

МОСКОВСКИЙ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Кафедра строительства и эксплуатации дорог

Утверждаю

Зав. кафедрой, профессор

_____ В.П. Носов

" ____ " _____ 2009 г.

РЕМОНТ И СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Методические указания
к курсовому проекту по дисциплине
"Эксплуатация автомобильных дорог"

Издание 3-е исправленное и дополненное

МОСКВА 2009

УДК 625.76

ББК 39.311

Методические указания к курсовому проекту основываются на технико-экономическом методе планирования дорожно-ремонтных работ по обеспеченной расчетной скорости движения, рекомендованном для применения действующими отраслевыми дорожными нормами ОДН 218.0.006-2002. Метод позволяет, опираясь на результаты диагностики автомобильных дорог, системно подойти к оценке их фактического транспортно-эксплуатационного состояния и назначить оптимальные объемы и очередность дорожно-ремонтных работ в разных условиях финансирования. Планирование работ осуществляют как вручную, так и с использованием вычислительной техники.

Методические указания предназначены для студентов специальности 291000 “Строительство автомобильных дорог и аэродромов”, выполняющих курсовой проект по теме “Ремонт и содержание автомобильных дорог”. Они также используются студентами специальности 08.05.02 “Экономика и управление на предприятии (в строительстве)” при разработке курсового проекта по теме “Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги и планирование дорожно-ремонтных работ”.

Составители:

канд. техн. наук, доц.
д-р техн. наук, проф.

В.К. Апестин
А.П. Васильев

© Московский автомобильно-дорожный институт
(Государственный технический университет), 2009

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель курсового проекта состоит в закреплении студентами теоретических знаний и приобретении практических навыков оценки качества и состояния автомобильных дорог, назначения и обоснования ремонтных мероприятий, разработки технологии и организации производства работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог.

Курсовой проект включает комплексное определение фактического транспортно-эксплуатационного состояния (ТЭС) дорог и дорожных сооружений, показателя инженерного оборудования и обустройства, уровня эксплуатационного состояния. Основываясь на полученных данных, студенты должны выявить участки, не удовлетворяющие предъявляемым требованиям, определить причины снижения транспортно-эксплуатационных показателей и выбрать наиболее эффективные мероприятия и их очередность по улучшению состояния дорог в условиях полного и недостаточного финансирования. При выполнении курсового проекта студент должен внимательно изучить рекомендуемую литературу и соблюдать требования нормативно-технических документов. С учетом этого в настоящих методических указаниях изложен только общий порядок выполнения курсового проекта и краткие пояснения по вопросам, достаточно полно отраженным в рекомендуемой литературе. По вопросам, которые не имеют полного отражения в литературе, в Методических указаниях даны более подробные пояснения. Кроме указанной в списке литературы, студент может использовать и другие источники (новейшие издания и публикации), имеющие отношение к рассматриваемой теме.

Прежде чем приступить к выполнению курсового проекта, студент должен изучить задание (прил.1) и основные исходные данные (приложения 1.1 или 1.2) о параметрах технического уровня и эксплуатационного состояния участка автомобильной дороги протяжением 10 км (распечатка на ЭВМ, полученная с использованием программы¹ “Z1_bob.xls”). При необходимости преподаватель может корректировать исходные данные распечатки или выдать индивидуальное за-

¹ Разработана канд.техн.наук В.И. Бочкаревым (кафедра “Строительство и эксплуатация дорог”)

дание, включающее фактические данные в виде плана трассы, продольного профиля дороги, ведомостей учета движения на дороге, эпюры фактических модулей упругости дорожной конструкции, эпюры показателей ровности и коэффициентов сцепления дорожного покрытия, покилометровой ведомости о дорожно-транспортных происшествиях и др.

Курсовой проект включает следующие основные этапы работы:

№ п/п	Наименование разделов	Процент выполнения от общего объема, %
1.	Изучение задания и покилометровых исходных данных, характеризующих транспортно-эксплуатационное состояние дороги	1
2.	Построение линейного графика транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (ТЭС АД) и оценка обобщенного показателя качества дороги	30
3.	Выбор мероприятий по ремонту автомобильной дороги в условиях полной обеспеченности финансированием	20
4.	Выбор мероприятий по ремонту автомобильной дороги в условиях ограниченного финансирования	10
5.	Технология и организация работ по ремонту или содержанию автомобильной дороги	35
6.	Техника безопасности в процессе производства работ и охрана окружающей среды	2
7.	Список использованной литературы	1
8.	Подготовка и защита курсового проекта	1
Примечания.		
1. Процент выполнения дан с учетом оформления каждого раздела.		
2. Для студентов специальности “Экономика и управление на предприятии (в строительстве)” обязательными являются разделы 1- 4, 7 и 8.		

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки объемом до 30 рукописных или печатных страниц размером А/4 (210х257 мм) и графической части, включающей:

- линейный график ТЭС АД;
- технологический план потока;
- календарный график работ (почасовой).

После изучения задания и анализа исходных данных приступают к вычерчиванию линейного графика ТЭС участка автомобильной дороги (см. прил. 9.3 “Правил диагностики и оценки состояния автомобильных дорог” [1]) и постепенному вынесению на него исходных данных и данных, получаемых в результате выполнения отдельных этапов (разделов) проекта.

При использовании покилометровых исходных данных, полученных в виде распечатки на ЭВМ, допускается упрощенная форма линейного графика ТЭС АД, приведенная в прил. 2 данных “Методических указаний...”.

2. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ГРАФИКА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ (ТЭС АД) И ОЦЕНКА ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ДОРОГИ

Построение линейного графика и оценку обобщенного показателя качества дороги осуществляют в соответствии с “Правилами диагностики... дорог” ОДН 218.0.006-2002 [1].

Работы включают определение по отдельным характерным участкам дороги частных и итоговых коэффициентов обеспеченности расчетной скорости K_{pcj} , показателей инженерного оборудования и обустройства $K_{оби}$, показателей содержания дороги $K_{эи}$ и обобщенных показателей качества и состояния участка дороги $\Pi_{ди}$:

$$\Pi_{ди} = K \Pi_{ди} \cdot K_{оби} \cdot K_{эи},$$

(2.1)

где $K_{Pi} = K_{PC}^{ИТОГ} = K_{PC}^{min}$ - комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния - минимальное значение из 11-ти частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости K_{pcj} на рассматриваемом характерном участке дороги.

Фактическое значение частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости определяют по отношению к базовой расчетной скорости, равной 120 км/ч:

$$K_{pcj} = \frac{V_{фmax}}{120}, \quad (2.2)$$

где $V_{фmax}$ – фактическая максимальная скорость движения одиночного легкового автомобиля в рассматриваемых эксплуатационных условиях при обеспеченности 85% или 95% в зависимости от способа ее определения (см. раздел 8.2, рис. 8.3 в “Справочной энциклопедии дорожника” [2]).

После определения указанных выше частных показателей их сопоставляют с величинами, требуемыми по условиям движения, и выявляют участки на автомобильной дороге, подлежащие выполнению работ по реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию.

2.1. Определение частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости движения по основным транспортно-эксплуатационным показателям дороги

Частные коэффициенты K_{pci} определяют, используя соответствующие табличные значения “Правил диагностики...” [1] (п.п. **5.4.4.** - **5.5.4.**). Частные коэффициенты, учитывающие ширину основной укрепленной поверхности K_{pc1} , состояние обочин K_{pc2} , интенсивность и состав движения K_{pc3} , продольные уклоны и видимость поверхности дороги K_{pc4} , радиусы кривых в плане и уклон виража K_{pc5} , ровность покрытия в поперечном направлении K_{pc9} и безопасность движения K_{pc10} , определяют непосредственно по заданным исходным данным.

Для дорог V категории значения K_{pc1} и ΔK_{pc} при определении K_{pc3} следует выбирать по таблицам, соответствующим двухполосным дорогам. В случае, если коэффициент, учитывающий состав транспортного потока, $\beta > 0,6$ и интенсивность движения меньше 1000 авт/сут, значения ΔK_{pc} определяют методом экстраполяции значений, приведенных в таблице 5.9 “Правил диагностики...” [1].

Для определения коэффициентов, учитывающих продольную ровность K_{pc6} и сцепные качества дорожного покрытия K_{pc7} , требуются некоторые предварительные вычисления (см. разделы 2.1.1 и 2.1.2), если в задании не содержатся данные по фактическим значениям коэффициента сцепления и показателя ровности дорожного покрытия (прил.1.1). При заданных этих показателях (прил.1.2) определение указанных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости выполняют сразу по соответствующим таблицам “Правил диагностики...” [1].

Определение коэффициента K_{pc8} , учитывающего состояние дорожной одежды по прочности, осуществляют в соответствии с рекомендациями раздела 2.1.3.

Значение коэффициента K_{pc11} , учитывающего плавность трассы, определяют в разделе 2.1.4.

2.1.1. Определение коэффициента обеспеченности расчетной скорости, учитывающего продольную ровность покрытия

K_{pc6} (при исходных данных по заданию прил.1.1)

В качестве исходных данных по заданию имеем фактические значения коэффициентов обеспеченности ровности дорожного покрытия:

$$K_{\delta} = \frac{\delta_{тр}}{\delta_{ф}}, \quad (2.3)$$

где $\delta_{ф}$, $\delta_{тр}$ - фактические и нормативные (предельно допустимые) показатели ровности покрытия, см/км.

Показатели ровности $\delta_{тр}$, предельно допустимые в процессе эксплуатации, назначают в соответствии с требованиями норм “Межремонтных сроков службы дорожных одежд до капитального ремонта” [3], приведенными в прил. 3. Предварительно, используя исходные данные задания, уточняют:

- дорожно-климатическую зону (ДКЗ), в которой расположена рассматриваемая автомобильная дорога (см. прил.1² в СНиП 2.05.02-85 [4]);

- межремонтный срок службы дорожной одежды T_o до капитального ремонта (прил. 3), в зависимости от которого определяют для соответствующей категории дороги, ДКЗ и типа дорожной одежды нормативный (расчетный) коэффициент надежности дорожной одежды K_n .

При этом необходимо учитывать, что расчетный срок службы дорожной одежды до капитального ремонта по экономическим соображениям не должен превышать фактического срока службы до реконструкции автомобильной дороги³:

$$t_{рек} = \frac{1}{\lg q} \cdot \lg \frac{N_{снп}}{N_{пр} \cdot q} + 1, \quad (2.4)$$

где q - показатель роста интенсивности движения во времени $q \geq 1$;

$N_{снп}$ - расчетная (перспективная) интенсивность движения транспортного потока, приведенная к расчетному легковому автомобилю (см. табл. 1 “Изменение № 5 СНиП 2.05.02-85” [5]), прив.ед./сут.

$N_{пр}$ - заданная интенсивность движения транспортного потока, приведенная к расчетному легковому автомобилю (прив.ед./сут):

$$N_{пр} = N_{\phi} \cdot \sum_1^w \psi_j \cdot p_j, \quad (2.5)$$

где N_{ϕ} – заданная интенсивность движения транспортного потока,

² При необходимости допускается уточнение места расположения дороги по табл.П.3.7 “Методических рекомендаций...” [37] или табл. раздела «В» в ОДН 218.046-01 [38].

³ Формула (2.4) определяет период до реконструкции с прелельным состоянием автомобильной дороги по уровню загрузки движением $Z \leq 0,4$. По решению преподавателя могут быть рассмотрены другие уровни загрузки, например, предлагаемые “Руководством по оценке пропускной спо-

авт/сут;

w - количество типов или марок автомобилей в транспортном потоке (см. заданный состав движения);

p_j - доля j -го типа автомобиля в транспортном потоке;

ψ_j - коэффициент приведения j -го типа автомобиля к расчетному легковому. Назначают по табл. 2 СНиП 2.05.02-85 [4], используя среднюю грузоподъемность автомобилей для соответствующей группы АТС по табл. П4.8 прил. 4.

В случае, если полученная по формуле (2.4) величина $t_{рек} < T_0$, то для назначения уровня надежности дорожной одежды K_n и определения требуемого модуля упругости дорожной конструкции $E_{тр}$ по ОДН 218.1.052-2002 [6] следует использовать $T_0 = t_{рек}$ (см. примечание 1 к табл. прил. 3).

Используя полученную величину коэффициента надежности, определяют по табл. прим. 4 в прил. 3 предельно допустимый показатель ровности покрытия $\delta_{тр}$, подставляя который в (2.3), определяют фактические километровые показатели ровности покрытия:

$$\delta_{\phi} = \frac{\delta_{тр}}{K_{\delta}} \quad (2.6)$$

и окончательно соответствующие им коэффициенты обеспеченности расчетной скорости $K_{рс6}$ (см. табл. 5.14 “Правил диагностики дорог...” [1]).

2.1.2. Определение коэффициента обеспеченности расчетной скорости $K_{рс7}$, учитывающего сцепные качества дорожно-го покрытия (при исходных данных - задания прил. 1.1)

способности автомобильных дорог” [8] и ОДМД [39], с определением периода до реконструкции дороги по формулам прил. 5.

В качестве исходной информации имеем фактические километровые значения коэффициента обеспеченности сцепных качеств покрытия:

$$K_{\phi} = \frac{\phi_{\phi}}{\phi_{\text{тр}}} , \quad (2.7)$$

где ϕ_{ϕ} , $\phi_{\text{тр}}$ - соответственно фактический и требуемый коэффициенты сцепления колеса с дорожным покрытием.

Требуемые, предельно допустимые в процессе эксплуатации коэффициенты сцепления назначают в зависимости от уровня загрузки дорог движением Z [4] с учетом рекомендаций, изложенных в “Справочниках...” [2; 7]. Соответствующие значения требуемых коэффициентов сцепления $\phi_{\text{тр}}$ для мокрого дорожного покрытия и шин, используемых для оценки коэффициента сцепления, приведены в табл.2.1.

Таблица 2.1

Требуемый коэффициент сцепления в зависимости от условий движения на автомобильной дороге

Условия движения	Уровень загрузки	Гладкая шина, $\phi_{\text{тр}}$	Шина с протектором, $\phi_{\text{тр}}$
Легкие	$Z < 0.3$	0,28	0,35
Затрудненные	$Z = 0.3 \div 0.5$	0,30	0,40
Опасные	$Z > 0.5$	0,32	0,45

Уровень или коэффициент загрузки представляют в виде:

$$Z = \frac{N_{\text{л}}}{[N_{\text{л}}]} , \quad (2.8)$$

где $N_{\text{л}}$ - фактическая часовая интенсивность движения на полосу, приведенная к расчетному легковому автомобилю, авт./ч;

$[N_{\text{л}}]$ - пропускная способность полосы дороги, легк.авт./ч.

Определение коэффициента загрузки⁴ выполняют в следующей последовательности. Сначала, в соответствии с “Руководством по

⁴ Коэффициент загрузки двухполосных дорог определяют при интенсивности движения более **4 тыс. авт./сутки**. При меньшей интенсивности принимают **$Z < 0.3$** .

оценке пропускной способности...” [8], определяют фактическую часовую интенсивность движения транспортного потока N_q на полосу по заданной суточной N_Φ :

$$N_q = 0,076 N_\Phi \cdot K_f, \quad (2.9)$$

где K_f - коэффициент полосности, принимаемый по табл. 3.1 ОДН 218.1.052-2002 [6].

Приводят полученную часовую интенсивность к интенсивности движения расчетных легковых автомобилей:

$$N_\Pi = N_q \cdot \sum_1^w \psi_j p_j.$$

(2.10)

Для принятия решения о пропускной способности дороги, прежде всего, в соответствии с [2; 7] оценивают значение средней скорости свободного движения V_o :

$$V_o = 120 K\Pi_{di} - t\sigma_v, \quad (2.11)$$

где t - функция доверительной вероятности (принимают $t = 1.04$);

$K\Pi_{di}$ - фактический комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги, определяемый без учета K_{pc7} в соответствии с п.5.2.2 ОДН 218.0.006-2002 [1];

σ_v - среднее квадратическое отклонение скорости свободного движения транспортного потока. Принимают в зависимости от класса дороги и состава движения по одному из следующих источников:

- по рис. 2.2 “Руководства...” [8],
- по рис. 1.9 “Указаний...” [11],
- по формуле на с. 46 “Справочника...” [7] или на с.130 “Справочной энциклопедии...” [2].

В случае, если средняя скорость движения $V_o \geq 55$ км/ч, пропускную способность не рассчитывают, а принимают [2]:

- для двухполосных дорог **1400** авт./ч на одну полосу;
- для автомагистралей **1400** авт./ч на крайнюю правую полосу.

При меньшей скорости движения в соответствии с “Руководством...” [8] для реальных дорожных условий:

$$[N_{\text{л}}] = \omega_{\text{вп}} \alpha V_o \rho_{\text{max}}, \quad (2.12)$$

где ρ_{max} - максимальная плотность движения, принимаемая 85 авт/км;

$\omega_{\text{вп}}$ - коэффициент, учитывающий движение по встречной полосе двухполосных дорог, а для многополосных - по соседней полосе. Его назначают по табл. 2.2 в зависимости от коэффициента обеспеченности расчетной скорости, характеризующего влияние интенсивности и состава движения [7];

α - коэффициент, зависящий от дорожных условий и класса дорог.

Таблица 2.2

Коэффициент влияния соседней полосы движения

Класс дорог	Коэффициент $\omega_{\text{вп}}$ для значений $K_{\text{рс3}}$		
	≥ 1	0.75 - 1	< 0.75
Двухполосные	0.9	0.8	0.7
Многополосные	0.9	0.9	0.8

Для двухполосных дорог со встречным движением коэффициент “ α ” определяют в соответствии с [2], учитывая, что $V_{\text{фmax}} = 120 \text{ КП}_{\text{дi}}$:

$$\alpha = 0.65 - 0.51 \cdot \text{КП}_{\text{дi}}. \quad (2.13)$$

Для многополосных дорог с попутным движением “ α ” определяют с учетом [12] по табл. 2.3.

Таблица 2.3

Изменение коэффициента “ α ” от комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги

КП _i	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.67	0.75	0.83	0.92	1.0	1.08	1.17	1.25
α	0.53	0.47	0.42	0.37	0.31	0.25	0.21	0.17	0.13	0.09	0.07	0.05	0.04

Подставляя полученные величины в (2.12) и затем в (2.8), определяют коэффициент загрузки дороги движением и соответствующую

щий ему требуемый коэффициент сцепления колеса с дорожным покрытием по табл.2.1.

После этого, используя (2.6), определяют покилометровые значения фактических коэффициентов сцепления:

$$\varphi_{\text{ф}} = K_{\varphi} \cdot \varphi_{\text{тр}} \quad (2.14)$$

и соответствующие им коэффициенты обеспеченности расчетной скорости $K_{\text{рс7}}$ по табл. 5.15 ОДН 218.0.006-2002 [1].

В случае использования формул (2.11), (2.12) и (2.13) полученные значения $K_{\text{рс7}}$ следует рассматривать предварительными. Используя эти значения, уточняют фактические комплексные показатели транспортно-эксплуатационного состояния участков дороги $\text{КП}_{\text{дi}}$ (минимальное значение уже из 10-ти частных $K_{\text{рси}}$). Если величина $\text{КП}_{\text{дi}}$ не изменилась или отличается на величину не более 0,01 расчеты заканчивают и полученные значения $K_{\text{рс7}}$ принимают для дальнейшей оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги. При большей разнице продолжают поиск более точного значения $K_{\text{рс7}}$.

2.1.3. Определение частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости движения $K_{\text{рс8}}$, учитывающего прочность дорожной одежды⁵

Исследования показывают, что нет прямой зависимости между прочностью дорожной одежды и обеспеченной расчетной скоростью движения. Снижение прочности дорожной одежды под воздействием движения и погодно-климатических факторов происходит постепенно за счет развития микротрещин в слоях, способных сопротивляться изгибу, истирания зернистых материалов в конструкции и деформаций сдвига в подстилающих грунтах земляного полотна. Все это в комплексе приводит к снижению прочности дорожной одежды, нарушению сплошности дорожного покрытия и развитию неровностей на поверхности, влияющих на скорость движения транспортного потока.

⁵ При заданных упругих прогибах дорожной конструкции (прил. 1.2) предварительно определяют фактические и требуемые модули упругости конструкции в соответствии с ОДН 218.1.052-2002 [6].

В свете изложенного назначение коэффициента обеспеченности расчетной скорости движения, учитывающего прочность дорожной одежды, следует осуществлять в результате анализа коэффициентов прочности дорожной одежды $K_{пр}$ и соответствующих им коэффициентов обеспеченности расчетной скорости, учитывающих ровность дорожного покрытия $K_{рс6}$. При этом следует руководствоваться рекомендациями табл. 2.4.

Таблица 2.4

Назначение величины $K_{рс8}$ и вида ремонта

№ п/п	Результаты диагностики	Значение $K_{рс8}$	Ремонт
1.	$K_{пр}^6 = \frac{E_{\Phi}}{E_{ТР}} = \frac{h_{\Phi}}{h_{ТР}} \geq 1$ $K_{рс6} \geq K_{ПН}$	$K_{рс8} = K_{рс6}$	Не проводится
2.	$K_{пр} \geq 1$ $K_{рс6} < K_{ПН}$	$K_{рс8} = K_{ПН}$	Устройство выравнивающего слоя с поверхностной обработкой
3.	$K_{пр} < 1$ $K_{рс6} \geq K_{ПН}$	$K_{рс8} = K_{ПН} - 0.01$	Усиление дорожной одежды с поверхностной обработкой (при необходимости)
4.	$K_{пр} < 1$ $K_{рс6} < K_{ПН}$	$K_{рс8} = K_{рс6}$	Усиление дорожной одежды с укладкой выравнивающего слоя с поверхностной обработкой
Примечания.			

⁶ При равенстве коэффициентов прочности нежестких дорожных одежд и одежд с цементобетонными покрытиями обеспечивается одинаковое фактическое состояние конструкций по допустимым осевым нагрузкам автотранспортных средств.

1. $E_{\text{ф}}$ и $E_{\text{тр}}$ - соответственно фактический и требуемый модули упругости дорожной одежды и земляного полотна (МПа) - по ОДН 218.1.052-2002 [6].

2. $KП_{\text{н}}$ - нормативное значение комплексного транспортно-эксплуатационного показателя (прил. 4, табл. П4.1).

3. $h_{\text{ф}}$ и $h_{\text{тр}}$ - соответственно фактическая и требуемая (см. табл.2.1.[37]) толщина цементобетонного покрытия.

2.1.4. Определение частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости движения $K_{\text{РС11}}$, учитывающего плавность трассы автомобильной дороги

Плавность трассы определяется особенностями расположения автомобильной дороги в плане и продольном профиле. В основу требований горизонтальной и вертикальной плавности трассы положены условия обеспечения расчетной скорости и безопасности движения. Эти условия оцениваются, исходя из требований к величинам коэффициента обеспеченности расчетной скорости $K_{\text{РС}}$, применяемого при оценке транспортно-эксплуатационного состояния дорог. В итоге получены значения коэффициента обеспеченности расчетной скорости $K_{\text{РС11}}$, учитывающего плавность трассы [40,41]. Соответствующие величины приведены в табл.2.5 в зависимости от горизонтальной кривизны трассы (град/км) и среднего продольного уклона (‰/км).

Таблица 2.5

Значения коэффициента обеспеченности расчетной скорости $K_{\text{РС11}}$, учитывающего влияние плавности трассы

Средний продольный уклон, ‰/км	Горизонтальная кривизна трассы, град./км						
	0	90	180	360	540	720	≥ 900
≤ 20	1,25	1,10	1,00	0,85	0,65	0,60	0,55
30	1,10	0,90	0,70	0,58	0,48	0,46	0,45
40	0,93	0,79	0,60	0,51	0,43	0,42	0,41

50	0,72	0,68	0,55	0,47	0,41	0,39	0,38
60	0,66	0,60	0,50	0,43	0,38	0,36	0,35
70	0,59	0,51	0,43	0,38	0,35	0,33	0,32
80	0,53	0,46	0,38	0,35	0,33	0,32	0,30
90	0,50	0,39	0,35	0,33	0,30	0,29	0,28
100	0,45	0,33	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23
Примечание. Промежуточные значения принимать по интерполяции.							

При заданных в качестве исходных данных плане трассы и продольном профиле автомобильной дороги горизонтальную кривизну трассы определяют путем замера на характерном, например, километровом, участке фактических углов поворота трассы α_j и последующего расчета по формуле:

$$G_{\text{кр}} = \frac{1}{L} \cdot \sum_1^k \alpha_j, \quad (2.15)$$

где $G_{\text{кр}}$ – горизонтальная кривизна трассы, град/км;

L – длина оцениваемого характерного участка, км;

k – количество углов поворота на оцениваемом участке.

Аналогично определяют средний продольный уклон оцениваемого участка.

Если план трассы не задан в качестве исходных данных, допускается приближенная оценка кривизны плана трассы, исходя из допустимой скорости движения $V_{\text{доп}}$ при разных величинах заданного продольного уклона (табл. 2.6) с последующим определением K_{PC11} по табл. 2.5.

Таблица 2.6

Приближенное значение горизонтальной кривизны трассы, град/км

Продольный уклон, ‰	Допустимая скорость движения ⁷ , км/ч							
	30	40	50	60	70	80	90	100

⁷ Допустимая по условиям безопасности дорожного движения.

0-30	>1200		1200	950	540	320	150	0
31-60	>1200	1200	1100	580	240	20	0	0
61-80	>1250	1250	460	160	0	0	0	0
Примечание. Промежуточные значения определяют по интерполяции								

Допустимую скорость движения определяют по величине итогового коэффициента обеспеченности расчетной скорости на заданных километровых участках, принимая $V_{\text{доп}} = V_{\text{фмакс}}$, т.е.:

$$V_{\text{доп}} = V_{\text{фмакс}} = K_{\text{РС}}^{\text{ИТОГ}} \cdot 120, \quad (2.16)$$

где $K_{\text{РС}}^{\text{ИТОГ}}$ - итоговый коэффициент обеспеченности расчетной скорости, равный минимальному значению из 10-ти частных коэффициентов на километровом участке.

2.2. Расчет требуемого и фактических модулей упругости дорожной одежды и земляного полотна (при исходных данных задания по прил. 1.1)

В качестве исходной информации имеем заданные значения коэффициента прочности дорожной одежды $K_{\text{пр}}$:

$$K_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{ф}}}{E_{\text{тр}}}, \quad (2.17)$$

где $E_{\text{ф}}$, $E_{\text{тр}}$ - соответственно фактический и требуемый модули упругости дорожной конструкции, МПа.

Требуемый модуль упругости назначают в соответствии с рекомендациями п. 4.2 ОДН 218.1.052-2002 [6]⁸, опираясь на нормативные межремонтные сроки службы дорожной одежды T_0 , принимаемые для проектирования усиления дорожной конструкции, и учитывая допустимую вероятность повреждения покрытия $r_{\text{доп}} = 1 - K_n$. Здесь K_n - коэффициент надежности, принимаемый по прил. 3 в соответствии с межремонтным сроком службы дорожной одежды.

⁸ По решению преподавателя допускается назначать $E_{\text{тр}}$ в соответствии с разделом 4.9 (п. 4.9.2.- 4.9.3) ОДН 218.0.006-2002 [1] с использованием показателя СП, характеризующего состояние покрытия в баллах.

Нормативный межремонтный срок службы T_0 назначают по прил. 3, принимая во внимание рассчитанный период до реконструкции дороги (см. формулу 2.4).

Интенсивность движения на полосу, приведенную к расчетной осевой нагрузке 100 кН, определяют с использованием данных табл. 8 прил. 4 и ОДН 218.1.052-2002 [6] - формулы (4.3), (3.5), (3.6).

Используя полученное значение $E_{тр}$, определяют $E_{ф}$:

$$E_{ф} = E_{тр} \cdot K_{пр} \quad (2.18)$$

2.3. Расчет фактического комплексного транспортно-эксплуатационного показателя и обобщенного показателя качества дороги (до проведения работ по ремонту)

Полученные значения всех частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости $K_{рси}$ заносят в соответствующие строки линейного графика ТЭС АД и переходят к оценке фактического транспортно-эксплуатационного состояния дороги до проведения ремонтных работ.

Фактические комплексные показатели транспортно-эксплуатационного состояния $KП_{дi}$ каждого характерного километрового участка определяют в соответствии с ОДН 218.0.006-2002 [1]:

$$KП_{дi} = K_{рс}^{итог} = K_{рс}^{min}. \quad (2.19)$$

Затем также по ОДН 218.0.006-2002 определяют показатели инженерного оборудования и обустройства $K_{оби}$ (по табл. 5.21) и показатели качества содержания дороги $K_{эi}$ (табл. 5.23).

С учетом этих данных по формуле (2.1) рассчитывают обобщенные показатели качества отдельных характерных (километровых) участков дороги $П_{дi}$. По полученным значениям строят графики изменения $KП_{дi}$ и $П_{дi}$ для заданных двух дорог разной категории. Определяют средневзвешенные⁹ комплексные показатели $KП_{д}$ и $П_{д}$ по ОДН 218.0.006-2002 (п. 5.2.3) и выносят их также на линейный график как

⁹ Средние величины для дороги при использовании километровых характерных участков.

показатели, характеризующие общее состояние заданных автомобильных дорог **до проведения работ** по ее ремонту и содержанию.

Данный раздел проекта заканчивают сопоставлением фактических значений коэффициентов обеспеченности расчетной скорости с нормативными величинами (см. прил. 4, табл. П4.1) и определением отрезков дороги с $K_{pci} < K_{Пн}$, подлежащих ремонту.

Значения $K_{pci} < K_{Пн}$ выделяют на линейном графике ТЭС АД цветом, толщиной линии или обводятся кружком.

3. ВЫБОР МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В УСЛОВИЯХ ПОЛНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЕМ

3.1. Определение видов работ и оценка изменения состояния дороги после ее ремонта

В случае, если частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости не отвечают предъявляемым требованиям ($K_{pci} < K_{Пн}$), на рассматриваемых участках дороги осуществляют (с учетом действующей классификации [14]) соответствующие виды работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию, а также по реконструкции при $K_{PC3} < K_{Пн}$ на всем протяжении дороги¹⁰ (табл. 3.1).

После этого, используя табличные значения коэффициентов обеспеченности расчетной скорости (ОДН 218.0.006-2002) и данные прил. 4 (табл. П4.1), оценивают с учетом взаимного влияния работ (табл.3.2), что дают выполняемые работы – до каких конкретно величин изменяются коэффициенты сцепления, ровность покрытия, продольные уклоны и др. Например, проводятся работы по укреплению обочин ($K_{PC2} = 0,7$ меньше $K_{Пн} = 0,83$ при ширине неукрепленной обочины 2 м). По табл. 5.8 [1] определяем, что при ширине обочины 2 м обеспечить нормативные требования можно только при ее укреплении слоем щебня или гравия (в результате ремонта $K_{PC2} = 0,9$).

¹⁰ Работы по K_{PC4} , K_{PC5} , K_{PC11} и частично по K_{PC2} связаны с доведением параметров до значений, соответствующих техническим характеристикам категории ремонтируемого участ-

В процессе оценки эффективности проводимых дорожных работ учитывают возможные варианты работ по **Крс3**.

При заданной интенсивности движения $N_{\phi} > N_{\text{снп}}$ и **Крс3** < **КП_н** на всех участках рассматриваемой категории дороги принимают решение о комплексном исправлении геометрических элементов дороги с переводом ее в новую техническую категорию.

Таблица 3.1

Виды дорожных работ в зависимости от частных коэффициентов $K_{рсj}$

Частный коэффициент $K_{рсj}$	Учет влияния	Виды дорожных работ при $K_{рсj} < \text{КП}_н$
Крс2	Ширины и состояния обочин	Укрепление, уширение обочин
Крс3	Интенсивности и состава движения, ширины фактически используемой укрепленной поверхности покрытия	Очистка, уширение проезжей части, устройство краевых укрепительных полос, укрепление обочин, реконструкция дороги
Крс4	Продольного уклона и видимости поверхности дороги	Смягчение продольного уклона, увеличение видимости
Крс5	Радиуса кривых в плане	Увеличение радиуса кривых, устройство виражей, спрямление участка
Крс6	Продольной ровности дорожного покрытия	<u>Ремонт покрытия</u> (устройство выравнивающего слоя с поверхностной обработкой или восстановление верхнего слоя методами термопрофилирования и регенерации) - при $E_{\phi} \geq E_{\text{тр}}$ (или $h_{\phi} \geq h_{\text{тр}}$)
		<u>Капитальный ремонт</u> (усиление дорожной одежды) – при $E_{\phi} < E_{\text{тр}}$ (или $h_{\phi} < h_{\text{тр}}$)
Крс7	Сцепных качеств покрытия	Устройство шероховатой поверхности методом поверхностной обработки, втапливания щебня, укладки верхнего

ка автомобильной дороги и согласно действующей классификации дорожных работ [14] относятся к группе капитального ремонта.

		слоя из многощебенистого асфальтобетона
Крс9	Поперечной ровности покрытия (колеи)	Ликвидация колеи методами перекрытия, фрезерования
Крс10	Безопасности движения	Мероприятия по повышению безопасности движения на опасных участках
Крс11	Плавности трассы	Спрямление дороги с уменьшением продольного уклона
Примечание. Влияние Крс1 и Крс8 учитывается при оценке состояния дороги соответственно по Крс3 и Крс6 .		

Если нет оснований для реконструкции дороги, проверяют возможность доведения **Крс3** на отдельных участках дороги до нормативных величин за счет осуществления более дешевых работ.

Прежде всего, проверяют возможность увеличения **Крс3** за счет **очистки от загрязнения** фактически используемой для движения ширины укрепленной поверхности $B_{1ф}$ (см. задание) и увеличения значения первоначально определенного **Крс1**. Данную проверку не проводят только для случая укрепления обочин материалами с использованием органических и неорганических вяжущих.

В остальных случаях определяют значение коэффициента использования ширины основной укрепленной поверхности K_y по табл.5.2 [1], и, основываясь на формулах (5.11) или (5.12) п. 5.4.4 [1]), рассчитывают новое значение ширины укрепленной поверхности $B_{1ф}^*$, измененное за счет очистки покрытия:

$$B_{1ф}^* = \frac{B_{1ф}}{K_y}.$$

(3.1)

Используя полученное значение, по табл.5.3, 5.4, 5.5 или 5.6 [1] определяют новое значение $Крс1^*$ и затем новое значение $Крс3^*$ (см. п.5.4.12 [1])

Если в результате $Крс3^*$ достигает нормативных величин, на рассматриваемом участке ограничиваются только содержанием дороги. В случае, если очистка укрепленной поверхности от загрязнения не дает желаемого результата, аналогично последовательно проверяют

возможность укрепления обочин (см. табл.5.2 [1]), устройства краевых укрепительных полос и уширения проезжей части автомобильной дороги (см. ГОСТ Р 52399-2005 [36]). Например, при отсутствии или повреждении 2-х краевых укрепительных полос, шириной a_y каждая (см.

п.5.4.4 [1]):

$$B_{1\phi}^{**} = \frac{B_{1\phi}}{K_y} + 2a_y. \quad (3.2)$$

Ширину краевой полосы для заданной категории дороги назначают по ГОСТ Р 52399-2005 [36].

В случае, если при величине $B_{1\phi}^{**}$ не удастся достигнуть требуемой величины K_{pc3}^{**} , рассматривают вопрос уширения проезжей части автомобильной дороги.

Для этого сначала определяют ширину чистой основной укрепленной поверхности для рассматриваемой категории дороги, соответствующую требованиям ГОСТ Р 52399-2005 [36]:

$$B_{1\phi}^{гост} = B_{\Pi} + 2 \cdot a_y \quad (3.3)$$

где B_{Π} и a_y – соответственно ширина проезжей части и ширина краевой полосы по ГОСТ [36], м.

И окончательно требуемое уширение покрытия ΔB , при котором обеспечивается требование $K_{pc3}^{***} = K_{\Pi n}$, составит:

$$\Delta B = B_{1\phi}^{гост} - B_{1\phi}^{**} \quad (3.4)$$

Если на рассматриваемом характерном (километровом) участке дороги имеется совместное влияние нескольких факторов (два или более частных коэффициента $K_{pci} < K_{\Pi n}$), для назначения вида дорожных работ руководствуются **табл. 3.2**, позволяющей оценить, насколько вышеуказанные виды работ способны изменить влияющие факторы или довести значения частных K_{pci} до нормативных требований (т.е. практически устранить их действие и не требовать выполнения по ним соответствующих ремонтных работ).

Например, если на рассматриваемом участке дороги не удовлетворяют требованиям K_{pc7} , K_{pc8} и K_{pc3}^{11} , то в соответствии с табл. 3.2 осуществляют усиление дорожной конструкции и дополнительные работы, позволяющие повысить фактические значения K_{pc3} до нормативных величин - см. формулы (3.1 – 3.4). Влияние K_{pc7} устраняется в результате работ по усилению дорожной одежды.

Таблица 3.2

Влияние дорожно-ремонтных работ на изменение коэффициентов K_{pcj}

$K_{pcj} < K_{Пн}$, определяющий вид ремонта (см. табл. 3.1)	Совместно действующие факторы (частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости движения) на участке дороги								
	K_{pc2}	K_{pc3}	K_{pc4}	K_{pc5}	K_{pc6}	K_{pc7}	K_{pc8}	K_{pc9}	K_{pc10}
K_{pc2}	•	+	+	+		+			+
K_{pc3}	•	•	•	•	•	•	•	•	•
K_{pc4}	•		•	•	•	•	•	•	•
K_{pc5}	•		•	•	•	•	•	•	•
K_{pc6}					•	•	+	•	+
K_{pc7}			+	+	+	•			+
K_{pc8}					•	•	•	•	+
K_{pc9}					•	•		•	+
K_{pc11}	•		•	•	•	•	•	•	•
Примечания. 1. • - устранение влияния фактора в результате ремонта; + - частичное повышение фактора в результате ремонта; 2. Для определения повышенных значений K_{pcj}^* после ремонта используют следующие зависимости: При ремонте по K_{pc2} : $K_{pc3}^* = K_{pc3} + \Delta K_{pc3}$;									

¹¹ Коэффициент K_{pc3} не соответствует требованиям только на отдельных участках дороги

$$K_{pc4}^* = K_{pc4} \cdot \Delta K_{pc4};$$

$$K_{pc5}^* = K_{pc5} \cdot \Delta K_{pc5};$$

$$K_{pc7}^* = K_{pc7} \cdot \Delta K_{pc7};$$

$$K_{pc10}^* = K_{pc10} \cdot \Delta K_{pc10}.$$

Значения ΔK_{pc} приведены в табл. 6 и 7 прил. П4.

*При ремонте по **Kpc4** и **Kpc5** устраняется действие **Kpc11**.*

*При ремонте по **Kpc6**: $K_{pc8}^* = 1.05 K_{pc8}$; $K_{pc10}^* = 1.7 K_{pc10}$.*

*При ремонте по **Kpc7**: $K_{pc10}^* = 1.15 K_{pc10}$; $K_{pc4-6}^* = 1.15 K_{pc4-6}$.*

*При ремонте по **Kpc8**: $K_{pc10}^* = 1.7 K_{pc10}$.*

*При ремонте по **Kpc9**: $K_{pc10}^* = 1.5 K_{pc10}$.*

Если совместно действуют K_{pc2} , K_{pc6} , K_{pc8} и K_{pc10} , то на участке проводят укрепление обочин (K_{pc2}) и усиление дорожной одежды (K_{pc8}). Влияние K_{pc6} устраняется в результате проведения работ по усилению дорожной одежды. По K_{pc10} вид ремонтных работ не определяют. Этим фактором учитывается влияние проводимых организационных работ на изменение скорости движения транспортных средств и улучшение условий по безопасности движения.

Определив виды работ, приступают к оценке изменения состояния дороги после ремонта.

Для этого на линейный график ТЭС АД наносят эпюру показателей $K_{P_{fi}}$ и P_{fi} , соответствующих состоянию дороги после ремонта. При этом принимают во внимание, что в результате выполнения дорожных работ фактические значения K_{pci} доводятся до нормативной величины K_{P_n} , соответствующей состоянию дороги на момент сдачи ее в эксплуатацию (левая колонка значений табл. П4.1 прил. 4 для соответствующего рельефа местности и категории дороги).

Рассчитывают средневзвешенные (средние для километровых участков) комплексные показатели K_{P_d} и P_d после ремонта в соответствии с п.5.2.3 ОДН 218.0.006-2002 [1] и определяют прирост показателей:

$$\Delta \text{КП}_д = \frac{\text{КП}_д^{\text{к}} - \text{КП}_д^{\text{н}}}{\text{КП}_д^{\text{н}}} \cdot 100\%,$$

(3.5)

где индексы К и Н – конечные (после ремонта) и начальные (до ремонта) значения.

Прирост показателя $\text{П}_д$ рассчитывают по аналогичной формуле.

3.2. Уточнение объемов и очередности проведения работ

В качестве критерия очередности работ **при полной обеспеченности финансированием** принимают величину транспортного эффекта на перевозках грузов и пассажиров. Для практических целей используют условный относительный показатель себестоимости, позволяющий оценить приоритеты отдельных видов ремонтных работ, что важно для организации дорожно-ремонтных работ поточным методом.

В этом случае, в первую очередь, подлежат ремонту участки, для которых обеспечивается наибольший эффект Эд_j :

$$\text{Эд}_j = \sum_1^n \bullet \text{Крс}_{ji} \frac{L_i \cdot N_{ci}}{100} = \max, \quad (3.6)$$

где $\bullet \text{Крс}_{ji}$ - разница в величине фактического комплексного транспортно-эксплуатационного показателя $\text{КП}_{\text{фи}}$ на i -том характерном участке дороги **ПОСЛЕ** и **ДО** ремонта при рассматриваемом j -том виде ремонтных работ:

$$\bullet \text{Крс}_{ji} = \text{КП}_{\text{фи (после)}} - \text{КП}_{\text{фи (до)}}; \quad (3.7)$$

$\text{КП}_{\text{фи}}$ - минимальное значение из всех рассматриваемых на i -том участке дороги частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости движения $\text{К}_{\text{рс}j}$;

L_i - длина i -того участка дороги, подлежащего ремонту, км;

n - количество i -тых участков при j -том виде работ;

N_{ci} - фактическая интенсивность движения транспортного

потока на i -том участке дороги, авт./сут.

По формуле (3.6) выполняется относительная оценка эффекта (по отношению к участку дороги длиной **1 км** с движением транспортного потока интенсивностью **100 авт./сут**) для обеспечения возможности сопоставления разновременных результатов расчета между собой применительно к дорогам разных категорий.

Определяя эффект по конкретному виду работ, считают, что другие виды работ на автомобильной дороге не проводятся.

Например, рассмотрим 2-полосную автомобильную дорогу II категории с неукрепленными обочинами шириной 3 м с фактической интенсивностью движения **3500 авт./сут**. Дорога расположена в равнинной местности. В результате оценки ее транспортно-эксплуатационного состояния имеем следующие значения частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости движения (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Результаты оценки состояния дороги

Участок дороги	Частные коэффициенты $K_{рсi}$									
	$K_{рс2}$	$K_{рс3}$	$K_{рс4}$	$K_{рс5}$	$K_{рс6}$	$K_{рс7}$	$K_{рс8}$	$K_{рс9}$	$K_{рс10}$	$K_{рс11}$
км 1-2	<u>0.70</u>	1.00	1.00	-	0.80	0.75	<u>0.55</u>	0,83	<u>0.55</u>	1.00
км 2-3	<u>0.60</u>	1.00	1.00	1.00	<u>0.50</u>	0.75	<u>0.50</u>	<u>0.65</u>	0.90	1.00
км 3-4	<u>0.90</u>	1.00	1.00	<u>0.90</u>	0.75	<u>0.60</u>	0.90	0,75	1.00	1.00

Для рассматриваемой категории дороги нормативные и предельно допустимые значения комплексного транспортно-эксплуатационного показателя (табл. П4.1 прил. 4) соответственно равны: $K_{ПН} = 1,00$ и $0,75$.

Сопоставляя табличные данные с нормативом, устанавливаем участки с $K_{рсi} < K_{ПН}$ (в табл. 3.3 подчеркнуты). Считаем, что для проведения всех работ финансирования достаточно. Опираясь на реко-

мендации табл. 3.2, определяем виды дорожных работ в пределах 3-х км дороги (дополнительно выделены):

- укрепление обочин (Крс2);
- увеличение радиуса кривой в плане (Крс5);
- усиление дорожной одежды (Крс8).

Влияние Крс6, Крс7, и Крс9 устраняется в результате проведения указанного выше ремонта.

Находим приоритет работ в соответствии с критерием (3.6):

а) Рассматриваем вид работ по Крс2.

На **1-2 км**: скорость до ремонта определяется значением $K_{рс8}=0,55$. В результате ремонта по Крс2 (см. табл.3.2) действие Крс8 не устраняется, но частично может повышаться величина Крс10.

Нормативное требование для Крс2 (ширина обочины 3 м) достигается при укреплении обочин засевом трав (см. табл.5.8 [1]). Однако при таком укреплении обочин повышения величины Крс10 не происходит (см. табл. П4.7 в прил. 4 - величина $\Delta K_{рс10} = 1,00$), т.е. в соответствии с табл.3.2:

$$K_{рс10}^* = K_{рс10} \cdot \Delta K_{рс10} = 0,55 \cdot 1,00 = 0,55.$$

Таким образом, скорость движения после ремонта также будет определяться $K_{рс(min)} = K_{рс8} = 0,55$ и эффект по формуле (3.6) составит:

$$\mathbf{\mathcal{E}d_{1-2} = 0.}$$

Аналогично для участка **2-3 км**: $\mathbf{\mathcal{E}d_{2-3} = 0.}$

В результате суммарный эффект за счет работ по укреплению обочин $\mathbf{\mathcal{E}d = 0.}$

б) Рассматриваем вид работ по Крс8 .

На **1-2 км**: до ремонта $K_{рс(min)} = K_{рс8} = 0,55$; после ремонта действие Крс2 = 0,7 не устраняется, а Крс10 повышается до величины $1,7 \cdot 0,55 = 0,94 > K_{ПН} = 0,75$. Таким образом, в результате ремонта $K_{рс(min)} = K_{рс2} = 0,7$ и, следовательно:

$$\mathbf{\mathcal{E}d_{1-2} = (0,7-0,55) \cdot \frac{1 \cdot 3500}{100} = 5.25 .}$$

На **2-3 км**: до ремонта $K_{рс(min)} = K_{рс6;8} = 0,50$; после ремонта по аналогии с участком 1-2 км $K_{рс(min)} = K_{рс2} = 0,6$ и, следовательно, по формуле (3,6) **$\mathcal{E}_{д2-3} = 3.5$** .

Суммарный эффект по двум участкам дороги за счет усиления дорожной одежды составит: **$\mathcal{E}_{д} = 5.25 + 3.5 = 8.75$** .

в) Рассматриваем вид работ по $K_{рс5}$

На **3-4 км**: участок не соответствует требованиям по величине радиуса кривой в плане (кривая без виража) и состоянию дорожного покрытия по сцепным качествам. До ремонта режим движения автомобилей определяется $K_{рс(min)} = K_{рс7} = 0.60$. Для приведения участка дороги в соответствие с требованиями надо либо увеличить радиус кривой в плане с 1000 до 1500 метров, либо устроить вираж на рассматриваемом участке. Устройство виража позволяет увеличить $K_{рс}$ до 1.04. В результате ремонта не устраняется действие только $K_{рс3} = 1,00$ (табл. 3.2), т.е. $K_{рс(min)} = K_{рс3} = 1.00$, и соответствующий эффект за счет данного вида работ составит:

$$\mathcal{E}_{д} = (1.00 - 0.60) \frac{1 \cdot 3500}{100} = 14.$$

Результаты расчета заносят в таблицу 3.4, располагая участки по приоритету работ.

Таблица 3.4

Очередность работ по ремонту автомобильной дороги
при полной обеспеченности финансированием

Оче-ред-ность	Виды работ	Участок (км -км)	Длина участ- ка, (км)	Эф- фект	Стои- мость, руб
1.	Устройство виража на существующей кривой с радиусом $R = 1000$ м	3 - 4	1.00	14.00	

2.	Усиление дорожной одежды:	$E_{тр} =$				
		$E_{ф} =$	1 - 2	1.00	5.25	
		$E_{ф} =$	2 - 3	1.00	3.50	
3.	Укрепление обочин:		1 - 2	1.00	0.00	
			2 - 3	1.00	0.00	
Общая стоимость работ:						

3.3. Определение стоимости дорожно-ремонтных работ

3.3.1. Укрепление обочин (для $K_{рс2}$)

Тип укрепления уточняют по табл. 5.8 ОДН 218.0.006-2002 [1], используя в качестве исходных данные о ширине обочин и нормативные значения $K_{рс2} = КП_n$ (см. табл. П4.1 прил. 4). **Например**, для рассмотренного выше примера (ширина обочины-3,00 м и $КП_n=1,0$) тип укрепления - "ЗАСЕВ ТРАВ" (обеспечивается частный коэффициент $K_{рс2} = 1,00$).

Затраты (руб.) на укрепление обочин определяют по формуле:

$$C_{об} = 2000 \cdot K_T \cdot C_{*об} \cdot B_{об} \cdot L_i \cdot K_X \cdot K_{инф}, \quad (3.8)$$

где K_T - территориальный коэффициент стоимости (табл.П4.2 прил. 4);

$B_{об}$ - ширина обочины, м;

L_i - длина участка, в пределах которого $K_{рс2} < КП_n$, км;

$C_{*об}$ - стоимость укрепления 1м² обочины, руб./м² (табл. П4.3 прил. 4);

K_X - поправочный коэффициент, обеспечивающий приведение стоимости работ к текущим ценам (на начало 2008 года - $K_X = 16,87$).

$K_{инф}$ – коэффициент инфляции, принимаемый равным 1,1.

3.3.2. Исправление геометрических элементов (параметров) участков дороги (для $K_{рс3}$ - $K_{рс5}$ и $K_{рс11}$)

Затраты для средних условий:

$$C_{\text{рек}} = (L_i + 0.5) \cdot K_T \cdot K_{\text{рек}} \cdot K_{\text{уд}} \cdot K_X \cdot K_{\text{инф}}, \quad (3.9)$$

где $K_{\text{рек}}$ - нормативные удельные капитальные вложения в улучшение параметров дороги рассматриваемой категории, назначаемые по табл. П4.4 прил. 4, руб./км.

$K_{\text{уд}}$ – коэффициент удорожания работ, учитывающий данные Росавтодора по стоимости капитального ремонта автомобильных дорог (для I; II; III; IV категорий соответственно 1,53; 2,94; 4,69; 5,48).

Затраты на **устройство виража** принимают равными:

$$C_{\text{ВИР}} = 0.02 \cdot C_{\text{РЕК}}. \quad (3.10)$$

3.3.3. Устройство поверхностной обработки с выравнивающим слоем (для повышения $K_{\text{рс6}}$):

Полные затраты (в руб.) на данный вид работ:

$$C_{\text{пв}} = 1000 \cdot B_{\text{п}} \cdot L_i \cdot K_T \cdot Z_c \cdot C_{\text{пв}}^* \cdot K_X \cdot K_{\text{инф}}, \quad (3.11)$$

где $B_{\text{п}}$ - ширина проезжей части, м (по ГОСТ Р 52399-2005);

Z_c - коэффициент, учитывающий затраты по другим видам работ (см. Классификацию [14], группа работ «Ремонт»), осуществляемым одновременно с работами по улучшению состояния покрытия (табл. П4.5 прил. 4);

$C_{\text{пв}}^*$ - затраты на устройство 1 м² поверхностной обработки с выравнивающим слоем, руб./м². Принимают для средних условий: $C_{\text{пв}}^* = 1.55$ руб./м².

3.3.4. Устройство поверхностной обработки¹² (для повышения $K_{\text{рс7}}$)

¹² При ремонте дорог с использованием новой техники (Чипсилер 26 или 40, Ресайклер WR-2500, технология Слари-Сил) расчет затрат осуществляют с использованием индивидуальных сметных норм [17].

Полные затраты C_{Π} рассчитывают по формуле (3.11) при замене $C_{\PiВ}$ на C_{Π} и $C_{*\PiВ}$ на $C_{*\Pi}$. Здесь $C_{*\Pi}$ - затраты на устройство 1 м² поверхностной обработки ($C_{*\Pi} = 0.7$ руб./м²).

3.3.5. Усиление дорожной одежды (для повышения $K_{рс8}$)

Полные затраты на усиление дорожной одежды¹³ (капитальный ремонт), руб. [16]:

$$C_{дi} = 4150 \cdot B_{\Pi} \cdot L_i \cdot K_T \cdot Z_K \cdot \left(e^{0.0075 \cdot E_{тр}} - e^{0.0075 \cdot E_{ф}} \right) \cdot K_X \cdot K_{уд} \cdot K_{инф}, \quad (3.12)$$

где Z_K - коэффициент, учитывающий затраты по другим видам работ, осуществляемым одновременно с работами по усилению дорожных одежд (табл. П4.5 прил. 4).

3.3.6. Ремонт краевой полосы (применительно к $K_{рс3}$)

Вариант рассматривается для дорог 1-4 категорий. Учитывая, что несущая способность краевых полос, как правило, обеспечивается равной несущей способностью проезжей части, затраты $C_{ркр}$ на ремонт определяют по формуле (3.12), подставляя $B_{\Pi} = B_K$ и исключая Z_K и $K_{уд}$, где B_K - ширина краевых полос, м.

3.3.7. Устройство краевой полосы, уширение покрытия (для $K_{рс3}$)

Затраты на устройство краевой полосы $C_{кр}$ определяют по формуле, применяемой для расчета затрат на устройство дорожной одежды, учитывая, что несущая способность краевых полос и дорожной одежды должна быть одинаковой:

$$C_{кр} = 4150 \cdot B_K \cdot L_i \cdot K_T \cdot K_X \cdot K_{инф} \cdot e^{0.0075 \cdot E_{тр}}. \quad (3.13)$$

Затраты на уширение покрытия определяют по формуле (3.13), заменив B_K на $B_{уш}$.

3.3.8. Затраты на ликвидацию колеи: (применительно к Крс9)

А. Дорожные одежды капитального и облегченного типа

Категория дороги	Коэффициент k_k
I	1,0
II	1,1
III	1,3
IV	1,7
V	1,9

Затраты $C_{\text{кол}}$:

$$C_{\text{КОЛ}} = k_K \cdot C_{\text{ПВ}}, \quad (3.14)$$

где k_K – коэффициент, учитывающий предельно допускаемую глубину колеи по ОДН 218.0.006-2002 (табл. 4.10) [1].

Б. Переходные дорожные одежды

Затраты на ликвидацию колеи $C_{\text{кол}}$ выполняют, основываясь на единичной расценке¹⁴ 9,26 руб./1000 м², применяемой для ремонта гравийных и щебеночных покрытий с добавлением нового материала:

$$C_{\text{кол}} = 9,26 \cdot B_{\text{п}} \cdot L_i \cdot K_T \cdot Z_c \cdot K_X \cdot K_{\text{инф}}. \quad (3.15)$$

3.3.9. Затраты на очистку укрепленной поверхности от загрязнения (для Крс1 и Крс3)

Применяется механизированная очистка покрытия и краевых полос с использованием поливомоечной машины ПУМ-99.

В соответствии с табл. ВрСНиРс-80-02-001-2 прямые затраты на очистку с увлажнением составляют **75,4** руб./10000 м². Тогда полные затраты на очистку краевой полосы от загрязнения:

¹³ Для ц/б покрытий фактические и требуемые модули подбираются по равенству $\frac{E_{\Phi}}{E_{\text{ТР}}} = \frac{h_{\Phi}}{h_{\text{ТР}}}$.

¹⁴ ЕНиР: Сб. Е20: Вып. 2.- М., 1987 (п. Е20-2-19).

$$C_{\text{загр}} = 7.54 \cdot B_{\text{оч}} \cdot m \cdot L_i \cdot K_T \cdot K_{\text{ХХ}} \cdot K_{\text{ИНФ}}, \quad (3.16)$$

где $B_{\text{оч}}$ - ширина очистки для указанной машины (2,85 м) за один проход;

m – количество проходов по одному следу (рекомендуется - 2);

L_i - длина участка дороги, км (в пределах которого $K_{\text{рсЗ}} < K_{\text{Пн}}$);

$K_{\text{ХХ}}$ – коэффициент приведения к текущим ценам ($K_{\text{ХХ}} = 1,47$).

Полная очистка укрепленной поверхности потребует “ k ” проходов машины ПУМ-99 по ширине и соответствующего увеличения затрат, рассчитанных по формуле (3.16):

$$k = \frac{B_{\text{П}} + B_{\text{К}}}{B_{\text{оч}}} \quad (3.17)$$

3.3.10. Общие затраты на ремонт дороги

Общие затраты на ремонт автомобильной дороги составляют;

$$C_{\text{ОБЩ}} = \sum_1^n C_i, \quad (3.18)$$

где n – количество видов ремонта на автомобильной дороге;

C_i - стоимость i -того вида дорожных работ, руб.

4. ВЫБОР МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

4.1. Определение видов и очередности дорожно-ремонтных работ

При ограниченных ресурсах возникает потребность в рациональном распределении ежегодно выделяемых средств по ремонтируемым участкам дороги. Виды работ определяют также в соответствии с рекомендациями раздела 3.1, но при этом очередность ремонтных работ определяют по критерию, учитывающему отличия выполняемых

ремонтных работ по межремонтным срокам службы. В первую очередь исправляют те параметры дороги, которые способствуют наибольшему снижению транспортных издержек на единицу вложенных средств в ремонт или реконструкцию участка дороги, не допуская дополнительных затрат из-за недоремонта дороги. В этом случае общий эффект в рублях на рубль дорожно-ремонтных затрат $\Theta_{\text{орп}}$:

$$\Theta_{\text{орп}} = \frac{1}{C_{ij}} \left(\sum_1^T \bullet S_{ij} + \bullet D_j - \bullet P_j \right)_i = \max, \quad (4.1)$$

где $\bullet S_{ij}$ - экономия затрат на перевозках в t -тый год после ремонта дороги;

$\bullet D_j$ - эффект, связанный с недопущением потерь из-за несвоевременности проведения усиления дорожной одежды или выполнения работ не в полном объеме, руб.;

$\bullet P_j$ - потери на перевозках из-за ухудшения условий движения в период проведения дорожно-ремонтных работ, руб.;

C_{ij} - затраты на ремонт i -того участка дороги при j -том виде ремонтных работ и работ по реконструкции участка дороги, руб.;

T - фактический период суммирования величины эффекта на перевозках, принимаемый равным межремонтным срокам службы для соответствующих видов ремонта, годы.

Например: - фактический период суммирования величины эффекта для случая укрепления обочин (определяющий $K_{рс2}$) принимают **$T=3-18$** лет в соответствии с нормами межремонтных сроков службы дорожных одежд [3];

- при уширении проезжей части и дороги в целом ($K_{рс3}$), исправлении продольного уклона ($K_{рс4}$) и радиусов кривых в плане ($K_{рс5}$) период суммирования принимают равным периоду до реконструкции дороги, но не более 20 лет, учитывая рекомендации СНиП 2.05.02-85 [4];

- эффект от работ по усилению дорожных одежд ($K_{рс8}$), устройству выравнивающих слоев с поверхностной обработкой ($K_{рс6}$) и устранению колееобразования ($K_{рс9}$) рассматривают в соответствии с

нормами межремонтных сроков службы дорожных одежд (период $T=3-18$ лет), но не более периода до реконструкции дороги;

- эффект от устройства поверхностных обработок ($K_{рс7}$) определяют за период $T=3-8$ лет, исходя из норм межремонтных сроков службы дорожных покрытий (по критерию износа) в зависимости от состава и интенсивности движения транспортного потока, типа дорожной одежды и региональных условий.

Определение видов работ при ограниченном финансировании и установление очередности работ по критерию (4.1) студенты осуществляют на ЭВМ, используя учебную вычислительную программу "ODRR", разработанную кафедрой строительства и эксплуатации дорог МАДИ (ГТУ) совместно с ФГУП РосдорНИИ¹⁵.

Методические рекомендации для пользователя программой и пример ввода исходных данных приведены в прил. 6.

Используя результаты расчетов на ЭВМ и руководствуясь разделом 3.1, студенты уточняют при необходимости виды дорожных работ и рассчитывают средневзвешенный комплексный транспортно-эксплуатационный показатель дороги после проведения ремонтных работ в условиях ограниченного финансирования.

По решению преподавателя выбор видов и очередности работ по ремонту дороги в условиях ограниченных ресурсов студенты могут провести приближенно без использования вычислительной программы, ориентируясь на предложенный профессором А.П. Васильевым более простой критерий. Критерий оценивает транспортные издержки через прирост комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния (после и до ремонта) KPi :

$$\mathcal{E}_i = \frac{C_{ij}}{\bullet K_{рсji} \cdot N_c \cdot L_i} = \min, \quad (4.2)$$

где $\bullet K_{рсji}$ - определяют по формуле (3.5);

C_{ij} - затраты, определяемые для каждого i -го участка дороги и

¹⁵ Программа разработана С.С. Куликовым при участии В.К. Апестина и доработана В.И. Бочкаревым применительно к среде Microsoft Excel и Windows XP.

j -того вида работ по формулам раздела 3.3;

N_c и L_i - заданные исходные данные (соответственно по интенсивности движения транспортного потока и длине участков).

Анализ частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости на каждом i -том участке осуществляют аналогично приведенному в разделах 3.1 и 3.2, рассматривая возможность ремонта по каждому коэффициенту $K_{pci} < K_{Пн}$.

Решение задачи выполняют, принимая во внимание, как и при расчетах по критерию (4.1), что отдельные виды ремонтов, хотя и не устраняют действие отдельных факторов, но изменяют (повышают) величину их частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости K_{pci} . Степень увеличения неустраняемых K_{pci} определяют по табл. 3.2. Вспомогательные величины - по табл. П4.6 и П4.7 прил. 4.

Результаты расчета оформляют в виде табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Экономический эффект по критерию 4.2 от выполнения ремонта на отдельных участках дороги

Расположение участка, км - км	Определяющие коэффициенты обеспеченности расчетной скорости								
	Крс2	Крс3	Крс4	Крс5	Крс6	Крс7	Крс8	Крс9	Крс11

По решению преподавателя расчет очередности работ может быть выполнен для разных требований к транспортно-эксплуатационному состоянию автомобильной дороги по комплексному показателю:

$$K_{Птр} = (0,5 \dots 1) \cdot K_{Пн}, \quad (4.3)$$

где $K_{Пн}$ - комплексный транспортно-эксплуатационный показатель, приведенный в табл. П4.1 прил. 4.

Это позволит более эффективно использовать выделяемые денежные средства и определять необходимые виды работ, соответствующие назначенным требованиям.

Таблица 4.2

Очередность работ по ремонту автомобильной дороги
в условиях ограниченных ресурсов

Очередность работ	Виды работ	Расположение участка, км-км	Затраты по видам работ, тыс. руб.
1.			
2.			
Итого на улучшение состояния дороги:			
Выделяемые средства:			

4.2. Расчет ограничения движения автомобилей по осевым нагрузкам для случая отсутствия средств на усиление дорожной одежды

Данный раздел является обязательным в том случае, если по результатам расчета на ЭВМ (раздел 4.1), участки, требующие усиления дорожной одежды, не включаются в общий перечень выполняемых работ из-за ограниченного финансирования.

Ограничение движения осуществляют в соответствии с рекомендациями п.5.2. ОДН 218.1.052-2002 [6], определяя допустимую интенсивность движения расчетных нагрузок на полосу N_d в первый год после проведения полевых испытаний и сопоставляя ее с фактической интенсивностью движения, приведенной к 100 кН расчетной осевой нагрузке. При этом допустимые осевые нагрузки транспортного средства в весенний период года определяют методом последовательного исключения из состава движения наиболее тяжелых автотранспорт-

ных средств, добиваясь примерного равенства допустимой и приведенной фактической интенсивности движения.

В процессе проведения расчетов могут быть использованы следующие зависимости вместо табличных значений, приведенных в ОДН 218.1.052-2002 [6].

По показателю K_z , определяющему особенность работы дорожной одежды под воздействием движения:

$$\text{при } N < 1000 \text{ авт./сут} \quad K_z = 0,98 - \frac{6,9}{N}; \quad (4.4)$$

$$\text{при } 1000 \leq N \leq 5000 \text{ авт./сут} \quad K_z = 0,0000175 \cdot N + 0,98, \quad (4.5)$$

где N - интенсивность движения на полосу, приведенная к расчетной осевой нагрузке 100 кН.

По параметру X_j , зависящему от проектной надежности дорожной одежды:

$$X_j = \frac{0,96}{(1 - K_H)^{0,128}}, \quad (4.6)$$

где K_H – коэффициент надежности дорожной одежды, принимаемый по приложению 3 в зависимости от ее межремонтного срока службы до капитального ремонта.

По решению преподавателя допускается определение коэффициента $K_{си}$, учитывающего сопротивление конструктивных слоев дорожной одежды сдвигу и изгибу, по укрупненной табл. 4.3.

Таблица 4.3

Укрупненные¹⁶ значения коэффициентов $K_{си}$

	Тип дорожной одежды и категория дороги
--	--

¹⁶ Определены на основе данных табл. 3 прил. 6 ОДН 218.1.052-2002.

ДКЗ	Капитальный (I -III категория)	Облегченный (III-IV категория)	Переходный (IV-V категория)
I - II	1,54	1,38	1,00
III	1,42	1,34	1,00
IV - V	1,35	1,28	1,00

5. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО РЕМОНТУ И СОДЕРЖАНИЮ ДОРОГИ

В связи с большим разнообразием видов работ студентам предлагается рассмотреть один из следующих видов, задаваемых преподавателем:

- уширение земляного полотна (вариант в зоне водопропускной трубы);
- смягчение продольного уклона;
- увеличение радиуса кривой в плане;
- увеличение радиуса кривой в продольном профиле;
- уширение дорожной одежды или устройство дополнительной полосы движения;
- устройство краевой полосы;
- устройство слоя усиления;
- устройство поверхностной обработки;
- укрепление обочин;
- восстановление покрытия методами термопрофилирования или терморегенерации;
- ямочный ремонт покрытия;
- устранение колеобразования в дорожных одеждах;
- зимнее содержание автомобильных дорог.

Допускаются и другие виды работ по усмотрению преподавателя. При выполнении данного раздела проекта студенты, используя опыт работы над курсовыми проектами по дорожным одеж-

дам и земляному полотну, самостоятельно прорабатывают вопросы подбора состава отрядов дорожных машин, технологического плана потока с почасовыми графиками работ и общего календарного графика выполнения работ по ремонту и содержанию участка дороги, исходя из результатов оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

По согласованию с преподавателем календарный график работ разрабатывают применительно либо к условиям полного обеспечения финансированием, либо для ограниченных ресурсов. Форма календарных графиков может быть принята в соответствии с рис. 3.5 или 3.6 [19].

При отработке вопросов, связанных с уширением земляного полотна, руководствуются требованиями СНиП [4,18], технологическими приемами, изложенными в “Руководстве...” [20], главой 12 “СЭД” [22]. При этом принимается во внимание стесненность условий для работы дорожной техники и необходимость учета дополнительных технологических операций:

- рыхление откосов или устройство уступов для связи новой части земляного полотна с существующей конструкцией;
- разборка существующей дорожной одежды с транспортировкой материалов (асфальтобетон, щебень, гравий) на склад при значительном изменении высоты насыпи и невозможности использования существующей одежды при укладке слоев усиления.

Надо также принимать во внимание, что для уширения земляного полотна используют преимущественно дренирующие грунты. Местные глинистые грунты разрешается применять при условии обеспечения однородности нового и существующего земляного полотна по составу грунтов, их влажности и плотности.

При выборе техники для уплотнения грунтов руководствуются положениями “Региональных норм...” [21] (табл.4.10. - С.63).

Полезной может быть “Справочная энциклопедия дорожника (Строительство и реконструкция автомобильных дорог)” [22]. Полезно также воспользоваться отдельными положениями методических

указаний [23] и сборника Е4 [24] при решении вопросов уширения земляного полотна в зоне водопропускных труб.

При уширении дорожной одежды и устройстве краевой полосы руководствуются главой 22 “СЭД” [22], соответствующими положениями СНиП [4, 18] в отношении качества материалов и слоев конструкции.

Применительно к укладке слоев усиления - глава 17 “Справочной энциклопедии...” [2], раздел 22.4 СЭД [22], раздел 10 СНиП [18], раздел 7 СНиП [4] и соответствующие карты трудовых процессов [25] для устройства покрытий автомобильных дорог.

При ямочном ремонте - раздел 13.4 “СЭД” [2]; раздел 9.2 учебника [26]; “Сборник карт трудовых процессов...” [27] (с.3-11); технологические карты [28] (с.15-56).

По проблемам колееобразования руководствуются [2 и 33].

При устройстве поверхностной обработки - раздел 11 СНиП [18], “Технические указания...” [29], “Карты трудовых процессов...” [25] (с. 64-76), глава 20 “СЭД” [22].

При укреплении обочин - раздел 6 ОДН 218.3.039-2003 [30]; раздел 16.3 “СЭД” [2]; учебник [26] (с. 165-167).

При восстановлении покрытия методами термопрофилирования или терморегенерации - раздел 22.3 “Справочной энциклопедии...” [22], технологическая карта ТК-15-01-86 [28].

При зимнем содержании автомобильных дорог руководствуются ОДН 218.014-99 [31], “Руководством...” [34] и разделами 15.4-15.5 “СЭД” [2].

При разработке вопросов организации производства работ полезно воспользоваться разделами 22.3 и 22.4 “Справочной энциклопедии...” [2] и “Методическими указания к курсовому проекту...” [32].

Во всех случаях подбор состава отряда средств механизации для ремонта и содержания автомобильной дороги допускается выполнять, ориентируясь на максимальную производительность ведущих машин. При этом необходимую техническую характеристику машин и оборудования можно получить, например, из:

- “Справочной энциклопедии дорожника...” [2], гл.19 и “Справочника...” [7], гл.13: машины для зимнего содержания дорог, поливомоечные машины, машины для разметки покрытий, для ремонта покрытий, для заделки трещин и швов покрытия, щебнераспределители, машины для фрезерования и восстановления покрытий;

- “Справочной энциклопедии дорожника...” [22], гл. 38 и 39: машины для планирования земляного полотна, устройства асфальтобетонных покрытий и слоев износа, уширения дорожной одежды и земляного полотна, а также для холодной и горячей регенерации покрытий.

6. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ТЕХНИКА БЕОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

При написании данного раздела студенты могут руководствоваться разделом 16.2 (с. 255-260), главой 20 (с. 285-290) учебника [26], главой 15 “Справочника...” [7], “Инструкцией...” [35] и разделом 20.5 “Справочной энциклопедии дорожника” [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. ОДН 218.0.006-2002 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог (взамен. ВСН 6-90) / Росавтодор Минтранса России, - М.: Информавтодор, 2002.-140 с.

2. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД): Ремонт и содержание автомобильных дорог: Т. II / Под ред. А.П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2004.-507 с.

3. Межремонтные сроки службы дорожных одежд до капитального ремонта (взамен региональных норм ВСН 41-88 Минавтодора РСФСР). Утверждены приказом Минтранса России, № 157 от 1.11.2007 г.

4. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги./ Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 56 с.

5. Изменение № 5 СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги: Приложение к Постановлению Госстроя России от 30 июня 2003 г., № 132.- 3 с.
6. ОДН 218.1.052-2002 Оценка прочности нежестких дорожных одежд/ Росавтодор Минтранса РФ. - М.: Информавтодор (взамен ВСН 52-89 - М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1989. -77с.).
7. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера дорожника/ Под ред. А.П. Васильева. - М.: Транспорт, 1989. - 287 с.
8. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог./ Минавтодор РСФСР. - М.:Транспорт, 1982. - 88с.
9. Краткий автомобильный справочник / НИИАТ. - М.: АО «Трансконсалтинг», 1994. -779 с.
10. Современные грузовые автотранспортные средства: Справочник. - М.: Агентство «Доринформсервис», 1997. - 544 с.
11. ВСН 25-86 Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1988. -183 с.
12. Методические рекомендации по проектированию и оборудованию автомагистралей для обеспечения безопасности движения/ Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1983. -120 с.
13. ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог: Основные параметры и требования. - М.: Стандартиформ, 2005. – 8 с.
14. Классификация работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования и искусственных сооружений на них / Приказ Минтранса России № 160 от 12.11.2007 (взамен “Классификации...” 2002 г.).
15. Нормативы удельных затрат на строительство и реконструкцию автомобильных дорог на 2001-2005 гг. / Росавтодор, - М: ВГАСУ, 2001. – 32 с.
16. Апестин В.К. О межремонтных сроках капитального ремонта автомобильных дорог в современных условиях финансирования// Дороги и мосты: Сб. ФГУП Росдорнии: вып. 18/2. - М., 2007. - с. 20-29.

17. Индивидуальные элементные сметные нормы и расценки на работы по ремонту автомобильных дорог с использованием новой техники и технологий/ Росавтодор Минтранса России - М., 2003. – 36 с.
18. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги/Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.-112 с.
19. Малицкий Л.С., Суханов С.В., Пириев Я.М. Строительство автомобильных дорог: Метод. указания по курсовому и дипломному проектированию: Часть II / МАДИ. - М., 1985.
20. Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог/ Минтрансстрой. - М.: Транспорт, 1982. -160 с.
21. Региональные нормы. Проектирование и строительство автомобильных дорог в Нечерноземной зоне РСФСР / Минтрансстрой СССР, Госагропром СССР, Минавтодор РСФСР. - М.: Союздорнии, 1988. -214 с.
22. Строительство и реконструкция автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД): Т.1 / Под ред. А.П.Васильева.- М: Информавтодор, 2005. - 646 с.
23. Суханов С.В. Организация и технология строительства водопропускных труб: Метод. указания по выполнению разделов курсового и дипломного проектов по курсу "Технология и организация строительства автомобильных дорог" МАДИ - М., 1990.- 36 с.
24. ЕНиР. Мосты и трубы: Сб. Е4: Вып.3 / Госстрой СССР.-М.: Стройиздат, 1988. - 237 с.
25. Карты трудовых процессов на устройство оснований и покрытий / Минавтодор РСФСР, ЦНОТ.- Л.: Транспорт, 1985. - 80 с.
26. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. Учебник для вузов/ Под ред. А.П. Васильева. - М.: Транспорт, 1990. - 304 с.
27. Сборник карт трудовых процессов на ремонт и содержание автомобильных дорог: Вып.1/ Минавтодор РСФСР. - М.: ЦНОТ Минавтодор РСФСР, 1987. - 32 с.
28. Технологические карты на отдельные виды работ по ремонтам и содержанию автомобильных дорог (комплект ТК-15-86)/

Миндорстрой УССР.- Киев: Трест Оргдорстрой Миндорстроя УССР, 1986. - 98 с.

29. ВСН 38-90.Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. -М.: Транспорт, 1990. - 47 с.

30. ОДН 218.3.039-2003. Укрепление обочин автомобильных дорог (взамен ВСН 39-79)/ Росавтодор. - М.: Информавтодор, 2003. - 44 с.

31. ОДН 218.014-99. Нормативы потребности в дорожной технике для содержания автомобильных дорог/Росавтодор. - М.: Информавтодор, 1999. - 31 с.

32. Яковлев Ю.М., Коганзон М.С., Горячев М.Г. Метод. указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология и организация строительства автомобильных дорог» / МАДИ (ГТУ). - М., 2001. - 41 с.

33.ОДМ. Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежестких дорожных одеждах / Росавтодор. - М.: Информавтодор, 2003. -179 с.

34. ОДМ. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / Росавтодор. - М.: Информавтодор, 2003. -72 с.

35. ВСН 37-84. Инструкция по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1985. - 40 с.

36. ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог. - М.: Стандартинформ, 2005. – 13 с.

37. Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд (взамен ВСН 197-91)/ Росавтодор. - М.: Информавтодор, 2004. - 135 с.

38. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд / Росавтодор. - М.: Информавтодор, 2001. – 145 с.

39. ОДМД. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (взамен ВСН 24-88)/ Минтранс России, Росавтодор. - М.: 2004 (введены в действие письмом Росавтодора от 17.03.2004 № ОС-28/1270-ис). – 181 с.

40. Васильев А.П., Лугов С.В., Чванов В.В. Оценка плавности в плане и продольном профиле автомобильных дорог. Автомобильные дороги. - № 4, 2007. – С. 70-72.

41. Васильев А.П., Лугов С.В. Плавность трассы как один из критериев оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог: Сб. науч. трудов, «Строительство и эксплуатация дорог» МАДИ (ГТУ). -М., 2008. – С. 4-13.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Кафедра строительства и эксплуатации дорог МАДИ (ГТУ)

З А Д А Н И Е

Студенту группы

на выполнение курсового проекта по теме

**“Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги
и планирование дорожно-ремонтных работ”**

В области

Задание выдано 200... года

Срок сдачи..... 200... года

ОБЩИЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Характер рельефа местности
(равнинный, пересеченный, горный)
2. Тип местности по характеру и степени увлажнения: ...
(1, 2 или 3 по СНиП 2.05.02-85)
3. Грунт земляного полотна
(глина, суглинок, супесь, песок)
4. Видимость поверхности дороги -
(более 300 м, менее 300 м: от 45 до 300 м)
5. Кривые в плане -
(без виража, с виражами - поперечный уклон виража от 20 до 60‰)
6. Состав движения по данным пунктов учета движения:
 - **легковые** автомобили..... %
 - **грузовые: легкие** (типа ГАЗ-53)..... %
 - средние** (типа ЗиЛ 433100)..... %
 - тяжелые** (типа МАЗ-53371)..... %
 - сверхтяжелые** (типа МАЗ-54323 с полу-
 прицепом МАЗ-9380) %
 - **автобусы** (типа ЛАЗ-4207)..... %
 - Итого **100** %
7. Показатель роста интенсивности движения во времени: $q =$
($q = 1.01 - 1.12$)
8. **Приложение к заданию** - исходные данные по участкам дороги
(распечатка на ЭВМ)

Подпись преподавателя

Приложение к заданию на курсовой проект

Студент _____

Группа _____

Подпись преподавателя _____

Таблица исходных данных по участкам дороги

Показатели	Участок дороги	
	км 0 - км 5	км 5 - км 10
Категория дороги	III	IV
Количество полос движения, шт.	2	2
Фактическая интенсивность движения, авт./сут	1800	200
Ширина обочин, м	2,00	2,00
Ширина разделительной полосы, м	нет	нет
Тип дорожной одежды	облегченный	переходный
Материал покрытия	черный щебень	щебень прочн.пород
Тип укрепления обочин	засев травами	а/б, ц/б, вяжущее

Таблица по километровым данным

Показатели	Величины показателей по километрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_{1\Phi}$	6,50	7,50	6,75	6,75	6,25	6,00	5,25	5,50	5,50	7,00
$i \%$	0	-50	-70	0	50	0	0	-40	-20	0
R	-	-	-	2130	-	-	-	-	1410	-
K_6	0,7	1,2	1,0	1,2	0,9	0,8	1,1	0,8	1,1	0,8
K_S	1,3	1,4	1,4	0,8	0,5	1,5	0,8	1,2	1,2	0,6
$K_{ГП}$	1,15	1,15	1,00	0,85	1,10	1,15	1,00	1,10	0,90	1,10
СП	3,5	0,5	5,0	2,5	3,0	0,5	3,0	4,5	4,5	3,5
ДТП	1	1	1	1	3	0	3	5	3	4
Д _{ио}	0,5	0,8	1,0	1,0	0,7	0,3	0,5	1,0	0,7	0,6
Б	4,4	4,8	4,4	4,4	4,6	3,2	3,6	4,4	3,8	5,0
$h_{КС}$	12	12	36	24	4	44	36	44	24	8

Примечания:

$V_{1\Phi}$ - ширина чистой основной укрепленной поверхности (для дорог с разделительной полосой - в одном направлении), м;

$i \%$ - продольный уклон (знак "минус" означает движение на спуск);

R - радиус кривой в плане, м;

K_6 - коэффициент обеспеченности ровности покрытия;

K_S - коэффициент обеспеченности сцепных качеств покрытия;

$K_{ГП}$ - коэффициент прочности дорожной одежды;

СП - оценка состояния покрытия по ОДН 218.0.006-2002, баллы;

ДТП - число дорожно-транспортных происшествий за последние 3 года, шт.;

Д_{ио} - итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства;

Б - среднегодовой уровень содержания дороги, баллы;

$h_{КС}$ - глубина колеи под уложенной на выпоры рейкой, мм.

Кафедра "Строительство и эксплуатация дорог" МАДИ-ГТУ

Приложение к заданию на курсовой проект

Студент _____ Группа _____

Подпись преподавателя _____

Таблица исходных данных по участкам дороги

Показатели	Участок дороги	
	км 0 - км 5	км 5 - км 10
Категория дороги	I	II
Количество полос движения, шт.	6	2
Фактическая интенсивность движения, авт./сут	22500	2600
Ширина обочин, м	4,00	3,75
Ширина разделительной полосы, м	до 5 м	нет
Тип дорожной одежды	капитальный	капитальный
Материал покрытия	асф/бет (10-15 см)	асф/бет (10-15 см)
Тип укрепления обочин	засев травами	а/б, ц/б, вяжущее

Таблица по километровым данным

Показатели	Величины показателей по километрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$B_{1\Phi}$	13,00	12,50	12,25	11,75	12,50	9,50	7,50	7,00	9,50	9,50
$i \text{ ‰}$	-20	0	0	-30	0	-40	30	0	20	0
R	-	-	-	960	-	-	-	2710	-	-
S_{Φ}	111	102	97	84	111	135	102	104	104	125
ϕ	0,24	0,23	0,38	0,33	0,26	0,22	0,27	0,35	0,25	0,20
l_y	0,58	0,67	0,63	0,61	0,77	0,94	0,77	0,82	0,78	0,78
СП	4,5	3,0	2,5	2,0	2,0	2,5	1,5	1,5	2,5	1,5
ДТП	7	8	4	6	2	6	4	4	6	6
Д _{ио}	0,5	1,0	0,8	0,4	0,8	0,0	0,8	0,4	0,9	0,7
Б	4,2	4,2	3,2	4,0	3,8	3,2	3,4	3,2	3,4	4,6
h_{KC}	28	4	16	0	8	8	24	24	16	24

Примечания:

 $B_{1\Phi}$ - ширина чистой основной укрепленной поверхности (для дорог с разделительной полосой - в одном направлении), м; $i \text{ ‰}$ - продольный уклон (знак "минус" означает движение на спуск);

R - радиус кривой в плане, м;

 S_{Φ} - показатель продольной ровности покрытия, см/км; ϕ - коэффициент сцепления покрытия; l_y - упругий прогиб дорожной одежды, мм;

СП - оценка состояния покрытия по ОДН 218.0.006-2002. баллы;

ДТП - число дорожно-транспортных происшествий за последние 3 года, шт.;

Д_{ио} - итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства;

Б - среднегодовой уровень содержания дороги, баллы;

 h_{KC} - глубина колеи под уложенной на выпоры рейкой, мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Линейный график транспортно-эксплуатационного состояния
автомобильной дороги**

Категория дороги:		Участки, км				
ПЛАН ТРАССЫ		-				-
Продольные уклоны, ‰		-				-
Расстояние видимости, м		-				-
Дорожное полотно	Ширина основн. укрепл. поверхности $B_{1ф}$, м					
	Ширина обочин, м					
	Тип укрепления обочин					
	Тип дорожной одежды и вид покрытия					
Оценка состояние покрытия (СП), баллы						
Ровность дорожного покрытия, см / км						
Коэффициент сцепления						
Фактич. модуль упругости, МПа (или толщина ц/б покр., см)						
Итоговый коэф. дефектности соотв. инж. оборуд. и обустр.						
Показатель качества содержания дороги K_c , баллы						
Фактическая интенсивность движения, авт/сут						
Коэф. относительной аварийности, ДТП / 1 млн.авт. км						
Частные коэффици- енты обес- печенности расчетной скорости	Ширины и состояния обочин $K_{рс2}$					
	Интенсивности и состава движения $K_{рс3}$					
	Продольного уклона $K_{рс4}$					
	Радиуса кривой в плане $K_{рс5}$					
	Продольной ровности дорожн. покрытия $K_{рс6}$					
	Коэффициента сцепления $K_{рс7}$					
	Прочности дорожной одежды $K_{рс8}$					
	Поперечной ровности покрытия (колеи) $K_{рс9}$					
	Безопасности движения $K_{рс10}$					
	Плавности трассы $K_{рс11}$					
Комплексный показатель трансп.-экспл. состояния $K_{Пфи}$						
Показатель инженерного оборудования и обустр. $K_{об}$						
Показатель эксплуатационного содержания $K_э$						
Показатель качества участка дороги $P_{фи}$						
Нормативный показатель трансп.-экспл. состояния $K_{Пн}$						
График изменения комплексного показателя транс- портно-эксплуатационного состояния дороги		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
График изменения показателя качества дороги		-				-
		-				-
		-				-
		-				-

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

МЕЖРЕМОНТНЫЕ СРОКИ СЛУЖБЫ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ДО КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА¹⁷

(утверждены приказом Минтранса России от 1.11.2007, № 157)

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Дорожно-климатическая зона					
		I – II		III		IV -V	
		T _О , годы	K _Н	T _О , годы	K _Н	T _О , годы	K _Н
Ia, Ib, Iв	капитальный	12	0,98	14	0,95	18	0,88
II	капитальный	12	0,94	12	0,92	15	0,88
III	капитальный	12	0,92	12	0,9	15	0,85
	облегченный	12	0,86	12	0,85	12	0,84
IV	капитальный	12	0,85	12	0,84	12	0,83
	облегченный	10	0,85	10	0,84	12	0,82
	переходный	5	0,82	5	0,8	5	0,77
V	облегченный	10	0,82	10	0,8	12	0,79
	переходный	5	0,65	5	0,6	5	0,58
	низший	3	0,65	3	0,6	3	0,58

Примечания:

1. При планировании реконструкции автомобильной дороги в сроки меньшие, указанных в таблице, межремонтные сроки принимают равными периоду до реконструкции дороги без изменения коэффициента надежности дорожной одежды.

2. При использовании в покрытии асфальтобетона типа А на полимерно-битумных вяжущих межремонтные сроки увеличивают на 8-10 %.

3. Для жестких дорожных одежд межремонтный срок принимают равным 25 годам.

4. Коэффициент надежности K_Н определяет предельное состояние покрытия по ровности в конце межремонтного срока службы дорожной одежды:

K _Н	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,98
δ, см/км	2000	1900	1800	1750	1650	1600	1200	850	500	350

Приведенные показатели ровности покрытия «δ» соответствуют данным, полученным с помощью прибора ПКРС-2. Промежуточные значения – по интерполяции.

¹⁷ Соответствуют обеспеченному финансированию.

Вспомогательные нормативные данные

Нормативные значения комплексного транспортно-эксплуатационного показателя $K_{Пн}$, дифференцированные по частным коэффициентам обеспеченности расчетной скорости K_{pci} с учетом требований ОДН 218.0.006-2002 [1] и ГОСТ Р 52399-2005 [36]

Категория дороги (по ГОСТ Р 52398-2005 [13])	Местность (рельеф)					
	Равнинная		Пересеченная		Горная	
	Нормативные и предельно допустимые значения КП_н для частных К_{рс}					
	К _{РС} 2,4,5,7,11	К _{РС} 3,6,8-10	К _{РС} 2,4,5,7,11	К _{РС} 3,6,8-10	К _{РС} 2,4,5,7,11	К _{РС} 3,6,8-10
I-а	1,17	0,88	0,83	0,62	0,58	0,44
I-б;	1.17	0.88	0.75	0.56	0.58	0.44
I-в; II	1.00	0.75	0.67	0.56	0.50	0.38
III	0.83	0.62	0.58	0.44	0.42	0.32
IV	0.67	0.50	0.50	0.38	0.33	0.25
V	0.50	0.38	0.33	0.25	0.25	0.17

Примечания:

1. Нормативные значения для $K_{PC3,6,8-10}$ соответствуют предельно допустимым величинам в процессе эксплуатации дороги. После проведения ремонтных работ значения указанных K_{PC} повышаются до величин, соответствующих начальному состоянию дороги (левая колонка данных для каждого рельефа местности).

2. После проведения работ по реконструкции дороги (при $N_{\Phi} > N_{снип}$ и $K_{рс3} < K_{Пн}$) значения комплексного транспортно-эксплуатационного показателя дороги $K_{Пф}$ принимают по нормативу, соответствующему следующей более высокой категории дороги (левая колонка данных).

Таблица П4.2

Территориальные коэффициенты стоимости¹⁸ - К_Т

Федеральные округа	Автодороги	
	I – IV кат	V кат
Центральный округ		
Белгородская область	0.98	0.97
Брянская область	1.00	1.00
Владимирская область	1.00	1.00
Воронежская область	0.98	0.97
Ивановская область	1.00	1.00
Калужская область	1.00	1.00
Костромская область	1.00	1.00
Курская область	0.98	0.97
Липецкая область	0.98	0.97
Московская область	1.00	1.00
Орловская область	1.00	1.00
Рязанская область	1.00	1.00
Смоленская область	1.00	1.00
Тамбовская область	0.98	0.97
Тверская область	1.00	1.00
Тульская область	1.00	1.00
Ярославская область	1.00	1.00
Северо-западный округ		
Республика Карелия	1.00	1.00
Республика Коми	1.00	1.00
Архангельская область	1.00	1.00
Вологодская область	1.00	1.00
Калининградская область	1.00	1.00
Ленинградская область	1.00	1.00
Мурманская область	1.07	1.09
Новгородская область	1.00	1.00
Псковская область	1.00	1.00
Ненецкий автономный округ	1.07	1.09
Северо-Кавказский округ		
Республика Адыгея	0.98	0.97
Республика Дагестан	0.95	0.93
Республика Ингушетия	0.96	0.94
Кабардино-Балкарская Республика	0.96	0.94
Республика Калмыкия	0.96	0.94
Республика Карачаево-Черкессия	0.96	0.94
Республика Северная Осетия-Алания	Продолжение табл. П4.2	
Чеченская Республика		
Краснодарский край	0.98	0.97
Ставропольский край	0.96	0.94
Астраханская область	0.95	0.93

¹⁸ Извлечение из табл. прил.1 «Нормативы удельных затрат на строительство и реконструкцию автомобильных дорог на 2001-2005 гг.» / Росавтодор. - М.: ВГАСУ, 2001 [15].

Федеральные округа	Автодороги	
	I – IV кат	V кат
Волгоградская область	0.96	0.94
Ростовская область	0.96	0.94
Приволжский округ		
Республика Башкортостан	0.98	0.97
Республика Марий Эл	1.00	1.00
Республика Мордовия	0.98	0.97
Республика Татарстан	0.98	0.97
Удмуртская Республика	1.00	1.00
Чувашская Республика	0.98	0.97
Кировская область	1.00	1.00
Нижегородская область	0.98	0.97
Оренбургская область	0.96	0.94
Пензенская область	0.98	0.97
Пермская область	1.00	1.00
Самарская область	0.98	0.97
Саратовская область	0.96	0.94
Ульяновская область	0.98	0.97
Коми-Пермяцкий автономный округ	1.00	1.00
Уральский округ		
Курганская область	0.98	0.97
Свердловская область	1.00	1.00
Тюменская область	1.00	1.00
Челябинская область	0.98	0.97
Ханты-Мансийский автономный округ	1.00	1.00
Ямало-Ненецкий автономный округ	1.07	1.09
Сибирский округ		
Республика Алтай	0.98	0.97
Республика Бурятия	1.07	1.09
Республика Тыва	1.07	1.09
Республика Хакасия	0.98	0.97
Алтайский край	0.98	0.97
Красноярский край	1.07	1.09
Иркутская область	1.07	1.09
Кемеровская область	0.98	0.97
Новосибирская область	0.98	0.97
Омская область	0.98	0.97
Томская область	1.00	1.00
Читинская область	1.07	1.09
Агинский Бурятский автономный окр.	1.07	1.09
Таймырский Долгано-Ненецкий округ	1.07	1.09
Усть-Ордынский Бурятский округ	1.07	1.09
Эвенкийский автономный округ	1.07	1.09
Дальневосточный округ		
Республика Саха (Якутия)	1.07	1.09
Приморский край	1.00	1.00
Хабаровский край		
Амурская область	1.00	1.00
Камчатская область	1.07	1.09

Окончание табл. П4.2

Федеральные округа	Автодороги	
	I – IV кат	V кат
Магаданская область	1.00	1.00
Сахалинская область	1.07	1.09
Еврейская автономная область	1.00	1.00
Корякский автономный округ	1.00	1.00
Чукотский автономный округ	1.07	1.09
	1.07	1.09

Таблица П4.3

Стоимость укрепления обочины в зависимости от вида работ¹⁹

Тип укрепления обочины	А/ б, ц/ б, обработка вяжущим	Слой щебня или гравия	Засев трав, планировка	Обочины не укреплены, планировка
C[*] _{об} , руб/ м ²	2.77	1.16	0.00253	0.0002

Таблица П4.4

Нормативные удельные капитальные вложения **K_{рек}** (руб./км) при различных рельефах местности²⁰

Категория дороги	М е с т н о с т ь		
	Равнинная	Пересеченная	Горная
I	780 000	806 000	844 000
II	338 000	346 800	523 000
III	176 000	188 000	290 000
IV	97 500	106 000	194 000
IV*)	68 300	76 500	169 000
V	48 800	54 900	118 000
Примечание. *) - при использовании переходных дорожных одежд			

Таблица П4.5

¹⁹ В ценах 1991 года.

²⁰ В ценах 1991 года.

Значения Z_c , Z_k , используемые соответственно в формулах (3.11) и (3.12)

Категория дороги	Z_c	Z_k
I	1.49	2.07
II	1.49	2.07
III	1.53	2.13
IV	1.76	2.44
IV *)	2.66	3.70
V	2.66	3.70

Таблица П4.6

Значения $\Delta K_{рс3}$ в зависимости от категории дороги

Тип укрепления обочин	Категория дороги			
	I	II	III	IV - V
Планировка обочин	0	0	0	0
Засев трав	0.05	0.06	0.12	0.14
Слой щебня или гравия	0.05	0.06	0.23	0.31
А/б, ц/б, обработка вяжущим	0.12	0.15	0.42	0.47

Таблица П4.7

Поправочные коэффициенты для расчета изменения значений $K_{рсi}$ в результате проведения работ по укреплению обочин

Тип укрепления обочин	$\Delta K_{рс4}$	$\Delta K_{рс5}$	$\Delta K_{рс7}$	$\Delta K_{рс10}$
Планировка обочин	1.00	1.00	1.00	1.00
Засев трав	1.00	1.00	1.00	1.00
Слой щебня или гравия	1.00	1.00	1.12	1.12
А/б, ц/б, обработка вяжущим	1.11	1.12	1.15	1.15

Таблица П4.8

Коэффициенты приведения автотранспортных средств (АТС) к расчетной нагрузке 100 кН, используемой при оценке прочности нежестких дорожных одежд в соответствии с ОДН 218.1.052-2002 [6]

Группы АТС по данным учета движения	Аналог АТС [9]	Коэффициенты приведения α_j в зависимости от типа дорожной одежды ²¹		
		Капитальная	Облегченная	Переходная
Легковые	—	—	—	—
Грузовые: Легкие Средние Тяжелые Сверхтяжелые	ГАЗ - 53	0,15	0,30	0,50
	ЗиЛ-433100	0,43	0,62	0,84
	МАЗ-53371	1,15	1,28	1,42
	МАЗ-54323 с полуприцепом МАЗ-9380	1,68	1,90	2,13
Автобусы	ЛАЗ - 4207	0,63	0,83	1,05

Примечания.

1. Группы грузовых АТС различают по грузоподъемности, т:

Легкие – от 2 до 5 т (в среднем - 3,5 т);

Средние – от 5 до 8 т (в среднем - 6,5 т);

Тяжелые – от 8 до 12 т (в среднем – 10 т);

Сверхтяжелые – от 12 до 20 т и выше (в среднем – 16 т).

2. В группе «Автобусы» объединены автобусы со снаряженной массой от 7 до 10 т (в среднем 8,5 т).

²¹ С учетом рекомендаций прил. 1 ОДН 218.046-01.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Срок службы до реконструкции автомобильной дороги
по уровню ее загрузки движением

Исходя из определения коэффициента загрузки дороги движением (см. формулу 2.7), период до реконструкции дороги:

$$t_{\text{рек}} = \frac{1}{\lg q} \cdot \lg \frac{Z \cdot [N_{\text{л}}]}{N_{\text{л}}^{\text{час}}} + 1, \quad (\text{П5.1})$$

где q – показатель роста интенсивности движения во времени ($q > 1$);

Z – коэффициент загрузки;

$[N_{\text{л}}]$ – пропускная способность полосы дороги, легк.авт./час
(см. разд. 2.1.2);

$N_{\text{л}}^{\text{час}}$ – часовая интенсивность движения, приведенная к расчетному легковому автомобилю, легк.авт./час.

$$N_{\text{л}}^{\text{час}} = 0,076 \cdot N_{\text{ф}} \cdot q \cdot f \cdot \sum_1^w \psi_j \cdot p_j, \quad (\text{П5.2})$$

где $N_{\text{ф}}$ – заданная интенсивность движения транспортного потока, авт./сут;

f – коэффициент полосности, принимаемый по табл. 3.1

ОДН 218.1.052-2002 [6];

w – количество типов или марок автомобилей в транспортном потоке (см. заданный состав движения);

p_j – доля j -го типа автомобиля в транспортном потоке;

ψ_j – коэффициент приведения j -го типа автомобиля к расчетному

легковому. Назначают по табл. 2 СНиП 2.05.02-85 [4].

(Предварительно по справочнику [9] или [10] определяют²²

грузоподъемность заданных типов (марок) автомобилей).

²² Допускается использовать среднюю грузоподъемность автомобилей для соответствующей группы АТС по табл. П4.8 прил. 4.

Методические рекомендации для пользователя учебной программой

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Определение объемов и очередности дорожно-ремонтных работ по результатам диагностики дорог в условиях ограниченных и неограниченных ресурсов финансирования. Вариант расчета выбирается автоматически, исходя из нормы ежегодно выделяемых средств на капитальный ремонт, ремонт и содержание дорог.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа увязана с Правилами диагностики и оценки состояния автомобильных дорог (ОДН 218.0.006-2002) и позволяет получать решения при разных требованиях к транспортно-эксплуатационному состоянию дорог.

Исходные данные содержат результаты диагностики дорог и определенные на их основе частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости движения. Эти данные заносятся в таблицу непосредственно пользователем программы. В табл. П6.1 приведен пример записи этих данных. Результаты расчетов отражены в табл. П6.2 и П6.3.

3. ОСОБЕННОСТИ ВНЕСЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

По отдельным показателям:

ЗНАЧЕНИЕ ДОРОГИ - вносятся данные с учетом категории дороги:

Федеральная - дорога I-III категории.

Республиканская – дорога II-IV категории.

Областная – дорога III-IV категории.

Местная – дорога IV-V категории.

ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ЗОНА – определяется пользователем по СНиП 2.05.02-85 [4] с учетом заданной области расположения дороги.

Таблица П6.1

Основные данные по дороге

Значение (федеральная - 1, республиканская - 2, областная - 3, местная - 4)	1
Дорожно-климатическая зона	2
Характер рельефа местности (равнинный - 1, пересеченный - 2, горный - 3)	1
Территориальный коэффициент стоимости	1,00

Состав движения, % по типам автомобилей

легковые	25
легкие грузовые (типа ГАЗ-53)	20
средние грузовые (типа ЗИЛ-433100)	25
тяжелые грузовые (типа МАЗ-53371)	15
сверхтяжелые (типа МАЗ-54323)	8
автобусы (типа ЛАЗ-4207)	7

100 %

Данные по характерным участкам дороги

№ участка	Расположение участка		Категория дороги	Количество полос движения	Тип дорож. одежды (1-кап., 2-обл., 3-пер.)	Фактическая интенсивность движения, авт/сут	Показатель прироста интенсивности движения	Фактический модуль упр.-гостн. МПа	Коэф-фциент Кел	Коэф-фциент Кз	Частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости										
											Крс2	Крс3	Крс4	Крс5	Крс6	Крс7	Крс8	Крс9	Крс10	Крс11	
	от (км)	до (км)																			
1	0,000	1,000	II	2	1	3000	1,05	180	1,09	0,97	1,00	1,01	1,00	1,00	0,70	0,60	0,70	0,75	0,70	0,70	
2	1,000	2,000	II	2	1	3000	1,05	200	1,09	0,97	1,19	0,90	0,83	0,91	0,66	0,75	0,60	0,80	0,60	0,60	
3	2,000	3,000	II	2	1	3000	1,05	250	1,09	0,97	1,00	1,01	1,10	1,00	0,75	0,69	0,75	0,60	0,85	0,85	
4	3,000	4,000	II	2	1	3000	1,05	160	1,09	0,97	1,00	0,95	1,10		0,55	0,76	0,55	0,90	0,85	0,85	
5	4,000	5,000	II	2	1	3000	1,05	140	1,09	0,97	0,91	1,01	0,83	1,00	0,50	0,78	0,50	0,65	0,50	0,50	
6	5,000	6,000	II	2	1	3000	1,05	230	1,09	0,97	1,00	1,01	1,00	1,15	0,75	0,78	0,75	0,75	0,85	0,85	
7	6,000	7,000	III	2	2	1000	1,05	150	1,04	0,78	0,87	0,89	1,00	0,84	0,50	0,63	0,65	0,62	0,85	0,85	
8	7,000	8,000	III	2	2	1000	1,05	160	1,04	0,78	0,83	0,57	1,00	0,84	0,55	0,61	0,65	0,80	0,70	0,70	
9	8,000	9,000	III	2	2	1000	1,05	190	1,04	0,78	0,87	0,89	1,00	0,89	0,71	0,61	0,71	0,70	0,70	0,70	
10	9,000	10,000	IV	2	2	1000	1,05	100	1,04	0,78	0,60	0,87	0,83	0,84	0,40	0,56	0,50	0,61	0,30	0,30	
*																					
*																					

Таблица П6.2

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ НА РУБЛЬ ЗАТРАТ ОТ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТА НА ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ ДОРОГИ С РАЗНЫМИ ОПРЕДЕЛЯЮЩИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСЧЕТНОЙ СКОРОСТИ

Участок	Расположение участка		Частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости							
	от (км)	до (км)	Крс2	Крс3	Крс4	Крс5	Крс6	Крс7	Крс8	Крс9
1	0,000	1,000					2,398	2,781	2,696	
2	1,000	2,000			0,529	0,529	-0,011	-0,035	4,322	
3	2,000	3,000						-0,035		5,196
4	3,000	4,000					-0,009	-0,031	2,264	
5	4,000	5,000	0,018		0,786		-0,008	-0,025	1,969	-0,007
6	5,000	6,000						3,627		
7	6,000	7,000					1,973	0,003		
8	7,000	8,000		0,152			0,392	0,002		
9	8,000	9,000						1,402		
10	9,000	10,000	15,872				0,007	0,014		

Таблица П6.3

ОЧЕРЕДНОСТЬ РАБОТ ПО РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСОВ

Необходимые затраты на ремонт дороги 1444285,67 руб. Выделяемые средства 920600,00 руб. Цены 1990 года

Очередь	Участок	Расположение участка		Длина, м	Виды работ	Стоимость выполнения работ (руб.)	
		от (км)	до (км)			затраты на ремонт	выделяемые средства
1	10	9,000	10,000	1000	УКРЕПЛЕНИЕ ОБОЧИН (засев трав, планировка)	10,12	10,12
2	3	2,000	3,000	1000	УСТРАНЕНИЕ КОЛЕИ	19053,38	19053,38
3	2	1,000	2,000	1000	УСИЛЕНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ (Етр. = 211 МПа)	17321,25	17321,25
4	6	5,000	6,000	1000	УСТРОЙСТВО ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ	7822,50	7822,50
5	1	0,000	1,000	1000	УСИЛЕНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ (Етр. = 211 МПа)	39039,94	39039,94
6	4	3,000	4,000	1000	УСИЛЕНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ (Етр. = 211 МПа)	59894,23	59894,23
7	7	6,000	7,000	1000	УСТРОЙСТВО ВЫРАВНИВАЮЩЕГО СЛОЯ (с поперхн. обработкой)	16600,50	16600,50
8	9	8,000	9,000	1000	УСТРОЙСТВО ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ	7497,00	7497,00
9	5	4,000	5,000	1000	УМЕНЬШЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО УКЛОНА ДОРОГИ	507000,00	507000,00
10	2	1,000	2,000	1000	УМЕНЬШЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО УКЛОНА ДОРОГИ	507000,00	246361,08
					ВСЕГО:		920600,00

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СТОИМОСТИ – определяют по табл. П4.2 прил.4, используя заданную

область расположения дороги.

ОСТАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ – из задания на курсовой проект и определяемые студентом в ходе выполнения курсового проекта.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Полученные результаты распечатки по экономической эффективности на рубль затрат от выполнения конкретных работ (табл.П6.2) позволяют уточнить виды работ (см. табл. П6.3), по крайней мере, для случая, когда невыгодно по условиям безопасности движения и технологическим особенностям выполнять не в полном объеме конкретный вид работ при недостаточном его финансировании. Примером этого являются назначенные работы по уменьшению продольного уклона на участке №2 (см. табл. П6.3) с фактически выделяемыми средствами в объеме 246361,08 руб. вместо требуемых 507000. Вместо этой работы, учитывая данные табл. П6.2, выгоднее провести неохваченные в табл. П6.3 работы:

- устройство выравнивающего слоя с поверхностной обработкой на участках № 8 и 10;
- дополнительные работы на участке № 8, связанные с доведением Крс3 до нормативной величины (см. раздел 3.1), а именно, содержание дороги, устройство краевых полос и при необходимости уширение проезжей части.

Данные по стоимости дорожно-ремонтных работ соответствуют ценам 1990 года. При необходимости они могут быть приведены к ценам 2008 года умножением на поправочный коэффициент, равный 16,87.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	3
2. Построение линейного графика транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (ТЭС АД) и оценка обобщенного показателя качества дороги.....	5
2.1. Определение частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости движения по основным транспортно-эксплуатационным показателям дороги	6
2.2. Расчет требуемого и фактических модулей упругости дорожной одежды и земляного полотна	17
2.3. Расчет фактического комплексного транспортно-эксплуатационного показателя и обобщенного показателя качества дороги (до проведения работ по ремонту)	18
3. Выбор мероприятий по ремонту автомобильной дороги в условиях полной обеспеченности финансированием.....	19
3.1. Определение видов работ и оценка изменения состояния дороги после ее ремонта.....	19
3.2. Уточнение объемов и очередности проведения работ.....	24
3.3. Определение стоимости дорожно-ремонтных работ.....	28
4. Выбор мероприятий по ремонту автомобильной дороги в условиях ограниченного финансирования.....	33
4.1. Определение видов и очередности дорожно-ремонтных работ.....	33
4.2. Расчет ограничения движения автомобилей по осевым нагрузкам для случая отсутствия средств на усиление дорожной одежды.....	36
5. Технология и организация работ по ремонту и содержанию дороги.....	38
6. Охрана окружающей среды и техника безопасности в процессе производства.....	41
Литература	41

Приложение 1. Задание на курсовое проектирование.....	46
Приложение 1.1. Приложение к заданию с использованием коэффициентов обеспеченности, определенных по результатам диагностики дорог.....	47
Приложение 1.2. Приложение к заданию с использованием результатов диагностики дорог.....	48
Приложение 2. Линейный график транспортно-эксплуатацион- ного состояния автомобильной дороги	49
Приложение 3. Межремонтные сроки службы дорожных одежд до капитального ремонта.....	50
Приложение 4. Вспомогательные нормативные данные	51
Приложение 5. Срок службы до реконструкции автомобильной дороги по уровню ее загрузки движением	57
Приложение 6. Методические рекомендации для пользователя учебной программой	58

Учебное издание

Редактор И.А. Короткова

Подписано в печать

Печать офсетная

Тираж 200 экз.

Усл. печ. л. 4,0

Формат 60x84/16

Уч. – изд. л. 3,2

Цена 40 р

Ротапринт МАДИ (ГТУ). 125319, Москва, Ленинградский просп., 64