

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет транспорта

Кафедра «Изыскания и проектирование транспортных коммуникаций»

Г. В. АХРАМЕНКО, Н. В. ДОВГЕЛЮК

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НОВЫХ И
РЕКОНСТРУКЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Учебно-методическое пособие
к курсовому и дипломному проектированию

Утверждено
советом строительного факультета

Гомель, 2004

УДК 625.7.001.2
А 956

Р е ц е н з е н т – главный конструктор предприятия комплексного проектирования **А.А. Погудин** («Гомельдорпроект»).

Ахраменко Г.В., Довгелюк Н.В.

А 956 Техничко - экономические расчеты при проектировании новых и реконструкции существующих автомобильных дорог: Учебно-методическое пособие для курсового и дипломного проектирования для студентов строительного факультета. – Гомель: БелГУТ, 2004.– с.

Приведено сравнение вариантов новых автомобильных дорог и обоснование реконструкции существующих по экономическим показателям.

Пособие предназначено для студентов строительного факультета, которые выполняют курсовые и дипломные проекты по проектированию автомобильных дорог.

УДК 625.7.001.2

© Г.В. Ахраменко Н.В., Довгелюк , 2004.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	.....
1 Технико-экономическое сравнение вариантов трассы участка автомобильной дороги	.....
1.1 Сравнение вариантов по технико-эксплуатационным показателям	.....
1.2 Сравнение вариантов по экономическим показателям	.....
2 Сравнение вариантов трассы участка новой автомобильной дороги	.....
2.1 Исходные данные	.....
2.2 Расчет экономических показателей	.....
3 Определение экономической эффективности реконструкции участка автомобильной дороги	.....
3.1 Исходные данные	.....
3.2 Технико-экономическое обоснование реконструкции автомобильной дороги	.....
Литература	.....
Приложения:	
А. Расчетные нормативы	.....
Б. Технические характеристики автомобилей	.....

ВВЕДЕНИЕ

Пособие предназначено для развития практического овладения методами расчета и процедурами принятия решений в процессе проектирования новых и реконструкции эксплуатируемых автомобильных дорог на стадии курсового и дипломного проектирования.

Настоящее пособие ставит своей целью правильно ориентировать студента на решение принципиальных вопросов выбора варианта трассы автомобильной дороги; оно содержит рекомендации и примеры, но не подменяет основной учебной литературы, а наоборот, предполагает широкое использование технической литературы.

В приложениях даны необходимые справочные данные для выполнения проектов.

1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТРАССЫ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

1.1 Сравнение вариантов по технико-эксплуатационным показателям

К технико-эксплуатационным показателям относятся:

а) общая длина трассы L , коэффициент удлинения α

$$\alpha = \frac{L}{L_0}, \quad (1.1)$$

где L_0 – длина трассы по воздушной линии.

б) плавность трассы, характеризующаяся количеством углов поворота n , средней величиной угла поворота, $\alpha_{\text{ср}}$, минимальной и средней величиной радиуса, $R_{\text{ср}}$

$$\bar{\alpha}_{\text{ср}} = \frac{\sum \alpha}{n}, \quad (1.2);$$

$$R_{\text{cp}} = 57,3 \frac{\sum K}{\sum \alpha}, \quad (1.3)$$

где $\sum K$ – сумма длин кривых, м;
 $\sum \alpha$ – сумма углов поворота.

в) пологость трассы, определяемая величиной принятого при проектировании максимального продольного уклона i_{max} и общей длиной участков, на которых этот уклон принят;

г) безопасность движения, характеризуемая обеспеченностью видимости в плане и продольном профиле, количеством пересечений автомобильных и железных дорог в одном уровне;

д) бесперебойность движения, характеризуемая отсутствием или наличием пересечений дорог в одном уровне, количеством пересечений водотоков, обходом или проездом через населенные пункты;

е) устойчивость трассы, определяемая протяженностью участков трассы по болотам, по неустойчивым косоогорам с осыпями, оползнями и т.д.

Сравнение вариантов по технико-эксплуатационным показателям целесообразно свести в таблицу, в результате анализа которой необходимо установить преимущество того или иного варианта. Ниже приводится форма таблицы и пример заполнения ее для вариантов, представленных в [5, рисунок 3.1].

Т а б л и ц а 1.1 – Техничко-эксплуатационные показатели и основные объемы работ

Показатели	I вариант (северный)	II вариант (южный)	Преимущества	
			I вариант	II вариант
Техничко-эксплуатационные показатели				
Длина трассы, км	4,4	4,45	+	-
Коэффициент удлинения	1,1	1,11	+	-
Количество углов поворота	3	3	=	=
Средняя величина угла поворота, град	29,7	33,8	+	-
Средний радиус кривой, м	1269	1096	+	-
Минимальный радиус кривой, м	1000	1000	=	=
Обеспеченность видимости в плане	обеспеч.	обеспеч.	=	=
Количество пересечений в одном уровне	-	-	=	=
Максимальный уклон, ‰	30	22	-	+
Длина участков с максимальным уклоном к общей протяженности трассы, %	4	2,8	-	+
Обеспеченность видимости в профиле	обеспеч.	обеспеч.	=	=

Продолжение таблицы 1.1

Показатели	I вариант (северный)	II вариант (южный)	Преимущества	
			I вариант	II вариант
Технико-эксплуатационные показатели				
Количество пересечений водотоков	1	1	=	=
Протяженность участков, проходящих в пределах населенных пунктов, км	-	-	=	=
Протяженность участков, неблагоприятных для устойчивости земляного полотна, км	0,4	0,2	-	+
Основные объемы работ				
Земляные работы, м ³				
всего	368618	351065	-	+
на 1 км	83777	78891	-	+
Количество мостов:				
всего шт/м	1/23,5	1/23,5	=	=
на 1 км/м	5,8	5,3	-	+
Количество труб	6	4	-	+

Анализируя данные, приведенные в таблице 1.1, можно отметить, что безопасность движения и устойчивость трассы обоих вариантов равноценны, так как оба варианта имеют обеспеченную видимость в плане и продольном профиле и проходят по устойчивым участкам, не подверженным оползням, пучинообразованию и т.д.

По объемам работ преимущество имеет южный вариант, где меньше объемы земляных работ и число малых водопропускных сооружений.

1.2 Сравнение вариантов по экономическим показателям

К основным экономическим показателям проектируемой автомобильной дороги относятся:

а) коэффициент эффективности E – количественный измеритель уровня эффективности капиталовложений в строительство дороги

$$E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1}, \quad (1.4)$$

где C_1, C_2 – текущие затраты по вариантам дороги;

K_1, K_2 – капитальные вложения в строительстве дороги по вариантам.

Нормативный коэффициент эффективности $E_n=0,17$.

б) срок окупаемости капиталовложений в строительство дороги

$$T = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}, \quad (1.5)$$

Нормативный срок окупаемости $T_H = 6$ лет.
в) годовой объем перевозок

$$Q = \frac{307 \cdot N_0 \cdot q_{\text{ср}} \cdot \beta \cdot \gamma}{k}, \quad (1.6)$$

где 307 – число дней работы автомобиля в году;
 N_0 – интенсивность движения по дороге, приведенная к исходному году авт./сут.;
 $q_{\text{ср}}$ – средняя грузоподъемность автомобилей;
 β – коэффициент использования пробега автомобилей (0,60-0,65);
 γ – коэффициент использования грузоподъемности (0,90-0,95);
 k – коэффициент, учитывающий необъемные перевозки (1,1-1,2).
г) грузооборот

$$\Gamma = Q \cdot L, \quad (1.7)$$

где L – длина дороги, км.

Варианты трассы дороги сравниваются по суммарным приведенным затратам

$$P = K \cdot E_H + C, \quad (1.8)$$

где K – единовременные затраты, тыс. у.е.

C – текущие затраты, тыс. у.е.

В состав единовременных затрат входят: стоимость строительства дороги, K_0 ; стоимость капитальных ремонтов, $K_{\text{кр}}$; затраты на автомобильный транспорт, K_a .

Капиталовложения на строительство дороги K_0 по вариантам определяются по объемам основных видов работ. Эти затраты определены в [5] и используются в дальнейшем.

Затраты на капитальный ремонт, приведенные к исходному году, определяются по формуле

$$K_{\text{кр}} = \frac{C_{\text{кр}} \cdot L}{(1 + E_{\text{НП}})^{t_{\text{кр}}}}, \quad (1.9)$$

где $C_{кр}$ – удельные затраты на капитальный ремонт [приложение А, таблица 8], у.е.;

L – длина дороги, км;

$E_{нп}$ – норматив приведенных затрат;

$t_{кр}$ – межремонтный срок службы дорожной одежды.

Затраты на автотранспортные средства в исходном году рассчитываются по формуле

$$K_a = \frac{365 \cdot N_o \cdot Z \cdot A_o}{T_o \cdot v_o}, \quad (1.10)$$

где N_o – интенсивность движения в исходном году, авт./сут.;

A_o – средневзвешенные по составу движения капиталовложения в один автомобиль с учетом гаражного хозяйства, у.е.;

T_o – средневзвешенное время работы автомобилей за год, ч;

v_o – средняя скорость движения потока автомобилей в исходном году.

$$N_o = \frac{N}{6^{20}}, \quad (1.11)$$

где α – коэффициент ежегодного прироста интенсивности движения.

$$A_o = \sum_1^z A_j \cdot P_j, \quad (1.12);$$

$$T_o = \sum_1^z T_j \cdot P_j, \quad (1.13)$$

где A_j , T_j – капиталовложения и время работы автомобиля j -го типа;

P_j – доля автомобилей различных типов в составе движения;

z – число типов автомобилей в составе движения.

Значения A принимаются для легких грузовых автомобилей – 10,59 у.е.; средних грузовых – 11,15 у.е.; тяжелых грузовых автомобилей – 13,7 у.е.; автобусов – 22,02 у.е.; легковых автомобилей – 9,64 у.е.[6].

Значения T для грузовых автомобилей – 1890 ч., для автобусов – 3283 ч., легковых автомобилей – 2278 ч.[6].

Средняя скорость движения потока автомобилей в исходном году определяется с учетом влияния на нее различных факторов: типа покрытия и его ровности, геометрических элементов дороги, состава и интенсивности движения.

В состав текущих затрат входят: транспортные расходы на перевозку грузов и пассажиров C , дорожно-эксплуатационные расходы D_p , потери от пребывания пассажиров в пути C_p , потери от дорожно-транспортных происшествий P_p .

Транспортные расходы на перевозку грузов автомобилем

$$C = C_{\text{пер}} + C_{\text{пост}} + Z, \quad (1.14)$$

где $C_{\text{пер}}$ – переменные транспортные расходы;
 $C_{\text{пост}}$ – постоянные транспортные расходы;
 Z – заработная плата водителей.

$$C_{\text{пер}} = T_p \cdot \frac{K_y}{B \cdot \Gamma} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{S_{\text{пер}}}{Q_i}, \quad (1.15)$$

где K_y – коэффициент, учитывающий влияние дорожных условий [приложение А, таблица 3];

n – количество марок автомобилей в транспортном потоке;

$S_{\text{пер}}$ – расчетные нормативы переменных затрат на эксплуатацию автомобилей [приложение А, таблица 1];

q_i – грузоподъемность автомобилей, т [приложение А, таблица 1]

$$C_{\text{пост}} = T_p \cdot \frac{1}{v \cdot B \cdot \Gamma} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{S_{\text{пост}}}{Q_i}, \quad (1.16)$$

где $S_{\text{пост}}$ – расчетные нормативы постоянных затрат на эксплуатацию автомобилей [приложение А, таблица 1];

n – количество марок автомобилей в транспортном потоке;

v – средняя скорость грузовых, легковых автомобилей и автобусов на дорогах с различным типом покрытия [приложение А, таблица 6].

$$Z = T_p \cdot \sum d, \quad (1.17)$$

где d – расценка оплаты труда водителя на 1 т/км [приложение А, таблица 2А].

Дорожно-эксплуатационные расходы D_p определяются по формуле

$$D_p = \left(\frac{C_{\text{сп}}}{t_{\text{сп}}} + C_{\text{т.с.}} \right) \cdot L, \quad (1.18)$$

где $C_{\text{ср}}$ – удельные затраты на средние ремонты, у.е. [приложение А, таблица 8];

$t_{\text{ср}}$ – сроки между ремонтами, лет;

$C_{\text{т.с.}}$ – удельные затраты на текущее содержание, у.е. [приложение А, таблица 8].

Затраты, связанные со временем нахождения пассажиров в пути $C_{\text{п}}$ определяются следующим образом

$$C_{\text{п}} = 0,365 \cdot a \cdot N_{\text{р}}^{\text{пас}} \cdot q_{\text{пас}} \cdot \Gamma_{\text{пас}} \cdot V_{\text{пас}} \cdot (L/D) \quad (1.19)$$

где a – стоимость 1 пассажиро-часа, принимается 0,25 у.е.;

$N_{\text{р}}^{\text{пас}}$ – расчетная интенсивность пассажирских автомобилей, авт/сут;

$q_{\text{пас}}$ – средневзвешенная вместимость пассажирских автомобилей;

$\gamma_{\text{пас}}$ – средний коэффициент использования вместимости, $\gamma_{\text{пас}}=1$;

$\beta_{\text{пас}}$ – средний коэффициент использования пробега, $\beta_{\text{пас}}=1$.

Средневзвешенная вместимость пассажирских транспортных средств $q_{\text{пас}}$: автобусов – 35 пас., легкового автомобиля – 4 пас.

Суммарные приведенные к исходному году затраты при сравнении вариантов запроектированной дороги определяются по формуле

$$P_{\text{п.р.}} = E_{\text{н}} \cdot (K_{\text{o}} + K_{\text{a}} + \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{кр}}}{(1 + E_{\text{нп}})^{t_{\text{кр}}}}) + \sum_{i=1}^m \frac{C_{\text{ср}}}{(1 + E_{\text{нп}})^{t_{\text{ср}}}} + \sum \frac{C_{\text{тр}}}{(1 + E_{\text{нп}})^t} + C + D_{\text{р}} + C_{\text{п}}, \quad (1.20)$$

где $K_{\text{кр}}$ – стоимость капитального ремонта 1 м² дорожной одежды [приложение А, таблица 8];

$C_{\text{ср}}$ – затраты на текущий ремонт и содержание дорожной одежды [приложение А, таблица 8];

n – количество капитальных ремонтов за период сравнения [приложение А, таблица 8];

m – количество средних ремонтов за период сравнения [приложение А, таблица 8];

$t_{\text{кр}}$ – год осуществления капитального ремонта [приложение А, таблица 8];

$t_{\text{ср}}$ – год осуществления среднего ремонта [приложение А, таблица 8];

t – период времени от года приведения затрат до года, когда эти затраты осуществляются.

Расчетный коэффициент эффективности капиталовложений в строительство автодороги $E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1}$, сравнивается с нормативным, и делается вывод о принятии к дальнейшим расчетам варианта трассы.

Расчетный срок окупаемости определяется по формуле

$$T = \frac{1}{E}, \quad (1.21).$$

Годовой экономический эффект

$$P = P_1 - P_2, \quad (1.22).$$

Годовой экономический эффект на 1 км дороги

$$p = \frac{P}{L}, \quad (1.23).$$

Ниже приводится пример определения суммарных приведенных затрат для южного варианта дороги, представленного в [5, рисунок 1].

2 СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТРАССЫ УЧАСТКА НОВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

План трассы и продольные профили вариантов приведены в [5].

2.1 Исходные данные

- 1 Категория проектируемой дороги – III;
- 2 Длина дороги L_1 – 4,45 км;
- 3 Искусственные сооружения:
 - железобетонные трубы отв.: 1,0·2,0, м и длиной – 38,10 м;
0,5, м – 15,24 м;
0,75, м – 16,38 м;
1,0·2,0, м – 34,62 м;
 - железобетонный мост – 20,0 м.
4. Объем земляных работ – 351065 м³;
5. Покрытие – асфальтобетонное;
6. Ширина проезжей части – 7 м;
7. Перспективная интенсивность движения N_{20} – 2400 авт./сут.;
8. Состав движения и расчетные нормативы – таблица 2.1.
9. Средняя техническая скорость [приложение А, таблица 6]; $v=40$ км/ч.
10. Коэффициент, учитывающий влияние дорожных условий [приложение А, таблица 3]; $K_y=1,02$.
11. Остальные исходные данные приведены в [5].

Т а б л и ц а 2.1 – Расчетные нормативы и состав движения

Марка автомобиля	Грузоподъемность, q, т	% автомобилей в составе движения	S _{пер} , у.е.	S _{пост} , у.е.	Заработная плата водителей на одну машину
ГАЗ-53А	4	15	0,0578	0,39	53,9
ЗИЛ-130	5	35	0,0729	0,39	53,9
МАЗ-500	7,5	10	0,0799	0,45	59,6
ГАЗ-53Б	3,5	11	0,0667	0,36	59,6
КрАЗ-256Б	11	9	0,1308	0,54	72,9
ЛАЗ-697Е	14	10	0,0855	0,52	75,4
Легковые	1	10	0,0930	0,27	51,2

2.2 Расчет экономических показателей

Стоимость затрат на вырубку леса и корчевку пней

$$K = P_v \cdot C_v + P_k \cdot C_k, \quad (2.1)$$

где P_v, P_k – площадь вырубки леса и корчевки пней соответственно, га;
 C_v, C_k – стоимость вырубки леса и корчевки пней [приложение А, таблица 7].

В данном примере эти затраты не учитываются, так как в соответствии с исходными данными вырубка леса и корчевка пней отсутствует.

Стоимость возведения земляного полотна

$$K_3 = V \cdot C, \quad (2.2)$$

где V – объем земляных работ, м³;
 C – стоимость земляных работ [приложение А, таблица 7].

$$K_3 = 351065 \cdot 0,753 = 264,35 \text{ тыс. у.е.}$$

Стоимость строительства искусственных сооружений

$$K_n = l_1 \cdot C_1 + l_2 \cdot C_2 + l_3 \cdot C_3 + l_4 \cdot C_4 + l_5 \cdot C_5, \quad (2.3)$$

где l – длина сооружения, м;
 C – укрупненный показатель стоимости 1 м сооружения [приложение А, таблица 7].

$$K_n = 38,1 \cdot 60 + 1850 \cdot 20 + 15,24 \cdot 35 + 16,38 \cdot 60 + 34,62 \cdot 60 = 42,88 \text{ тыс. у.е.}$$

Стоимость строительства дорожной одежды

$$K_{до} = P_{до} \cdot C_{до}, \quad (2.4)$$

где $P_{до}$ – площадь дорожной одежды, m^2 ;
 $C_{до}$ – стоимость $1000 m^2$ дорожной одежды.

Стоимость $1000 m^2$ дорожной одежды

$$C_{до} = \frac{C_1}{10} \cdot h_1 + \frac{C_2}{10} \cdot h_2 + \frac{C_3}{10} \cdot h_3 + \frac{C_4}{10} \cdot h_4, \quad (2.5)$$

где C_1, C_2, C_3, C_4 – стоимость слоев дорожной одежды по укрупненным показателям на $1000 m^2$ при толщине слоя 10 см [приложение А, таблица 4];

h_1, h_2, h_3, h_4 – толщина слоев, см.

В соответствии принята следующая конструкция дорожной одежды: мелкозернистый асфальтобетон – 4 см; крупнозернистый асфальтобетон – 7 см; гравийно-песчаная смесь, укрупненная цементом – 15 см; песок – 30 см.

Тогда

$$C_{до} = \frac{3,86}{10} \cdot 4 + \frac{3,04}{10} \cdot 7 + \frac{1,64}{10} \cdot 15 + \frac{0,59}{10} \cdot 30 = 7,9 \text{ тыс у.е.};$$

$$K_{до} = 4450 \cdot 7 \cdot 7,9 = 246,09 \text{ тыс.у.е.}$$

Общая стоимость строительства дороги

$$K = K_p + K_z + K_{и} + K_{до} \quad (2.6);$$

$$K = 264,53 + 42,88 + 246,09 = 553,32 \text{ тыс у.е.}$$

Стоимость капитального ремонта $C_{кр}=4,93$ у.е, $t_{кр}=12$ лет.

Стоимость капитальных ремонтов

$$K_{кр} = \frac{4,93 \cdot 4,45}{(1 + 0,08)^{12}} = 8,71 \text{ тыс. у.е.}$$

Затраты на автотранспортные средства K_a в исходном году рассчитываются по формуле (1.10).

Предварительно определяются интенсивность движения, приведенная к исходному году по формуле (1.11)

$$N_o = \frac{2400}{1,03^{20}} = 1107 \text{ авт/сут.}$$

• средневзвешенные по составу движения капиталовложения в один автомобиль с учетом гаражного хозяйства по формуле (1.12)

$$A_0=10,59 \cdot 0,26+11,15 \cdot 0,35+13,7 \cdot 0,19+22,02 \cdot 0,1+9,54 \cdot 0,1=12,4 \text{ тыс. у.е.}$$

Средневзвешенное время работы автомобилей за год по формуле (1.13)

$$T_0=1890 \cdot 0,8+3285 \cdot 0,1+2278 \cdot 0,1=1988 \text{ ч.}$$

- Затраты на автотранспортные средства

$$K_a=(365 \cdot 1107 \cdot 4,45 \cdot 12,4)/(1988 \cdot 40)=29 \text{ тыс. у.е.}$$

Суммарные единовременные затраты составят

$$K=553,9+8,71+29=591,61 \text{ тыс. у.е.}$$

Средняя грузоподъемность автомобилей состава движения определяется по формуле

$$q_{cp} = \frac{p_1}{100} \cdot q_1 + \frac{p_2}{100} \cdot q_2 + \dots + \frac{p_n}{100} \cdot q_n, \quad (2.7)$$

где q_1, q_2, \dots, q_n – грузоподъемность автомобилей, т;

p_1, p_2, \dots, p_n – процент автомобилей в составе движения, %.

$$q_{cp}=(15/100) \cdot 4+(35/100) \cdot 5+(11/100) \cdot 3,5+(9/100) \cdot 11+(10/100) \cdot 14+ \\ +(10/100) \cdot 1=4,72 \text{ т.}$$

Годовой объем перевозок определяется по формуле (1.6)

$$Q=(307 \cdot 1107 \cdot 4,72 \cdot 0,6 \cdot 0,93)/1,2=745901 \text{ т.}$$

Транспортная работа за год определяется по формуле (1.7)

$$T_p=745901 \cdot 4,45=3319,26 \text{ тыс.т. км.}$$

Переменные транспортные расходы определяются по формуле (1.15), и составят 453,24 тыс. у.е.

Постоянные транспортные расходы (формула 1.16) составляют 60,68 тыс у.е.

Заработная плата водителей определяется по формуле (1.17)

$$З=3319,26 \cdot (0,0067+0,0054+0,0043+0,0076+0,0029)=109,52 \text{ тыс. у.е.}$$

Затраты на перевозку грузов автомобилями (формула 1.14)

$$C=453,24+60,68+109,52=623,44 \text{ тыс у.е.}$$

Дорожно-эксплуатационные расходы определяются по формуле (1.18)

$$D_p=(0,59/6+0,07) \cdot 4,45=0,75 \text{ тыс. у.е.}$$

Потери народного хозяйства, связанные с затратами времени нахождения пассажиров в пути (формула 1.19)

$$C_{\text{п}}=0,365 \cdot 0,25 \cdot 240 \cdot 22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (4,45/40)=264 \text{ тыс у.е.}$$

Суммарные текущие затраты

$$C=623,44+0,75+264=962,44 \text{ тыс у.е.}$$

Суммарные приведенные затраты по южному варианту

$$P_1=591,61 \cdot 0,17+962,44=1063,0 \text{ тыс у.е.}$$

Аналогично определяются затраты по 2-му варианту. После этого вычисляются: расчетный коэффициент эффективности, расчетный срок окупаемости, годовой экономический эффект по формулам приведенным выше (см. пункт 1.2)

3 ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

3.1 Исходные данные

План и продольный профиль существующей дороги 3-й категории, расположенной во 2-й дорожно-климатической зоне, длина существующей дороги 12,7 км, покрытие усовершенствованное облегченное в удовлетворительном состоянии.

План и продольный профиль дороги 2-й категории после реконструкции, покрытие усовершенствованное капитальное, длина дороги после реконструкции 12,1 км. Коэффициент прироста интенсивности движения $\alpha=1.03$, интенсивность движения в исходном году $N_0=3100$ авт./сут.

Состав движения автомобилей, %:

- легковых – 10 %,
- автобусов – 10 %,
- легких грузовых – 26 %,
- средних грузовых – 35 %,
- тяжелых грузовых – 19 %.

3.2 Техничко-экономическое обоснование реконструкции автомобильной дороги

Техничко-экономическое обоснование реконструкции автомобильной дороги производится сравнением двух вариантов по минимуму приведенных затрат.

- 1-й вариант – существующая дорога после ее капитального ремонта в исходном году;

- 2-й вариант – дорога после реконструкции в исходном году. Суммарные приведенные затраты определяются по формуле (1.20).

Единовременные затраты:

- по 1-му варианту (существующая дорога)

$$K = K_p + K_{кр} + K_a, \quad (3.1);$$

- по 2-му варианту (после реконструкции)

$$K = K_{кр} + K_a, \quad (3.2)$$

где K_p – затраты на реконструкцию дороги, у.е.;

$K_{кр}$ – стоимость капитальных ремонтов, у.е.;

K_a – затраты на автомобильный транспорт в исходном году, у.е.

Капиталовложения на реконструкцию дороги K_p определены в соответствии с объемами работ и составили 958 тыс. у.е.

Для расчета затрат на капитальные ремонты определяются межремонтные сроки службы $t_{кр}$ и удельные затраты на один капитальный ремонт $C_{кр}$ [приложение А, таблица 8]. Для дорог республиканского значения с облегченным покрытием $C_{кр}=3,68$ тыс. у.е./км и $t_{кр}=10$ лет, а с усовершенствованным капитальным – соответственно $C_{кр}=4,93$ тыс. у.е./км, $t_{кр}=12$ лет.

По первому варианту (существующая дорога) запланируем два капитального ремонта: один – в исходном году, другой – на десятом году эксплуатации.

Приведенные затраты на капитальные ремонты определяются по формуле (1.19):

- по первому варианту

$$K_{кр} = 3,68 \cdot 127,7 + \frac{3,68 \cdot 12,7}{(1 + 0,08)^{10}} = 70,7 \text{ тыс у.е.};$$

- по второму варианту

$$K_{кр} = \frac{4,93 \cdot 12,1}{(1 + 0,08)^{12}} = 23,7 \text{ тыс у.е.};$$

Затраты на транспортные средства в исходном году определяются по формуле (1.10).

Интенсивность движения в исходном году определяется по формуле (1.11)

$$N_o = \frac{284}{1,03^{20}} = 157 \text{ авт./сут.}$$

Средневзвешенные капиталовложения в один автомобиль и средневзвешенное время работы автомобилей за один год определяются с использованием формул (1.12), (1.13)

$$A_0 = 9,54 \cdot 0,2 + 22,02 \cdot 0,02 + 10,59 \cdot 0,15 + 11,15 \cdot 0,63 = 10,97 \text{ тыс у.е.};$$

$$T_0 = 1890 \cdot 0,78 + 2278 \cdot 0,22 = 1974 \text{ ч.}$$

Для определения средней скорости потока автомобилей и затрат на перевозку грузов и пассажиров используются номограммы, приведенные в приложении В.

Для использования номограмм вся длина дороги по плану и продольно-по профилю разбиваются на участки с одинаковыми уклонами и радиусами кривых в плане (таблицы 3.1 и 3.2). Участки дорог с кривым радиусом 600 м и более и прямыми в плане и продольном профиле характеризуем только продольным уклоном. Участки дороги с продольными уклонами, не кратными 0,5 ‰, относятся к участкам с ближайшими уклонами, кратными 0,5 ‰, т.е. 0,5; 1; 1,5; 2 и т.д. Вертикальные кривые разбиваются на участки по 0,1 км, продольные уклоны на которых определяются как средние между уклонами начала и конца участков. Кривые в плане с радиусами менее 600 м выделяются в отдельные участки, характеризующиеся как продольным уклоном, так и радиусом кривой в плане.

Интенсивность движения по полосе в исходном году определяется по формуле

$$N_{\text{по}} = \frac{N_0}{n \cdot 10}, \quad (3.3)$$

где N_0 – среднегодовая суточная интенсивность движения в исходном году, авт./сут;

n – число полос движения;

10 – коэффициент приведения суточной интенсивности движения к часовой.

$$N_{\text{по}} = 375 / (2 \cdot 10) = 79 \text{ авт./сут.}$$

По этой интенсивности для каждого участка дороги с использованием номограмм (см. приложение В) определяется скорость автомобиля в потоке v_{oi} (таблицы 3.1 и 3.2). Средняя скорость движения потока определяется по формуле

$$v_{oi} = \frac{\sum_{i=1}^m v_{oi} \cdot l_i}{L}, \quad (3.4)$$

где m – число всех участников дороги.

Т а б л и ц а 3.1 – Разбивка на участки существующей дороги

$i_i, \%$	$L_i, \text{км}$	$v_{0i}, \text{км/ч}$	$v_{0i} \cdot l_i$	$S_i, \text{у.е./авт.-км}$	$S_i \cdot l_i$	$n_i, \text{у.е./авт.-км}$	$n_i \cdot l_i$
0	1,150	52	59,8	0,096	0,11	0,0046	0,0053
1	2,600	51	132,6	0,0696	0,25	0,0046	0,0120
2	1,450	50	72,5	0,100	0,15	0,0046	0,0067
3	1,350	48	64,8	0,108	0,15	0,0046	0,0062
4	1,268	42	53,3	0,115	0,15	0,0050	0,0063
5	1,010	40	40,4	0,136	0,14	0,0050	0,0051
6	0,882	32	28,2	0,158	0,14	0,0050	0,0044
7	0,350	28	9,8	0,163	0,06	0,0050	0,0018
8	0,500	28	14	0,170	0,09	0,0050	0,0025
9	0,550	27	14,9	0,176	0,10	0,0050	0,0028
10	0,250	26	6,5	0,180	0,05	0,0050	0,0013
11	0,250	25	6,3	0,184	0,05	0,0050	0,0013
12	0,270	25	6,8	0,191	0,05	0,0050	0,0014
13	0,250	24	6,0	0,200	0,05	0,0050	0,0013
14	0,250	23	5,8	0,210	0,05	0,0050	0,0013
15	0,100	22	2,2	0,212	0,02	0,0050	0,0005
16	0,050	21	1,1	0,216	0,01	0,0050	0,0003
17	0,080	20	1,6	0,221	0,02	0,0050	0,0004
Итого			526,6		1,64		0,0613

Т а б л и ц а 3.2 – Разбивка на участки дороги после реконструкции

$i_i, \%$	$L_i, \text{км}$	$v_{0i}, \text{км/ч}$	$v_{0i} \cdot l_i$	$S_i, \text{у.е./авт.-км}$	$S_i \cdot l_i$	$n_i, \text{у.е./авт.-км}$	$n_i \cdot l_i$
0	3,53	68	240,1	0,080	0,28	0,0033	0,0116
1,0	0,45	67	30,2	0,086	0,04	0,0033	0,0015
1,5	0,8	64	51,2	0,087	0,07	0,0033	0,0026
2,0	2,25	63	141,8	0,090	0,20	0,0033	0,0074
2,5	0,65	60	39	0,093	0,06	0,0033	0,0021
3	1,05	58	60,9	0,096	0,10	0,0033	0,0035
4	0,2	54	10,8	0,103	0,02	0,0033	0,0007
5	0,55	48	26,4	0,109	0,06	0,0046	0,0025
5,7	0,25	46	11,5	0,120	0,03	0,0046	0,0012
6	0,4	40	16,0	0,124	0,05	0,0046	0,0018
7	0,75	38	28,5	0,130	0,10	0,0046	0,0035
9	0,35	36	12,6	0,135	0,05	0,0046	0,0016
10	0,2	30	6,0	0,139	0,03	0,0046	0,0009
Итого			675,0		1,09		0,0409

Средняя скорость автомобилей:

- по существующей дороге

$$v_0 = 526,5 / 12,7 = 41,5 \text{ км/ч};$$

- по дороге после реконструкции

$$v_0 = 675,0 / 12,1 = 55,8 \text{ км/ч}$$

Затраты на автомобильный транспорт в исходном году составят:
 – по существующей дороге

$$K_{oa} = (365 \cdot 157 \cdot 12,7 \cdot 10,97) / (1975 \cdot 41,5) = 97,41 \text{ тыс. у.е.}$$

– по дороге после реконструкции

$$K_{oa} = (365 \cdot 157 \cdot 12,7 \cdot 10,97) / (1975 \cdot 55,8) = 69,02 \text{ тыс. у.е.}$$

Суммарные приведенные затраты по вариантам составляют:

$$K^I = 706,03 + 97,41 = 803,44 \text{ тыс. у.е.}$$

$$K^{II} = 958,29 + 171,77 + 69,02 = 1199,08 \text{ тыс. у.е.}$$

Текущие затраты C_p в расчетном году состоят из

- затрат на перевозку грузов и пассажиров, C_t , тыс. у.е.;
- дорожно-эксплуатационных затрат, D_p , тыс. у.е.;
- потерь от дорожно-транспортных происшествий, P_p , тыс. у.е.

Интенсивность движения по полосе в расчетном году определяется по формуле

$$N_{np} = \frac{N_p}{n \cdot 10} \quad (3.5)$$

где N_p – интенсивность движения в расчетном году, авт./сут.

$$N_p = N_o \cdot \alpha^{t_p}, \quad (3.6)$$

где α – коэффициент прироста интенсивности движения $\alpha = 1,03$;

t_p – расчетный год, $t_p = 11$ лет.

$$N_p = 157 \cdot 1,03^{11} = 217 \text{ авт./сут}$$

$$N_{np} = 217 / (2 \cdot 10) = 10,9 \text{ авт./сут}$$

По номограммам, приведенным в приложении В, определяем себестоимости перевозок S_i для каждого участка.

Затраты на перевозку грузов и пассажиров определяются по формуле

$$C_t = 0,365 \cdot N_p \cdot \sum_{i=1}^m S_i \cdot l_i. \quad (3.7)$$

- по существующей дороге

$$C_t^I = 0,365 \cdot 217 \cdot 1,64 = 129,9 \text{ тыс. у.е.}$$

- по дороге после реконструкции

$$C_t^{II} = 0,365 \cdot 217 \cdot 1,09 = 86,33 \text{ тыс. у.е.}$$

Дорожно-эксплуатационные затраты определяются по формуле (1.18).
 Для существующей дороги: $C_{cp}=5,5$ тыс. у.е.; $t_{cp}=5$ лет; $C_{tc}=0,43$ тыс. у.е.; по
 дороге после реконструкции: $C_{cp}=5,5$ тыс. у.е.; $t_{cp}=7$ лет; $C_{tc}=0,49$ тыс. у.е.

Тогда

$$D_p^I = \left(\frac{5,5}{5} + 0,43\right) \cdot 12,7 = 19,43 \text{ тыс у.е.};$$

$$D_p^{II} = \left(\frac{5,5}{7} + 0,49\right) \cdot 12,1 = 15,44 \text{ тыс у.е.}$$

Потери от дорожно-транспортных происшествий рассчитываются по методике, изложенной в [7]. Предварительно определим удельные потери от ДТП для каждого участка в зависимости от размеров элементов по формуле

$$n_i = C_{пр7,5} \cdot m_T, \quad (3.8)$$

где $C_{пр7,5}$ – расходная ставка ущерба от ДТП в расчетном году при ширине проезжей части 7,5 м, тыс. у.е;
 m_T – итоговый стоимостной коэффициент, учитывающий влияние всех факторов.

$$m_T = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \cdot m_4, \quad (3.9)$$

где m_1 – коэффициент, учитывающий влияние ширины проезжей части, $m_1=1,1$;
 m_2 – коэффициент, учитывающий ширину обочины, $m_2=1$;
 m_3, m_4 – коэффициенты, учитывающие продольные уклоны, $m_3=1$ при $i < 3$ ‰ и $m_4=1,4$ при $i > 3$ ‰.

Величина n_i для каждого участка занесена в таблицы 3.1 и 3.2.

Потери от ДТП определяются по формуле

$$P_p = 0,365 \cdot N_p \cdot \sum_{i=1}^m n_i \cdot l_i, \quad (3.10);$$

$$P_p^I = 0,365 \cdot 217 \cdot 0,063 = 4,9 \text{ тыс. у.е.};$$

$$P_p^{II} = 0,365 \cdot 217 \cdot 0,0409 = 3,2 \text{ тыс. у.е.}$$

Суммарные текущие затраты по вариантам

$$C_p^I = 129,9 + 19,43 + 4,9 = 154,23,9 \text{ тыс. у.е.};$$

$$C_p^{II} = 86,33 + 15,44 + 3,2 = 104,97 \text{ тыс. у.е.}$$

Суммарные приведенные затраты

$$P_p^I = 803,44 \cdot 0,12 + 154,23 = 250,64 \text{ тыс. у.е.};$$

$$P_p^{\text{II}} = 1199,08 \cdot 0,12 + 104,97 = 248,86 \text{ тыс. у.е.}$$

Так как $P^{\text{II}} < P^{\text{I}}$, то реконструкция дороги экономически эффективна.
 Расчетный коэффициент экономической эффективности капиталовложений

$$E_p = \frac{C_p^{\text{I}} - C_p^{\text{II}}}{K_p^{\text{II}} - K_p^{\text{I}}} \quad (3.11)$$

$$E_p = \frac{154,23 - 104,97}{1199,09 - 803,44} = 0,13;$$

$$E_p = 0,13 > E_n = 0,12.$$

Расчетный срок окупаемости единовременных затрат

$$T_p = 1/0,18 = 5,6 \text{ лет.}$$

Средний годовой экономический эффект от реконструкции дороги

$$P = 250,64 - 248,86 = 1,78 \text{ тыс. у.е.}$$

Годовой экономический эффект на 1 км дороги $1,78/12,1 = 0,14 \text{ тыс. у.е.}$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. СНиП 2.05.02-85.- М.:ГосстройСССР,1985.- 56 с.
2. *Бобков В.Ф., Андреев О.В.* Проектирование автомобильных дорог. Ч.1. – М.: Транспорт,1979ю-366 с.
3. *Довгелюк Н.В.* Проектирование нежестких дорожных одежд: Пособие. Гомель: БелГУТ,2002.-35 с.
4. Автомобильные дороги. Примеры проектирования/Под редакцией *В.С. Порожнякова.*-М.: Транспорт, 1983.-303 с.
5. *Ахраменко Г.В.* Основы проектирования автомобильных дорог. Гомель: БелГУТ, 2003.-51 с.
6. *И.В. Бегма, В. М. Кисляков* и др. Курсовое проектирование и практические занятия по проектированию автомобильных дорог -Учебное пособие .-Киев: КАДИ, 1984 г. – 88 с.
7. Инструкция по учету потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий при проектировании автомобильных дорог. ВСМ 3-81. Минавтодор РСФСР. М.:Транспорт,1982.- 54 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Т а б л и ц а 1А – Расчетные нормативы затрат на эксплуатацию автомобилей

Автомобили и их грузоподъемность	Нормативы, у.е.		Заработная плата водителя на 1 машину, у.е.
	переменные на 1 маш. км пробега	постоянные на 1 маш. км пробега	
I Бортовые			
ГАЗ-53А (4 т)	0,0578	0,39	53,9
ЗИЛ-130Г (5 т)	0,0729	0,39	53,9
МАЗ-500 (7,5 т)	0,0799	0,45	59,6
Урал-377 (7,5 т)	0,1248	0,45	59,6
КрАЗ-257 (12 т)	0,1273	0,55	65,9
II Самосвалы			
ГАЗ-535 (3,5 т)	0,0667	0,36	59,6
ЗИЛ-ММЗ-555 (4,5 т)	0,0794	0,39	59,6
МАЗ-500Б (7 т)	0,0933	0,45	65,9
КрАЗ-2565 (11 т)	0,1308	0,54	72,9
III Автопоезда			
ЗИЛ-130В1 с полуприцепом	0,1094	0,45	72,9
Урал с полуприцепом ОдАЗ-935	0,1759	0,59	72,9
МАЗ-504 с полуприцепом	0,1249	0,59	72,9
ЗИЛ-130Г с прицепом	0,1075	0,45	59,6
МАЗ-500 с прицепом	0,1315	0,59	65,9
IV Автобусы			
ПАЗ-652	0,0664	0,36	67,0
ЛАЗ-697Е «Турист»	0,0855	0,52	75,4
Икарус			
V Легковые			
Москвич-408	0,0202	0,26	49,5
Газ-24 «Волга»	0,0330	0,27	51,2

Т а б л и ц а 2А – Сдельные расценки оплаты труда водителей

Грузоподъемность автомобиля, т	Расценки оплаты труда водителей, у.е. по группам дорог		
	с усовершенствованным покрытием	с покрытием переходного типа	естественные грунты
3,5	0,0076	0,0097	0,0128
4,0	0,0067	0,0085	0,0112
5,0	0,0054	0,0068	0,0090
7,0	0,0043	0,0054	0,0070
8,0	0,0037	0,0047	0,0062
10,0	0,0030	0,0038	0,0050
12,0	0,0027	0,0035	0,0046

Продолжение приложения А

Т а б л и ц а 3А – Коэффициенты, учитывающие влияние дорожных условий на эксплуатацию автомобилей K_v

Категория дороги	Покрытие	Коэффициенты при рельефе местности		
		равнинном	пересеченном	горном
I	Усовершенствованное капитальное	1,00	1,01	1,03
II	То же	1,00	1,01	1,03
III	То же	1,00	1,02	1,04
	Облегченное	1,04	1,05	1,07
	Переходного типа	1,25	1,26	1,29
IV	Усовершенствованное облегченное	1,08	1,09	1,11
	Переходного типа	1,30	1,31	1,34
	Низшего типа	1,60	1,62	1,65
V	Переходного типа	1,35	1,36	1,39
	Низшего типа	1,70	1,62	1,75
	Построенные грунтовые дороги в хорошем состоянии	2,00	2,02	2,06
	Естественные грунтовые дороги в неудовлетворительном состоянии	2,50-3,00	2,50-3,00	2,50-3,00

Т а б л и ц а 4 А – Укрупненные показатели стоимости слоев дорожной одежды

Наименование слоя	Стоимость 1000 м ² при толщине слоя 10 см, тыс. у.е.
Мелкозернистый горячий асфальтобетон	3,86
Среднезернистый горячий асфальтобетон	3,51
Крупнозернистый горячий асфальтобетон	3,04
Теплый асфальтобетон	3,16
Холодный асфальтобетон	2,93
Цементобетон	3,63
Горячий черный щебень	2,69
Щебень, обработанный по способу пропитки	2,11
Песок, обработанный битумной эмульсией в сочетании с цементом	1,05
Щебень, обработанный битумной эмульсией в сочетании с цементом	1,76
Щебень, обработанный цементом (5-7 %)	1,87
Гравий, обработанный цементом (5-7 %)	1,76
Гравийно-песчаная смесь, обработанная цементом	1,64
Грунт, обработанный цементом (6-10 %)	0,76
Песок, укрепленный цементом (5-6 %)	0,94
Щебень, устраиваемый по способу заклинки	1,40
Гравий, устраиваемый по способу заклинки	1,17

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы 4А

Наименование слоя	Стоимость 1000 м ² при толщине слоя 10 см, тыс. у.е.
Гравийная смесь, укрепленная золами уноса (20%) и цементом (4-5%)	1,52
Песок, укрепленный золами уноса (20%) и цементом (5%)	0,82
Золошлаковые смеси, укрепленные цементом или известью (5-6%)	0,70
Подобранные гравийные смеси с добавлением 3% щебня	1,29
Гравийный материал, укрепленный гранулированным шлаком (20-30%)	1,05
Щебень, укрепленный золами уноса	1,40
Песчаные слои	0,59
Шлак по способу заклинки	0,94
Грунтощебень	0,94
Поверхностная обработка (без учета толщины слоя):	
○ одиночная	0,35
○ двойная	0,59
○ черной каменной мелочью	0,82

Т а б л и ц а 5А – Коэффициент для приведения затрат будущих лет к базисному году

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$1/(1+E_t)^t$	0,926	0,858	0,794	0,735	0,681	0,630	0,583	0,540	0,500	0,463	0,429	0,397	0,368	0,400	0,315	0,292	0,270	0,250	0,232	0,215

Т а б л и ц а 6А – Средняя техническая скорость грузовых, легковых автомобилей и автобусов на дорогах с различным типом покрытия

Категория дороги	Покрытие	Равнинный рельеф			Пересеченный рельеф			Горный рельеф		
		Средняя техническая скорость автомобилей								
		грузовых	автобусов	легковых	грузовых	автобусов	легковых	грузовых	автобусов	легковых
I	Усовершенствованное капитальное	65	70	100	60	65	90	50	55	80
II	Усовершенствованное капитальное	55	60	80	50	55	75	40	45	60
	Усовершенствованное облегченное	50	55	70	40	50	60	35	35	50

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы 6 А

Категория дороги	Покрытие	Равнинный рельеф		Пересеченный рельеф			Горный рельеф			
		Средняя техническая скорость автомобилей								
		грузовых	автобусов	легковых	грузовых	автобусов	легковых	грузовых	автобусов	легковых
III	Усовершенствованное капитальное	50	55	68	40	50	65	35	35	55
	Усовершенствованное облегченное	45	50	60	35	45	55	30	30	45
	Твердое переходного типа	35	40	50	30	35	45	25	25	40
IV	Усовершенствованное облегченное	35	40	45	30	35	40	25	25	35
	Твердое переходного типа	30	35	40	25	30	35	20	20	30
	Низшего типа	25	30	35	22	25	30	17	17	25
V	Твердое переходного типа	25	25	35	22	22	30	17	17	25
	Низшего типа	20	20	30	18	18	25	14	14	20
	Построенные грунтовые дороги в хорошем состоянии	15-20	15-20	25-30	13-18	13-18	20-25	10-14	10-14	15-20
	Естественные грунтовые дороги	10-15	-	-	8-13	-	-	7-10	-	-

Т а б л и ц а 7А – Укрупненные показатели стоимости отдельных конструктивных элементов и видов работ

№ п/п	Наименование конструктивных элементов и видов работ	Укрупненная стоимость, у.е.
1	Вырубка леса средней крупности, густого, га	564
2	То же средней густоты, га	361
3	То же редкого, га	157
4	Вырубка мелкого леса и кустарника, га	282
5	Трубы круглые железобетонные, $d=0,75$ м $d=1,00$ м $d=1,25$ м $d=1,50$ м $d=2,00$ м	35 60 80 110 165
6	Трубы прямоугольные из сборного бетона отверстием $b \cdot h$, м 1,5·2,0 2,0·2,0 2,0·3,0 3,0·3,0 4,0·3,0 5,0·3,0 6,0·3,0	704 773 977 1304 1491 1629 17259

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы 7А

№ п/п	Наименование конструктивных элементов и видов работ	Укрупненная стоимость, у.е.
7	Малые мосты, м	1850
8	Механизированные земляные работы, 1000 м ³	
	1-я группа грунтов	619
	2-я группа грунтов	753
	3-я группа грунтов	894

Т а б л и ц а 8А – Расчетные показатели затрат на капитальный, средний и текущий ремонты и содержание дорожной одежды и обочин

Категория дороги	Покрытие	Стоимость нового строительства, у.е.	Стоимость одного ремонта, у.е.			Норма затрат на один ремонт, % к стоимости строительства		
			капитального	среднего	текущего и содержание за год	капитального	среднего	текущего и содержание за год
II	Цементобетонное	14,42	4,93	0,59	0,04549	34,2	4,1	0,03155
	Асфальтобетонное	11,72	4,93	0,59	0,06486	42,0	5,1	0,05490
III	Асфальтобетонное	8,52	3,68	0,60	0,06092	43,2	7,0	0,07150
	Щебеночное, обработанное битумом, с поверхностной обработкой	7,55	3,68	0,60	0,07285	48,7	7,9	0,09781
IV	Гравийное, обработанное битумом, с поверхностной обработкой	4,50	2,23	0,38	0,08616	49,6	8,4	0,19150
	Щебеночное с двойной поверхностной обработкой	4,48	2,38	0,40	0,07123	53,1	9,0	1,5900

Т а б л и ц а 9А – Межремонтные сроки эксплуатации дорог

Тип дорожного покрытия	Межремонтные сроки, лет	
	капитальный ремонт	средний ремонт
Цементобетонные	30	10
Асфальтобетонные	18	6
Из битумоминеральных смесей	12	4
Грунтовые, обработанные органическими вяжущими	9	3
Грунтовые улучшенные	6	3
Щебеночные и гравийные	9	3

Приложение Б

Таблица 1Б – Технические характеристики автомобилей

Марка автомобиля	Полная масса автомобиля, кг	Габаритные размеры, мм	База, мм	Ширина колеи	
				Задних колес	Передних колес
I Грузовые					
ГАЗ-53А	7400	6325х2380х2220	3700	1690	1630
ЗИЛ-130Г	10800	7610х2500х2400	4500	1790	1800
КамАЗ-5320	15305	7395х2496х3370 (по тексту)	3850+1320	1850	2010
МАЗ-500А	14825	7140х2500х2650	3950	1865	1970
МАЗ-514	23700	8520х2500х3800 (по тексту)	3850+1400	1866	1970
II Седельные тягачи					
КамАЗ-5410	15125	6140х2480х2830	2840+1320	1850	2010
МАЗ-6422	24100	6500х2500х2570	2900+1400	1800	2050
III Легковые автомобили					
ЗАЗ-968АБ4	1168	3750х1570х1400	2160	1200	1220
ВАЗ-2103	1430	4116х1611х1446	2424	1321	1965
ВАЗ-2106	1445	4166х1611х1440	2424	1321	1365
Москвич-2140	1480	4250х1550х1480	2400	1270	1270
ГАЗ-24	1820	4760х1800х1490	2800	1420	1476
IV Автобусы					
ЛАЗ-697Н	10625	9190х2500х2900	4190	1850	2116