и коэффициент сцепления при скорости измерения 20 км/ч (таблицы 1.2.1 и 1.2.2);

$V$  – скорость, для которой определяются значения  $f_v$  или  $\varphi_v$ , км/ч.

Максимально допустимую скорость на кривых в плане определяют по условиям устойчивости автомобиля при движении по покрытию, находящемуся в расчетном состоянии:

$$V_{\phi \max} = \sqrt{127 \cdot R \cdot (\varphi_2 \pm i_{\text{п}} - q)}, \quad (4)$$

где  $i_{\text{п}}$  – поперечный уклон виража;

$q$  – коэффициент бокового давления, назначаемый в зависимости от скорости ветра (таблица 1.2.3);

$\varphi_2$  – коэффициент поперечного сцепления:

$$\varphi_2 = (0,6 + 0,8) \varphi. \quad (5)$$

Таблица 1.2.3

Значения коэффициента бокового давления ветра

Скорость ветра, м/с	20	30	40	50
Коэффициент $q$ для автомобилей:				
ГАЗ-24 «Волга», ВАЗ-2103 «Жигули», «Москвич-412»	0,010	0,022	0,040	0,063
ЗАЗ-968 «Запорожец», РАФ-977Д	0,013	0,029	0,053	0,081

Максимальную скорость при различной ширине проезжей части, краевых укрепительных полос и укрепленных обочин с учетом их состояния определяют из схемы расчета требуемой ширины укрепленной поверхности дороги. При этом на дорогах, не имеющих укрепленных обочин, ширина укрепленной поверхности в неблагоприятные периоды года определяется с учетом ее уменьшения за счет загрязнения прикромочных полос, образования на них снежного наката, льда и т.д.:

$$B_{1\phi} = (B + 2 \cdot y_0) \cdot K_y, \quad (6)$$

где  $B$  и  $y_0$  – проектная ширина проезжей части и краевых укрепительных полос, м;

$K_y$  – коэффициент, учитывающий влияние вида укрепления на уменьшение ширины основной укрепленной поверхности (таблица 1.2.4)

При отсутствии краевых полос:

$$B_{1\phi} = B \cdot K_y. \quad (7)$$

На мостах, путепроводах, эстакадах:

$$B_{1\phi} = \Gamma - 3 \cdot h_6, \quad (8)$$

где  $\Gamma$  – габарит моста;  $h_6$  – высота бордюра, м.

Таблица 1.2.4

Значения коэффициента  $K_y$

Вид укрепления обочин	Значения $K_y$	
	на прямых участках и на кривых в плане радиусом более 200 м.	на кривых в плане радиусом менее 200 м, на участках с ограждениями, направляющими столбиками, тумбами, парапетами
Покрытие из асфальтобетона, цементобетона или из материалов, обработанных вяжущими	1,0	1,0
Слой щебня или гравия	0,98/0,96	0,97/0,95
Засев трав	0,96/0,94	0,95/0,93
Обочины не укреплены	0,95/0,93	0,93/0,90

**Примечания:** <sup>1</sup> В числителе – для дорог I и II категорий, в знаменателе – для дорог III и IV категорий.

<sup>2</sup> Значения  $K_y$  даны для ширины полосы укрепления обочины 1,0 м и более. При меньшей ширине значения  $K_y$  принимают для укрепления асфальтобетоном как для укрепления щебнем; для укрепления щебнем как для укрепления засевом трав, а для укрепления засевом трав как для неукрепленной обочины.

За характерные по ширине укрепленной поверхности принимают участки с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос – участки дороги с одинаковой шириной проезжей части. При этом не учитывают колебания ширины в пределах до 0,25 м. При уменьшении или увеличении на смежном участке ширины основной укрепленной поверхности более чем на 0,25 м такой участок выделяют в характерный.

Значение максимальной скорости движения в зависимости от фактически используемой ширины проезжей части и интенсивности движения в различные периоды года определяется по формулам, приведенным в таблице 1.2.5.

### **3 Построение сезонного графика коэффициентов безопасности**

Вычисленные значения максимальной скорости для каждого сезона года в прямом и обратном направлениях движения наносят на линейный график (рисунок 1.1) и используют для оценки безопасности движения по критериям таблицы 1.1.1. При этом на участках, где на ограничение скорости влияет несколько параметров дорог, принимают меньшее ее значение.

Анализ линейного графика заключается в выявлении участков дороги, на которых в расчетный период года значения  $K_b$  меньше допустимых значений, и установлении причин, обуславливающих это снижение.

Допускается снижение максимальной скорости при неблагоприятных условиях погоды, не превышающее 25 % значений расчетной скорости. Участки дорог, на которых это требование не удовлетворяется, должны быть приняты меры по повышению транспортно-эксплуатационных характеристик. Как исключение, может быть допущено снижение максимальной скорости больше указанного во время метелей, гололеда и сильных снегопадов, но не более чем на 50 % от расчетной скорости.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что понимается под коэффициентом безопасности, каков его физический смысл и критерии оценки степени опасности участков дорог?
2. Как определяется максимально возможная скорость движения на прямых участках, подъемах и спусках?
3. Расчетные состояния поверхности дорог. Виды и распределение по сезонам года, техническим категориям и характеристикам элементов.
4. Как рассчитывается максимально допустимая скорость движения на кривых в плане?
5. Какие участки называются характерными по ширине укрепленной поверхности дорог? Приведите примеры.
6. Порядок оценки безопасности движения по сезонным графикам коэффициента безопасности.
7. Как находятся коэффициент сопротивления качению и коэффициент сцепления при различных скоростях движения?
8. Назовите условия и допускаемые нормы отклонения максимальных скоростей движения.
9. Как находится максимальная скорость при различной ширине проезжей части, краевых укрепительных полос и укрепленных обочин с учетом их состояния?

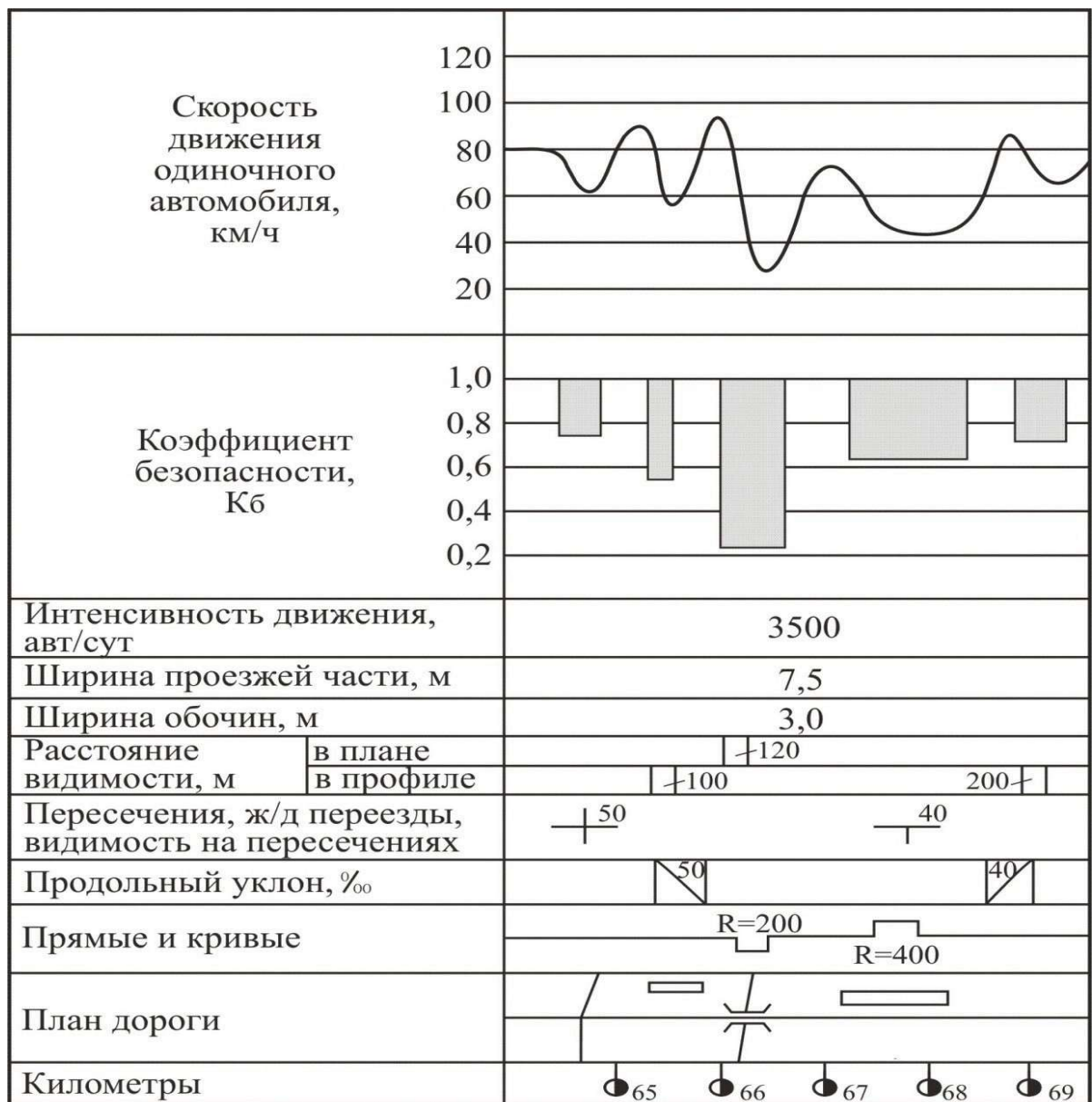


Рисунок 1.1 – Линейный график скоростей движения одиночных автомобилей и график коэффициентов безопасности

Таблица 1.2.1

Значения коэффициента сопротивления качению  $f_{20}$  при расчетных состояниях покрытия

Тип покрытия	Значения коэффициента сопротивления качению $f_{20}$ при различных состояниях покрытия*								
	эталонное (сухое)	влажное чистое	мокрое загрязненное	на покрытии ровный слой плотного снега	гололед	рыхлый снег толщиной, мм			
						до 10	10...20	20...40	40...60
Цементно- и асфальтобетонное	0,01-0,02	0,02-0,03	0,03-0,035	0,04-0,10	0,015-0,03	0,03-0,04	0,04-0,09	0,08-0,12	0,09-0,15
То же, с поверхностной обработкой	0,02	0,02-0,03	0,03-0,035	0,04-0,10	0,02-0,4	0,03-0,04	0,04-0,09	0,08-0,12	0,09-0,15
Из холодного асфальтобетона, черное щебеночное (гравийное)	0,02-0,025	0,025-0,035	0,03-0,045	0,04-0,10	0,02-0,04	0,03-0,05	0,04-0,09	0,08-0,12	0,09-0,15
Гравийное и щебеночное	0,035	0,035-0,05	0,04-0,06	0,04-0,10	0,03-0,04	0,04-0,06	0,04-0,10	0,03-0,12	0,09-0,15
Грунтовая дорога	0,03	0,04-0,05	0,05-0,15	0,06-0,010	0,03-0,05	0,06-,08	0,06-0,12	0,08-0,12	0,09-0,15

Примечание: \* Меньшие значения принимают для ровных гладких покрытий, большие – для покрытий, имеющих неровности

Таблица 1.2.2

Значения коэффициента сцепления  $\varphi_{20}$  и коэффициента снижения  $\beta_{\varphi}$ 

Тип покрытия	Значения коэффициента сцепления $\varphi_{20}$ и коэффициента снижения $\beta_{\varphi}$ в зависимости от типа покрытия и его состояния											
	эталонное (сухое)		мокрое (чистое)		мокрое (грязное)		рыхлый снег		уплотненный снег		гололед	
	$\varphi_{20}$	$\beta_{\varphi}$	$\varphi_{20}$	$\beta_{\varphi}$	$\varphi_{20}$	$\beta_{\varphi}$	$\varphi_{20}$	$\beta_{\varphi}$	$\varphi_{20}$	$\beta_{\varphi}$	$\varphi_{20}$	$\beta_{\varphi}$
Цементобетонное	0,80-0,85	0,002	0,65-0,70	0,0035	0,40-0,45	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15	0,002
Асфальтобетонное с ШПО	0,80-0,85	0,0035	0,60-0,65	0,0035	0,45-0,55	0,0035	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,10-0,20	0,002
То же, без ШПО	0,80-0,85	0,002	0,50-0,60	0,0035	0,35-0,40	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15	0,002
Из холодного асфальтобетона	0,60-0,70	0,005	0,40-0,50	0,004	0,30-0,35	0,0025	0,12-0,30	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15	0,002
Черное щебеночное с ШПО	0,60-0,70	0,004	0,50-0,60	0,004	0,30-0,35	0,0025	0,15-0,35	0,0015-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,10-0,20	0,002
То же, без обработки	0,50-0,60	0,004	0,40-0,50	0,005	0,25-0,30	0,003	0,12-0,30	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15	0,002
Щебеночное и гравийное	0,60-0,70	0,004	0,55-0,60	0,0045	0,25-0,30	0,003	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,10-0,15	0,002
Грунтовое улучшенное	0,40-0,50	0,005	0,25-0,40	0,005	0,20	0,003	0,12-0,30	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,18	0,002

Примечания: 1 Для сухого и мокрого покрытия большие значения коэффициента сцепления принимают для ровных покрытий, меньшие – для покрытий, имеющих неровности.

2 Для гололеда, снежного наката и рыхлого снега большие значения коэффициента сцепления принимают при температуре воздуха  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже, меньшие – при температуре выше  $-10^{\circ}\text{C}$ .

3 Значения коэффициента сцепления приведены для шин с протектором.

Таблица 1.2.5

Расчетные формулы определения максимальной скорости движения

Расчетная схема	Расчетные формулы	Границы применения по интенсивности движения, физич. авт./сут.		
		летом	в переходные периоды	зимой
Свободное движение одиночного автомобиля на двухполосной дороге	$V_{\phi \max} = 50(B_{1\phi} - 3,1)$	менее 700	менее 600	менее 500
Движение в частично связанном потоке на двухполосной проезжей части при интенсивности движения авт/сут:				
а) 500-1500	$V_{\phi \max} = 40 (B_{1\phi} - 4)$	700...1500	600...1200	500...1000
б) 1500-4200	$V_{\phi \max} = 33,3 (B_{1\phi} - 4)$	1500...4200	1200...3600	1000...3000
Движение при интенсивном встречном потоке на двухполосной проезжей части	$V_{\phi \max} = 26,4(B_{1\phi} - 4)$	более 4200	более 3600	более 3000
Движение на трехполосной проезжей части:				
а) при полной разметке	$V_{\phi \max} = 25(B_{1\phi} - 7,3)$	более 6000	более 6000	более 5000
б) при отсутствии разметки	$V_{\phi \max} = 23,3(B_{1\phi} - 8,5)$	более 7000	более 6000	более 6000
Движение на проезжей части одного направления четырехполосной автомобильной магистрали с разделительной полосой шириной, м:				
а) более 5	$V_{\phi \max} = 29,4(B_{1\phi} - 4,1)$	менее 15000	менее 12000	менее 12000
б) до 5	$V_{\phi \max} = 24,4(B_{1\phi} - 4,1)$	менее 12000	менее 10000	менее 10000