

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования**

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебно-методическое пособие

Воронеж 2021

УДК 625.76

ББК 39.311

Д44

Рецензенты:

кафедра промышленного транспорта, строительства и геодезии
Воронежского государственного лесотехнического университета
им. Г. Ф. Морозова (зав. кафедрой – д-р техн. наук, проф. Т. Н. Стородубцева);
Б. А. Бондарев, д-р техн. наук, проф. кафедры строительного материаловедения
Липецкого государственного технического университета

Авторский коллектив:

*А. Н. Канищев, О. В. Рябова, А. А. Быкова,
Ф. В. Матвиенко, А. Е. Борисов*

Д44 **Диагностика автомобильных дорог** : учебно-методическое пособие /
А. Н. Канищев [и др.]; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 110 с

ISBN 978-5-7731-0000-0

Учебно-методическое пособие знакомит студентов с методикой проведения диагностики автомобильных дорог, способами обработки полученных результатов, условиями назначения ремонтных работ в зависимости от имеющихся ресурсов. Кроме того, в нем рассматриваются вопросы организации проведения последовательности работ, приводится методика обработки полученной информации с последующим определением вида выполняемых мероприятий.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализация «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений» по дисциплине «Эксплуатация автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений», а также студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлению «Строительство», профиль «Автомобильные дороги» по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог» и профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог» дисциплина «Диагностика и управление состоянием автомобильных дорог».

Ил. 6. Табл. 88. Библиогр.: 20 назв.

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ISBN 978-5-7731-0000-0

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет», 2021

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильные дороги – это комплекс связанных инженерных элементов и искусственных сооружений, которые обеспечивают движение автомобилей (различных транспортных средств) с определённой скоростью и комфортом в различных погодных условиях.

При эксплуатации автомобильных дорог необходимо оценивать техническое состояние покрытия и других элементов дорожной конструкции и обустройства. Для оптимального распределения денежных средств необходимо вовремя определять различные деформации дорожного покрытия и назначать участки проведения ремонтных работ. Для рационального выполнения работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог проводят диагностику инженерных сооружений.

Диагностика помогает определять фактическое транспортно-эксплуатационное состояние параметров и характеристик автомобильной дороги, инженерного оборудования и обустройства, изменяющихся в процессе эксплуатации в результате воздействия транспортных средств, метеорологических условий и уровня содержания, качества и ровность дорожного покрытия [15]. На основании полученных результатов обследования прогнозируют образование дефектов и разрушений, что в свою очередь позволяет оперативно определять места проведения ремонтных мероприятий, улучшающих уровень надёжности автодорог и обеспечивающих беспрепятственный, безопасный пропуск транспортных средств с расчётными скоростями в любых дорожно-климатических условиях.

Цель диагностики автомобильных дорог состоит в своевременном получении полной, объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог и изменении условий их работы [11], на основе которых выполняется оценка технического состояния автомобильных дорог на соответствие нормативным требованиям документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства.

Учебно-методическое пособие более глубоко ознакомит студентов с методикой проведения диагностики, способами обработки полученной информации, условиями назначения ремонтных работ в зависимости от имеющихся ресурсов. В нём рассмотрены вопросы организации проведения последовательности работ, изложена методика обработки полученной информации с последующим определением вида выполняемых мероприятий.

В пособии использованы выдержки из нормативно-технической документации, обеспечивающие более полное ознакомление студентов с действующими отраслевыми дорожными нормативами, что позволит максимально приблизить выполнение курсовой работы к реальным производственным условиям.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовая работа выполняется с целью закрепления полученных теоретических знаний и приобретения практических навыков определения технико-эксплуатационных показателей дороги путём обработки результатов полевых обследований, а также для назначения на основании полученных данных работ по ремонту, содержанию покрытия дороги и инженерных сооружений.

При выполнении курсовой работы заданный участок автомобильной дороги оценивают по обобщённому показателю качества дороги [1], включающий: комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги и инженерных сооружений, показатель инженерного оборудования и обустройства, показатель уровня эксплуатационного состояния дороги. На основании полученных данных строится линейный график транспортно-эксплуатационного состояния дороги, выявляются участки с неудовлетворительными показателями, на которые назначаются ремонтные мероприятия.

Назначение ремонтных мероприятий выполняется с учётом объёма финансирования, выделенного для ремонта или реконструкции обследуемого участка автодороги.

Прежде чем приступить к выполнению курсовой работы, необходимо внимательно изучить задание, рекомендуемую литературу и данное пособие.

При выполнении курсовой работы необходимо соблюдать следующие требования:

- пояснительная записка должна быть составлена в соответствии с требованиями ЕСКД, объёмом до 30 страниц, написанных или чернилами, или шариковой ручкой, или оформленных на компьютере;
- страницы выполняются со стандартными рамками и нумеруются в нижнем правом углу;
- рисунки и таблицы должны иметь название и порядковый номер;
- в конце пояснительной записки приводится список литературы, ссылки на которую даются в тексте (ставится порядковый номер из приводимого списка, заключённый в квадратные скобки);
- в текстовой части запрещаются сокращения, не принятые в технической литературе;
- пояснительная записка должна быть сброшюрована и иметь обложку с титульным листом, который выполняется в соответствии с прил. 1;
- графическая часть, в которой представлен линейный график транспортно-эксплуатационного состояния дороги, выполняется на миллиметровой бумаге или ватманском листе формата А2.

Курсовая работа выполняется в соответствии с [11, 12, 14, 15, 21] и включает следующие основные этапы (таблица):

Основные этапы курсовой работы

Наименование этапов	Процент выполнения от общего объёма
1. Изучение задания	1
2. Определение показателя транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги	40
3. Определение показателя инженерного оборудования и обустройства	10
4. Определение показателя уровня эксплуатационного состояния дороги	10
5. Построение линейного графика ТЭС АД	15
6. Выбор мероприятий по ремонту автомобильной дороги при различных условиях финансирования	20
7. Техника безопасности в процессе производства работ	3
8. Список используемой литературы	1

В пособии используются следующие понятия и определения:

диагностика автомобильных дорог и дорожных сооружений — обследование, сбор и анализ информации о параметрах, характеристиках и условиях функционирования дорог и дорожных сооружений, наличии дефектов и причин их появления, характеристиках транспортных потоков и другой необходимой для оценки и прогноза состояния дорог и дорожных сооружений в процессе дальнейшей эксплуатации;

дорожная конструкция – инженерное сооружение, состоящее из дорожной одежды и верхней части земляного полотна в пределах рабочего слоя;

дорожная одежда – многослойное искусственное сооружение, ограниченное проезжей частью автомобильной дороги, состоящее из дорожного покрытия, слоев основания и подстилающего слоя, воспринимающая многократно повторяющееся воздействие транспортных средств и погодно-климатических факторов и обеспечивающая передачу транспортной нагрузки на верхнюю часть земляного полотна;

дорожно-транспортное происшествие (ДТП) — явление, в результате движения транспортных средств или при его участии, при котором был нанесён ущерб транспортным средствам, грузам и др. сооружениям, а также погибли или были ранены люди;

качество дороги — степень соответствия всего комплекса показателей технического уровня, эксплуатационного состояния, инженерного оборудования и обустройства, а также уровня содержания нормативным требованиям;

контрольные испытания – то же, на отдельных контрольных точках с целью выявления закономерности изменения жесткости дорожной конструкции во времени;

линейные испытания – полевые испытания дорожных конструкций, проводимые равномерно вдоль обследуемого участка автомобильной дороги в объеме, достаточном для достоверной оценки их несущей способности;

оценка транспортно-эксплуатационного состояния — определение степени соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств автомобильных дорог, их основных параметров и характеристик;

потребительские свойства дороги — совокупность ее транспортно-эксплуатационных показателей (ТЭП АД), непосредственно влияющих на эффективность и безопасность работы автомобильного транспорта, отражающих интересы пользователей дорог и влияние на окружающую среду. К потребительским свойствам относятся обеспеченные дорогой: скорость, непрерывность, безопасность и удобство движения, пропускная способность и уровень загрузки движением; способность пропускать автомобили и автопоезда с разрешенными для движения осевыми нагрузками, общей массой и габаритами, а также экологическая безопасность;

прочность (несущая способность) дорожной конструкции – свойство, характеризующее способность дорожной конструкции воспринимать воздействие движущихся транспортных средств и погодно-климатических факторов;

расчётный период года – наиболее неблагоприятный по условиям увлажнения период года (обычно весенний), в течение которого прочность дорожных конструкций достигает минимальных значений;

технический уровень дорог — степень соответствия нормативным требованиям постоянных (не меняющихся в процессе эксплуатации или меняющихся только при реконструкции и капитальном ремонте) геометрических параметров и характеристик дороги и ее инженерных сооружений;

техничко-эксплуатационные качества или характеристики дороги (ТЭК АД) — характеристики надежности и работоспособности дороги как инженерного сооружения, к которым относят прочность дорожной одежды, ровность, шероховатость и сцепные качества покрытий, устойчивость земляного полотна и т.д.;

транспортно-эксплуатационное состояние дороги (ТЭС АД) — комплекс фактических значений параметров и характеристик технического уровня и эксплуатационного состояния на момент обследования и оценки, обеспечивающих ее потребительские свойства;

эксплуатационное состояние — степень соответствия нормативным требованиям переменных параметров и характеристик дороги, инженерного оборудования и обустройства, изменяющихся в процессе эксплуатации в результате воздействия транспортных средств, метеорологических условий и уровня содержания.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ И ТРЕБУЕМОЙ КАТЕГОРИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Определение фактической и требуемой категории является первоочередной задачей при оценке состояния дороги и планировании работ по ремонту, реконструкции и содержанию.

Фактическую категорию существующей дороги на момент обследования и оценки состояния определяют путем сопоставления основных геометрических параметров с нормативными. К указанным параметрам относят ширину проезжей части (ширину основной укрепленной поверхности), продольные уклоны и радиусы кривых в плане.

Если планируется выполнять работы на равнинной местности, то за критерий определения фактической категории дороги принимают ширину проезжей части или ширину основной укрепленной поверхности. В пересеченной местности фактическую категорию существующей дороги определяют по двум главным параметрам: ширине проезжей части и продольному уклону. В горной местности фактическую категорию дороги определяют по соответствию нормативным требованиям ширины проезжей части, продольных уклонов и радиусов кривых в плане.

Требуемая категория автомобильной дороги определяется по результатам замеров интенсивности движения. Интенсивность определяют для каждого микроучастка после примыкания или пересечения с другими автодорогами. При расхождении интенсивности более чем на 20 % участок дороги выделяется как характерный.

На одной дороге могут быть выделены участки различных категорий, отличающиеся по основным параметрам, протяженностью не менее 3 км на перегонах и 1 км на подходах к городам. При меньшей протяженности таких участков их категорию принимают такой же, как на основном протяжении дороги.

Фактическая и требуемая категория дороги определяется в соответствии с Правилами диагностики и оценки состояния автомобильных дорог по нижеследующей методике.

2.1. Определение фактической категории дороги

Главным геометрическим параметром для установления фактической категории дороги во всех случаях является фактическая ширина проезжей части. На дорогах или участках дорог значительной протяженности, где при строительстве, реконструкции или ремонте устроены краевые укрепительные полосы, имеющие однотипное покрытие с проезжей частью, таким параметром служит ширина основной укрепленной поверхности, включающая в себя ширину проезжей части и краевых укрепительных полос.

При определении фактической категории дорог II – V технических категорий необходимо учитывать, что ширину проезжей части или ширину основной укрепленной поверхности принимают в зависимости от их фактических размеров (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Фактическая категория дороги в зависимости от ширины проезжей части и основной укрепленной поверхности [11, с.16]

Фактическая ширина, м	Категория дороги			
	II (две полосы)	III	IV	V
Проезжей части	более 7,4	6,9-7,4	5,8-6,8	до 4,8
Основной укрепленной поверхности	более 9,0	8,1-9,0	7,0-8,0	до 5,6

Примечание. При определении фактической категории дороги не учитывают участки с дополнительной полосой проезжей части на затяжных подъемах, на пересечениях и примыканиях, в местах автобусных остановок и площадок отдыха, обустроенных переходно-скоростными полосами.

К дорогам категории I-A относят дороги, имеющие несколько отдельных проезжих частей (каждая по две и более полосы движения), с разделительными полосами, в т.ч. разметкой или разделительными барьерами между ними, и пересечения в разных уровнях с другими автомобильными или железными дорогами.

К дорогам категории I-B относят дороги, имеющие две отдельные проезжие части (каждая по две и более полосы движения), с разделительной полосой, в т.ч. разметкой или разделительным барьером безопасности между ними.

К дорогам категории II относят: участки с 1-й или 2-й проезжими частями, с разделительной полосой (разметкой, ограждения безопасности).

В пересеченной местности фактическую категорию существующей дороги определяют по двум главным параметрам: ширине проезжей части и продольному уклону (табл. 2.2).

В горной местности фактическую категорию дороги определяют по соот-

ветствию нормативным требованиям ширины проезжей части, продольных уклонов и радиусов кривых в плане (табл. 2.3).

Таблица 2.2

Фактическая категория дороги в зависимости от максимального продольного уклона [11, с. 17]

Фактическая категория дороги	I-A	I-B, II	I-B, III	IV	V
Максимальный продольный уклон, ‰	40	50	60	70	90

Таблица 2.3

Фактическая категория дороги в зависимости от минимального радиуса кривых в плане [11, с. 17]

Фактическая категория дороги	I-A	I-B, II	I-B, III	IV	V
Минимальный радиус кривых в плане, м	250	125	100	60	30

При определении фактической категории дороги в пересечённой и горной местности допускается не учитывать наличие отдельных участков с продольными уклонами больше или с радиусами кривых в плане меньше нормативных для категории дороги, установленной по ширине проезжей части. Общая протяжённость указанных участков не должна превышать 10 % всей протяжённости дороги. При большей протяжённости таких участков с продольными уклонами больше или радиусами кривых в плане меньше нормативных для категории дороги, установленной по ширине проезжей части, последняя понижается на одну категорию.

2.2. Определение требуемой категории дороги

Требуемую категорию дороги на момент обследования определяют на основании данных о фактической годовой среднесуточной интенсивности движения, полученной в год обследования. Допускается с целью определения требуемой категории дороги использовать данные об интенсивности движения за предыдущий год.

В случае, когда фактическая среднегодовая интенсивность движения превышает расчетную для данной категории дороги по СНиП 2.05.02-85, принимают решение о необходимости реконструкции существующей дороги с переводом ее в более высокую категорию.

На основании данных проведённых замеров определяем ширину проезжей части, основной укрепленной поверхности и краевых укрепленных полос. Результаты заносим в табл. 2.4 .

Таблица 2.4

Ведомость ширины проезжей части, типа покрытия, краевых укрепленных полос и основной укрепленной поверхности [11, с.104]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Ширина проезжей части $V_{п}$ (Г), м	Тип покрытия	Ширина краевых укрепленных полос a_y , м		Ширина основной укрепленной поверхности V_1 (Г), м
			слева	справа	

Рекомендуемую при реконструкции категорию дороги определяют проектные организации на основании данных о перспективной интенсивности движения, полученных путем прогноза и технико-экономических расчётов.

В случае, когда проезжая часть и краевые укрепленные полосы или проезжая часть и укрепленные обочины имеют один тип покрытия и между этими элементами нет четко видимых различий (например, для гравийных и щебеночных покрытий), ширину краевых укрепленных полос или укрепленных обочин условно принимают по формуле

$$a_y = (V_1 - V_{п}) / 2, \text{ м}, \quad (2.1)$$

где a_y - ширина краевой укрепленной полосы или укрепленной обочины, имеющих одинаковый с проезжей частью тип покрытия, м;

V_1 - общая ширина укрепленной поверхности, имеющая один тип покрытия, м;

$V_{п}$ - ширина проезжей части, соответствующая данной категории дороги, определенной в зависимости от ширины основной укрепленной поверхности.

ПРИМЕР

(здесь и далее по тексту рассматриваемые примеры выделены курсивом)

В результате обследования участка автомобильной дороги определена фактическая ширина укрепленной поверхности на различных микроучастках. Так как нет возможности определить четкие границы между проезжей частью и укрепительной полосой, имеющей одинаковый тип покрытия с проезжей частью, фактическую категорию дороги принимаем исходя из ширины основной укрепленной поверхности.

На микроучастке км 71+000 – км 72+100 автомобильную дорогу по ширине основной укрепленной поверхности можно отнести к III технической категории (см. табл. 2.1). Микроучасток км 72+100 до конца рассматриваемого участка дороги относим к IV технической категории.

Таблица 2.4.1

Ведомость промеров ширины проезжей части [11, с. 104]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Ширина проезжей части B_{II} (Г), м	Тип покрытия	Ширина краевых укрепленных полос a_{y} , м		Ширина основной укрепленной поверхности B_I (Г), м
			слева	справа	
71+000		асфальтобетон			8,1
71+700		асфальтобетон			8,4
72+100		асфальтобетон			7,4
72+500		асфальтобетон			7,7
73+200		асфальтобетон			8,0
73+700		асфальтобетон			9,0
73+900		асфальтобетон			7,0

Определяем ширину проезжей части для принятых категорий дорог [15]:
 III техническая категория – 7 м., IV техническая категория – 6 м.

Определяем ширину краевых укрепленных полос слева и справа от проезжей части по формуле (2.1). Полученные значения заносим в табл. 2.4.2.

Таблица 2.4.2

Ведомость ширины проезжей части, типа покрытия, краевых укрепленных полос и основной укрепленной поверхности [11, с. 104]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Тип покрытия	Ширина проезжей части B_{II} (Г), м	Ширина краевых укрепленных полос a_{y} , м		Ширина основной укрепленной поверхности B_I (Г), м
			слева	справа	
71+000	а/б	7	0,55	0,55	8,1
71+700	а/б	7	0,7	0,7	8,4
72+100	а/б	6	0,7	0,7	7,4
72+500	а/б	6	0,85	0,85	7,7
73+200	а/б	6	1,0	1,0	8,0
73+700	а/б	(9)	-	-	(9)

Адрес начала микроучастка, км + ...	Тип покрытия	Ширина проезжей части V_{II} (Г), м	Ширина краевых укрепленных полос a_y , м		Ширина основной укрепленной поверхности, V_I (Г), м
			слева	справа	
73+900	а/б	6	0,5	0,5	7,0

В задании дана среднесуточная интенсивность движения для различных транспортных средств. Определяем требуемую категорию дороги для данных микроучастков. Одновременно со среднесуточной интенсивностью движения определяем долю автобусов, грузовых и легковых автомобилей в транспортном потоке. Полученные значения заносим в табл. 2.5 и определяем % от общего числа автомобилей, участвующих в движении. В скобках проставляется фактическая интенсивность движения.

Таблица 2.5

Ведомость интенсивности и состава движения [11, с. 108]

Адрес начала микроучастка км. + ...	Среднегодовая интенсивность движения, авт./сут.	Доля автомобильного парка, % (интенсивность движения)		
		легковые	грузовые	автобусы
71+000	2800	51 (1428)	44 (1232)	5 (140)
Прив. авт./сут	4242	1428	2464	350

Требуемую категорию дороги определяют по табл. 2.5.1 и 2.5.2.

Таблица 2.5.1

Категория автомобильных дорог в зависимости от расчетной интенсивности движения [15, с. 10]

Категория автомобильной дороги	Расчетная интенсивность движения, приведенных ед./сут	
IA (автомагистраль)	Свыше 14000	
IB(скоростная дорога)	То же	
Обычные дороги	IB	" 14000
	II	" 6000
	III	" 2000 до 6000
	IV	" 200 " 2000
	V	" 200

При определении расчетной интенсивности, коэффициенты приведения интенсивности движения различных транспортных средств к легковому автомобилю следует принимать по табл. 2.5.2.

Таблица 2.5.2

Типы транспортных средств в зависимости от коэффициента приведения [15, с.11]

Типы транспортных средств	Коэффициент приведения
Легковые автомобили и мотоциклы, микроавтобусы	1,0
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2 включительно	1,3
свыше 2 " 6 "	1,4
" 6 " 8 "	1,6
" 8 " 14 "	1,8
" 14 "	2,0
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12 включительно	1,8
свыше 12 " 20 "	2,2
" 20 " 30 "	2,7
" 30 "	3,2
Автобусы малой вместимости	1,4
То же, средней вместимости	2,5
То же, большой вместимости	3,0
Автобусы сочлененные и троллейбусы	4,6

Примечание - Коэффициенты приведения для специальных автомобилей следует принимать как для базовых автомобилей соответствующей грузоподъемности.

По определённой интенсивности движения требуемая категория дороги для рассматриваемого участка – III (см. табл. 2.5.1). В связи с фактической интенсивностью движения, соответствующей III технической категории на микроучастках рассматриваемой автомобильной дороги, где значения были приняты для IV технической категории, необходимо назначить ширину проезжей части, соответствующую III категории (7 м), и пересмотреть ширину краевых укрепленных полос.

Увеличение ширины проезжей части за счёт укрепительной полосы без предусмотрения её переустройства может применяться лишь в случаях, когда она выполнена по типу конструкции проезжей части, а максимальные продольные уклоны и минимальные радиусы кривых в продольном профиле на дорогах, проходящих по пересеченной и горной местности соответствуют принятой вновь категории дороги.

Таблица 2.5.3

Ведомость ширины проезжей части, типа покрытия, краевых укрепленных полос и основной укрепленной поверхности [11, с. 104]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Тип покрытия	Ширина проезжей части $B_{П}$ (Г), м	Ширина краевых укрепленных полос a_{γ} , м		Ширина основной укрепленной поверхности B_l (Г), м
			слева	справа	
71+000	а/б	7	0,55	0,55	8,1
71+700	а/б	7	0,7	0,7	8,4
72+100	а/б	7	0,2	0,2	7,4
72+500	а/б	7	0,35	0,35	7,7
73+200	а/б	7	0,5	0,5	8,0
73+700	а/б	(9)	-	-	(9)
73+900	а/б	7	0	0	7,0

Для искусственных сооружений составляется ведомость высоты бордюра (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Ведомость высоты бордюра [11, с. 105]

Адрес микроучастка, км + ...		Высота бордюра, м
Начало	Конец	
73+700	73+900	0,3

Полученные значения ширины краевых укрепленных полос подставим в табл. 2.7 и, учитывая ширину укрепленной и неукрепленной обочин, приведенных в задании, определим общую ширину обочин на микроучастках.

Таблица 2.7

Ведомость характеристики обочин [11, с. 105]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Ширина обочины $B_{об}$, м	Тип укрепления и его ширина, м			
		а/б, ц/б, щебень, укрепленный вяжущим	щебень, гравий	засев трав	неукрепленные
71+000	3,0	0,55	2,1	-	0,35
71+700	3,2	0,7	2,0	-	0,5
72+100	2,7	0,2	2,2	-	0,3
72+500	2,9	0,35	2,1	-	0,45
73+200	3,1	0,5	2,0	-	0,6
74+000	2,8	0	2,3	-	0,5

3. ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

3.1. Значение коэффициента обеспеченности расчётной скорости

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния дороги осуществляют по степени соответствия основных параметров и характеристик нормативным значениям, которые приняты за её потребительские свойства.

К потребительским свойствам относятся: обеспеченная дорожной скоростью, непрерывность, удобство и безопасность движения, пропускная способность, способность пропускать автомобили и автопоезда с осевой нагрузкой и общей массой, установленными для соответствующих категорий дорог.

Скорость движения транспортных средств – это показатель, который в наибольшей степени отражает основные транспортно-эксплуатационные характеристики автомобильной дороги, данный показатель выражается через коэффициент обеспеченности расчётной скорости.

Эксплуатационный коэффициент обеспеченности расчетной скорости – это отношение фактической максимальной скорости, обеспеченной по условиям безопасного движения, одиночного легкового автомобиля на каждом участке ($V_{ф\ max}$) к расчетной скорости для данной категории дороги и рельефа местности (V_p):

$$K_{PCЭ} = \frac{V_{ф.max}}{V_p}, \quad (3.1)$$

Фактическая максимальная скорость одиночного легкого автомобиля, при которой движения осуществляется «безопасно» в условиях влажного покрытия летом при температуре окружающего воздуха 20 °С и относительной влажности воздуха 50 %, атмосферном давлением 1013 Па и отсутствии ветра. Для этого случая эксплуатационный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $K_{рс.э} \geq 1$.

В случае неблагоприятных погодных условиях допускается снижение обеспеченной скорости до 25 %, а в исключительных случаях (дождей, штормов, сильных ветров, гололеда, снегопадов, туманов и др.) до 50 % ($K_{рс.э} \geq 0,5$).

V_p – расчетная скорость для дороги соответствующей категории, $V_p^B = 120$ км/ч.

При оценке качества состояния дорог различных технических категорий для возможности их сравнения рассматривают коэффициент обеспеченности расчётной скорости, который равен отношению $V_{ф\ max}$ к базовой расчетной скорости $V_{бр} = 120$ км/ч. За базовую расчётную скорость принимают расчётную скорость движения для участка автомобильной дороги II технической категории, проходящей в равнинной местности:

$$K_{PC} = \frac{V_{\Phi.\max}}{V_{PB}} V_{\Phi.\max}/120 \quad (3.2)$$

Использование этой методики дает возможность диагностировать и сравнивать качество всех дорог по одному показателю. В практических расчетах рекомендуется использовать K_{PC} (коэффициент обеспеченности расчетной скорости).

Зависимость между коэффициентом обеспеченности расчётной скорости и эксплуатационным коэффициентом обеспеченности расчетной скорости имеет вид

$$K_{PCЭ} = \frac{V_P^E}{V_P} K_{PC} \quad (3.3)$$

или

$$K_{PCЭ} = 120K_{PC}/V_P \quad (3.4)$$

Определить максимальную обеспеченную по условиям безопасности движения скорость одиночного легкового автомобиля возможно экспериментальными или расчетно-аналитическим методами:

Экспериментальный метод:

а) измеряют скорость одиночных легковых автомобилей (при свободных условиях движения) или скорость одиночного автомобиля, идущего во главе группы (при частично связанных условиях движения), выполняют не менее 30 замеров в каждом створе, на основе замеров строят кумулятивную кривую распределения скоростей, а за фактическую максимальную принимают скорость 85 % обеспеченности;

б) измеряют скорость всех автомобилей (легковых и грузовых) и строят кумулятивную кривую распределения скоростей транспортного потока, а за фактическую максимальную принимают скорость 95 % обеспеченности. При необходимости определения средней скорости движения наданной кривой находят скорость движения, соответствующую 50 % обеспеченности, которую принимают за среднюю скорость движения всего транспортного потока на рассматриваемом участке автодороги;

В результате обработки измерений или вычислений для каждого участка дороги получают фактическую максимальную и среднюю скорость транспортного потока (рис. 3.1).

Для предварительной или ориентировочной оценки допускается определять максимальную скорость методом следования за лидером.

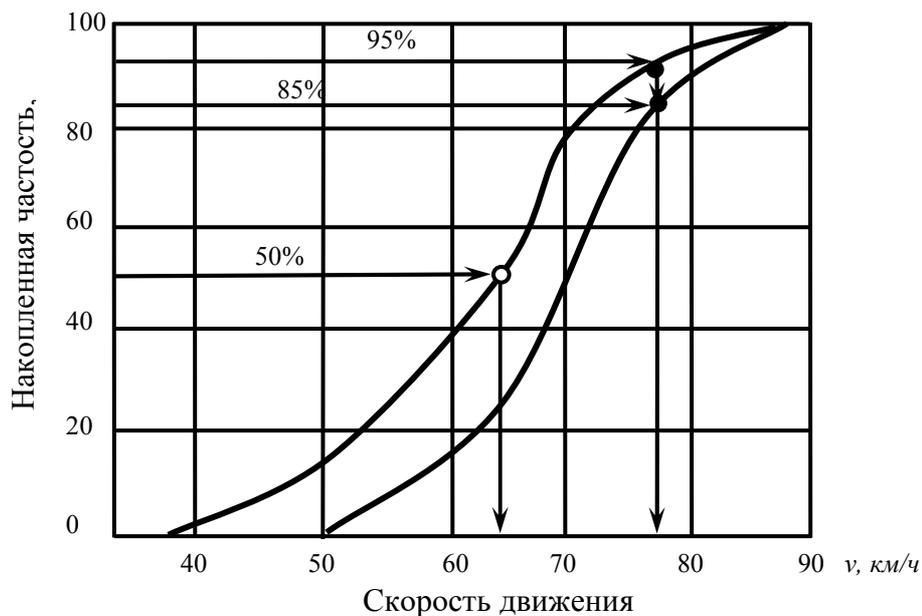


Рис. 3.1. Пример определения фактической максимальной и средней скорости движения транспортного потока [21, с. 15]

При этом скорость на каждом километре определяют по спидометру легкового автомобиля, который движется за одиночным или головным автомобилем. На каждом участке осуществляют не менее 3-4 проездов, по результатам которых определяют среднюю скорость. За фактическую максимальную принимают скорость на 10-20 % выше средней из замеров.

При отсутствии необходимых измерений на оцениваемом участке максимальную скорость определяют аналитически, исходя из требований к геометрическим параметрам и транспортно-эксплуатационным характеристикам. Однако следует учитывать влияние погодных факторов на состояние дороги, взаимодействие автомобиля с дорогой и восприятие водителем условий движения.

При определении коэффициентов обеспеченности расчётной скорости аналитическим методом учитывают следующие особенности:

а) не принимают во внимание общие ограничения скорости, предусмотренные Правилами дорожного движения, и местные ограничения скорости (в населённых пунктах, на переездах железных дорог, на пересечениях с другими дорогами, на кривых малых радиусов, в зоне автобусных остановок, в зонах действия дорожных знаков);

б) в случае резкого различия условий движения по дороге в разных направлениях (например, на затяжных уклонах горных дорог), кроме дорог I категории, величину коэффициента обеспеченности расчётной скорости принимают по наименьшему значению из двух направлений движения; на дорогах I категории следует выполнять оценку их состояния по направлениям движения отдельно;

в) не учитывают участки постепенного перехода скорости от одного значения к другому, то есть строят ступенчатую эпюру показателей.

3.2. Оценка потребительских свойств по обобщённому показателю качества и состояния дороги

Потребительские свойства дороги оценивают в осенне-весенней период года, когда покрытие имеет влажную или мокрую поверхность и все достоинства и недостатки дороги проявляются наиболее полно. Такой период по условиям безопасности движения транспортных средств можно принимать за расчётный. В сухое тёплое время года при благоприятных условиях погоды фактические транспортно-эксплуатационные показатели могут быть выше, чем в осенне-весенний период. Поэтому результаты обследований, выполненных в сухое теплое время года, приводятся к расчетным весенним условиям работы дороги.

Конечным результатом оценки является обобщенный показатель качества и состояния дороги (P_d), включающий в себя комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги ($K_{ПД}$), показатель инженерного оборудования и обустройства ($K_{ОБ}$) и показатель уровня эксплуатационного содержания ($K_Э$):

$$P_d = K_{ПД} \cdot K_{ОБ} \cdot K_Э. \quad (3.5)$$

Показатели P_d , $K_{ПД}$, $K_{ОБ}$, $K_Э$ являются критериями оценки качества и состояния дороги. Они позволяют провести сравнительный анализ фактических и нормативных показателей и определить величину возможного отклонения.

В неблагоприятных условиях погоды осенне-весеннего периода года допускается снижение требований к показателю транспортно-эксплуатационного состояния дороги ($K_{ПД}$), но не более чем на 25 %. Эти значения принимают за предельно допустимые ($K_{Пп}$). Фактические значения могут колебаться от 0,15 до 1,25 и более (табл. 3.1):

Таблица 3.1

Нормативные $K_{Пн}$ (числитель) и предельно-допустимые $K_{Пп}$ (знаменатель) значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дорог [11, с. 41]

Категория дороги	Основная расчетная скорость, км/ч	На основном протяжении	На трудных участках местности	
			пересеченной	горной
I-а	150	1,25/0,94	1,0/0,75	0,67/0,50
I-б, II	120	1,0/0,75	0,83/0,62	0,5/0,36
I-в, III	100	0,83/0,62	0,67/0,50	0,42/0,33

Категория дороги	Основная расчетная скорость, км/ч	На основном протяжении	На трудных участках местности	
			пересеченной	горной
IV	80	0,67/0,50	0,50/0,38	0,33/0,25
V	60	0,5/0,38	0,33/0,25	0,25/0,17

Примечание: К трудным участкам пересечённой местности относятся рельеф, прорезанный часто чередующимися глубокими долинами, с разницей отметок долин и водоразделов более 50 м, на расстоянии не свыше 0,5 км, с глубокими боковыми балками и оврагами, с неустойчивыми склонами. К трудным участкам горной местности относятся перевалы через горные хребты и участки горных ущелий со сложными, сильноизрезанными или неустойчивыми склонами.

Нормативным считается такое состояние дороги, при котором её параметры и характеристики обеспечивают значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния не ниже нормативного ($K_{Пд} \geq K_{Пн}$) в течение всего осенне-весеннего периода. Допустимым, но требующим улучшения и повышения уровня содержания считается такое состояние дороги, при котором её параметры и характеристики обеспечивают значение комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния в осенне-весенний период ниже нормативного, но не ниже предельно допустимого.

За нормативную величину показателя инженерного оборудования и обустройства принимают $K_{ОБ} = 1$, который обеспечивается при наличии и соответствии требованиям стандартов и других нормативных документов основных элементов инженерного оборудования и обустройства дорог: дорожных знаков, ограждений, разметки, примыканий, пересечений автомобильных дорог с автомобильными и железными дорогами, автобусных остановок и площадок отдыха, тротуаров и пешеходных дорожек в населенных пунктах, освещения. Фактические значения величины $K_{ОБ}$ могут колебаться от 0,9 до 1,0.

За нормативную величину показателя уровня эксплуатационного содержания принимают $K_{Э} = 1,0$, который обеспечивается средним уровнем содержания. Фактические значения величины $K_{Э}$ могут колебаться от 0,9 до 1,1.

В зависимости от целей и задач оценки она может быть выполнена как по обобщённому показателю качества и состояния, так и отдельно по комплексному показателю транспортно-эксплуатационного состояния ($K_{Пд}$), показателю инженерного оборудования и обустройства ($K_{ОБ}$) или по показателю уровня эксплуатационного содержания ($K_{Э}$).

3.3. Оценка потребительских свойств дороги по комплексному показателю транспортно-эксплуатационного состояния

Для оценки влияния отдельных параметров и характеристик дорог на комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния (КП_Д) определяют частные коэффициенты обеспеченности расчётной скорости на каждом характерном участке.

Значение итогового коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{PCi}^{ИТОГ}$ на каждом участке для осенне-весеннего расчётного по условиям движения периода года принимают равным наименьшему из всех частных коэффициентов на этом участке:

$$K_{PCi}^{ИТОГ} = K_{PCi}^{\min} \quad (3.6)$$

Для получения итогового значения коэффициента обеспеченности расчётной скорости определяют частные коэффициенты, учитывающие ширину основной укрепленной поверхности и ширину габарита моста K_{PC1} ; ширину и 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} ; продольную ровность покрытия K_{PC6} ; коэффициент сцепления колеса с покрытием K_{PC7} , состояние и прочность дорожной одежды K_{PC8} ; ровность в поперечном направлении (глубину колеи) K_{PC9} ; безопасность движения K_{PC10} .

Прежде чем приступить к определению фактических значений комплексного показателя транспортно - эксплуатационного состояния дороги, рассмотрим значения нормативного и предельно допустимого показателя на основном протяжении (если необходимо по заданию, то и на трудных участках пересечённой или горной местности). Для III технической категории, согласно табл. 3.1, нормативный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги равен $KПн=0,83$, а предельно допустимый $KПн=0,62$ (для пересечённой местности – $KПн=0,67$, $KПн=0,5$).

3.3.1. Определение частного показателя K_{PC1} , учитывающего ширину основной укрепленной поверхности и габарит моста

При движении автомобилей по автодороге ширина, называемая «психологическим коридором», оценивается по влиянию ширины укрепленной поверхности на обеспеченность расчетной скорости.

Психологический коридор – ширина дороги, оказывающая психологическое воздействие на водителя при выборе скорости, траектории движения [1]. Ее определяют, рассматривая рис. 3.2, по формуле

$$B = (C + K + 2x) / 2 + Z, \quad (3.7)$$

где B – ширина психологического коридора;

C – габаритный размер транспортного средства по ширине;

К – колея автомобиля;

X – расстояние от оси проезжей части до ближайшего края автомобиля;

Z – расстояние от колеи автомобиля до края укрепленной поверхности;

Y – укрепительная полоса;

Y₀ – расстояние от колеи автомобиля до кромки проезжей части;

B₁ – ширина укрепленной поверхности;

B_п – ширина проезжей части.

При уменьшении ширины укрепленной поверхности происходит уменьшение психологического коридора и наоборот. С учетом этого фактора под влиянием интенсивности изменяется и скорость движения транспортных средств.

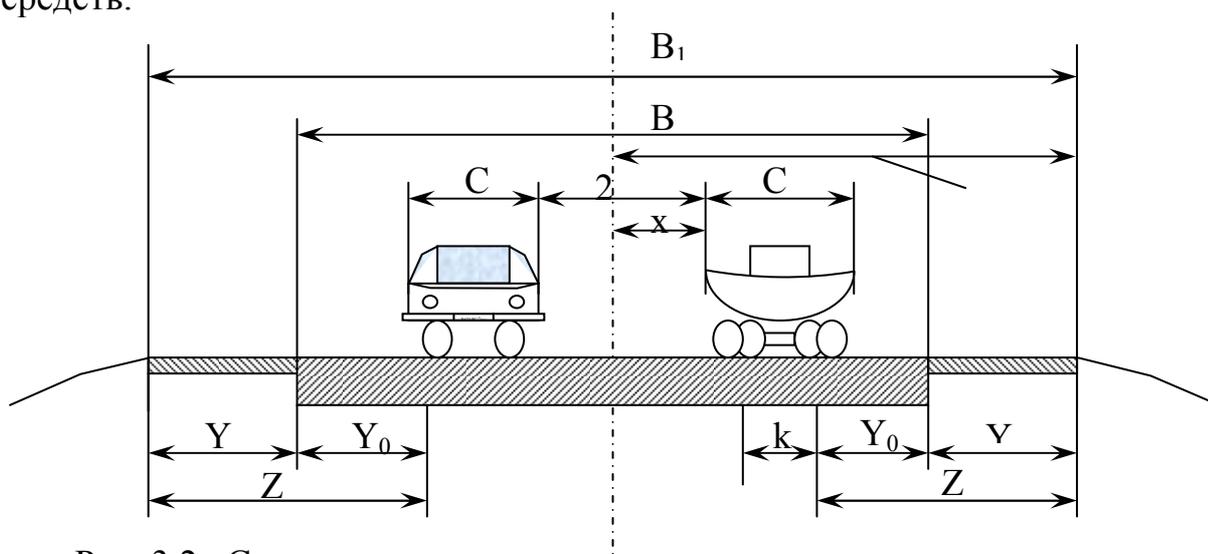


Рис. 3.2. Схема для определения величины психологического коридора

Для оценки влияния психологического коридора предложены зависимости, позволяющие определить фактическую максимальную скорость ($V_{\text{фмакс}}$) и коэффициент обеспеченности расчетной скорости ($K_{\text{р.с.}}$) [21, с.20]:

$$V_{\text{фмакс}} = K_1(B_{1\text{ф}} - B); \quad (3.8)$$

$$K_{\text{р.с.}} = K_2(B_{1\text{ф}} - B), \quad (3.9)$$

где K_1 и K_2 – коэффициенты, учитывающие интенсивность и схему движения;

B – минимальная ширина психологического коридора для разных расчетных схем, которая в зависимости от интенсивности движения и категории дороги колеблется от 3,1 до 8,5;

$B_{1\text{ф}}$ – ширина чистой, фактически используемой для движения проезжей части.

При наличии краевых укрепленных полос

$$B_{1\text{ф}} = (B_{\text{п}} + 2a_y) * K_y, \quad (3.10)$$

где $B_{\text{п}}$ - ширина проезжей части, м;

a_y - ширина краевой укрепленной полосы, м;

K_y - коэффициент, учитывающий влияние вида и ширины укрепления на фактически используемую для движения ширину основной укрепленной поверхности (коэффициент используемой ширины основной укрепленной поверхности), принимают по табл. 3.2.

Таблица 3.2

Значения коэффициента использования ширины основной укрепленной поверхности [11, с. 48]

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

Примечания: 1. В числителе - для дорог I- II категорий, в знаменателе - для дорог III-V категорий.

2. Значения K_y даны для ширины полосы укрепления обочины 1,0 м и более. При меньшей ширине полосы укрепления значения K_y принимают для укрепления асфальтобетоном или другими обработанными вяжущими материалами как для укрепления щебнем или гравием; для укрепления щебнем или гравием - как для укрепления засевом трав, а для укрепления засевом трав - как для неукрепленной обочины

По величине основной укрепленной поверхности определяют значения частного коэффициента K_{PC1} по табл. 3.3 – 3.6.

Если по результатам оценки краевые укрепленные полосы отсутствуют, то ширину чистой фактически используемой для движения проезжей части определяют:

$$B_{1ф} = B_{п} * K_y, \text{ м.} \quad (3.11)$$

На мостах, путепроводах, эстакадах

$$B_{1\phi} = \Gamma - 3h_{\text{б}}, \text{ м}, \quad (3.12)$$

где Γ - габарит моста, м;

$h_{\text{б}}$ - высота бордюра, м.

Таблица 3.3

Значения частного коэффициента расчётной скорости K_{PC1}
для двухполосных дорог [11, с. 49]

Ширина чистой используемой для движения укреплённой поверхности $B_{1\phi}$, м	Интенсивность движения авт./сут (физических ед.)			
	менее 600	600 - 1200	1200 - 3600	3600 – 10000
4,50	0,58	0,25	-	-
4,75	0,68	0,33	-	-
5,0	0,79	0,41	-	-
5,25	0,88	0,50	-	-
5,50	1,0	0,58	-	-
5,75	1,10	0,64	-	-
6,0	1,20	0,75	0,65	-
6,25	1,25	0,84	0,71	-
6,50	-	0,93	0,78	0,61
6,75	-	1,0	0,85	0,68
7,0	-	1,07	0,91	0,75
7,25	-	1,13	0,98	0,82
7,50	-	1,19	1,05	0,88
7,75	-	1,25	1,12	0,94
8,0	-	1,30	1,18	1,0
8,25	-	-	1,25	1,05
8,50	-	-	1,30	1,10
8,75	-	-	-	1,15
9,0	-	-	-	1,20
9,25	-	-	-	1,25
9,50	-	-	-	1,30

Таблица 3.4

Значения частного коэффициента расчётной скорости K_{PC1}
для трёхполосных дорог [11, с. 50]

Ширина чистой используемой для движения укреплённой поверхности $B_{1\phi}$, м	Значения K_{PC1}	
	с разметкой	при отсутствии разметки
10,50	0,8	0,7
10,75	0,83	0,72
11,00	0,86	0,74
11,25	0,88	0,76
11,50	0,9	0,78
11,75	0,95	0,80
12,00	0,99	0,81
12,25	1,03	0,82
12,50	1,08	0,83
12,75	1,10	0,85
13,00	1,15	0,87
13,25	1,18	0,92
13,50	1,22	0,97
13,75	1,25	1,02
14,00	-	1,07

Примечание: Приведённые в табл. 3.4 значения действительны при интенсивности движения более 7000 авт./сут. При меньшей интенсивности для дорог с шириной укреплённой поверхности 10,5 м. принимают $K_{PC1} = 1,10$ при отсутствии разметки и $K_{PC1} = 1,25$ при наличии разметки.

Ширину психологического коридора и основной укреплённой поверхности определяют для каждого характерного участка дороги. За характерные по ширине укрепленной поверхности принимают участки с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос - участки дороги с одинаковой шириной проезжей части. При этом не учитывают колебания ширины в пределах до 0,20 м. При уменьшении или увеличении на смежном участке ширины основной укрепленной поверхности более чем на 0,20 м такой участок выделяют в характерный. Если разница в ширине $B_{1\phi}$ на смежных участках превышает 0,5 м, то участок с меньшей шириной относят к местным сужениям, в длину которого включают зоны влияния по 75 м от начала и конца сужения.

Таблица 3.5

Значения частного коэффициента расчётной скорости K_{PC1}
 для двухполосной проезжей части четырёхполосных дорог [11, с. 50]

Ширина чистой используемой для движения укреплённой поверхности $B_{1Ф}$, м	Значения K_{PC1} при ширине разделительной полосы	
	до 5 м	более 5 м
6,0	0,50	0,55
6,25	0,59	0,64
6,50	0,67	0,72
6,75	0,75	0,80
7,0	0,83	0,88
7,25	0,9	0,95
7,50	0,95	1,00
7,75	1,0	1,05
8,0	1,05	1,10
8,25	1,10	1,15
8,50	1,15	1,20
8,75	1,20	1,23
9,0	1,25	1,26
9,25	1,29	1,29
9,50	1,32	1,32
9,75	1,35	1,35

Таблица 3.6

Значения частного коэффициента расчётной скорости K_{PC1}
для многополосных магистралей [11, с. 51]

Ширина чистой используемой для движения укреплённой поверхности одного направления $B_{1Ф}$, м	Значения K_{PC1} при ширине разделительной полосы	
	до 5 м	более 5 м
Шестиполосные дороги		
10,50	0,75	0,8
10,75	0,80	0,85
11,00	0,85	0,90
11,25	0,92	0,96
11,50	0,98	1,03
11,75	1,05	1,10
12,00	1,10	1,15
12,25	1,15	1,20
12,50	1,20	1,25
12,75	1,25	1,30
13,00	1,30	1,35
Восьмиполосные дороги		
15,00	0,75	0,80
15,25	0,80	0,85
15,50	0,85	0,90
15,75	0,95	1,00
16,00	1,05	1,10
16,25	1,15	1,20
16,50	1,20	1,25
16,75	1,25	1,30
17,00	1,30	1,35

Результаты определения K_{PC1} заносят в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Ведомость результатов определения K_{PC1} [11, с. 110]

Адрес начала микроучастка, км + ...	B_1 ($B_{П}$), м	K_y	Γ , м	h_B , м	$B_{1Ф}$, м	K_{PC1}

Частный коэффициент K_{PC1} определяется исходя из ширины проезжей части и краевых укрепительных полос, принимаемых по табл. 2.4.3. На микроучастках с км 71+000 по км 73+700 ширина краевых укрепленных асфальтобетоном полос составляет менее 1 м. В этом случае коэффициент, учитывающий влияние вида укрепления, принимается для укрепления слоем щебня или гравия. Для III технической категории $K_y = 0,96$. Расчёт выполняем по формуле (3.10).

Для микроучастка км 71+000 – км 71+700 ширина чистой фактически используемой для движения полосы равна

$$B_{1\phi} = (7 + 2 * 0,55) * 0,96 = 7,78. \quad (3.10.1)$$

Для микроучастка км 73 + 900 значения коэффициента, учитывающего влияние вида укрепления, принимается для укрепления щебнем или гравием, но в связи с отсутствием укрепительной полосы, используемой для движения транспортных средств, расчёт ведётся по формуле.

$$B_{1\phi} = 7 * 0,96 = 6,72. \quad (3.11.1)$$

На мосту ширину фактической используемой для движения проезжей части определяем по формуле (3.12).

$$B_{1\phi} = 9 - 3 * 0,3 = 8,1. \quad (3.12.1)$$

Полученные значения заносят в табл. 3.7.1.

Таблица 3.7.1

Адрес начала микроучастка, км + ...	B_l (B_{II}), м	K_y	Γ , м	h_B , м	$B_{1\phi}$, м	K_{PC1}
71+000	8,1	0,96	-	-	7,78	1,13
71+700	8,4	0,96	-	-	8,06	1,19
72+100	7,4	0,96	-	-	7,1	0,93
72+500	7,7	0,96	-	-	7,39	1,01
73+200	8,0	0,96	-	-	7,68	1,11
73+700	-	-	9	0,3	8,1	1,20
73+900	(7)	0,96	-	-	6,72	0,84

При выполнении курсовой работы расчёт $B_{1\phi}$ отражается в пояснительной записке для каждого микроучастка. По табл. 3.3 определяют частный показатель K_{PC1} .

Рассмотрев влияние ширины чистой фактически используемой для движения проезжей части на коэффициент обеспеченности расчётной

скорости, приступают к рассмотрению влияния ширины обочины и вида укрепления.

3.3.2. Определение частного показателя K_{PC2} , учитывающего ширину и состояние обочин

На скорость движения оказывают непосредственное влияние обочины (вид, ширина, состояние).

В общем случае в состав обочины входят краевая укрепленная полоса, укрепленная полоса для остановки автомобилей и придорожная полоса. За характерные по ширине обочин принимают отрезки дороги с их одинаковой шириной. Если ширина правой и левой обочин разная, в расчет принимают меньшую. При выделении характерных участков не учитывают колебания ширины обочины в пределах до 0,10 м при общей ширине обочины до 1,5 м и в пределах до 0,20 м при ширине обочины более 1,5 м. В случае изменения ширины обочины на величину, больше указанных (0,10 м и 0,20 м), участок выделяют в характерный. Существует зависимость влияния ширины и типа укрепления на коэффициент обеспеченности расчетной скорости (рис. 3.3).

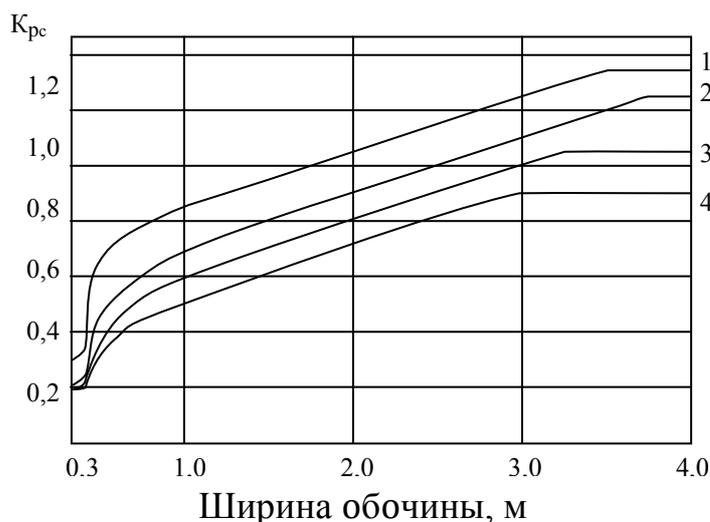


Рис. 3.3. Влияние вида и ширины укрепления на коэффициент обеспеченности расчётной скорости [21, с.27]:

- 1 - обочина укреплена цементобетонном, асфальтобетоном, каменными материалами, обработанными вяжущим;
- 2 - обочина укреплена щебнем или гравием;
- 3 - обочина укреплена засевом трав;
- 4 - обочина не укреплена

Если обочина имеет несколько видов укреплений, в том числе сочетание укрепленных и неукрепленных полос, значения K_{PC2} определяют как средневзвешенную величину для данных типов укрепления:

$$K_{PC2} = \frac{\sum_{i=1}^n b_i \cdot K_{PC2i}}{B_{OB}} \quad (3.13)$$

где b_i – ширина полосы обочины с различным типом укрепления, м;
 K_{PC2i} – величина коэффициента обеспеченности расчетной скорости для данного типа укрепления полосы, принятая из предположения, что этот тип укрепления распространяется на всю ширину обочины;
 B_{OB} – общая ширина обочины, принятая по [15], м;
 n – количество типов укреплений на обочине.

Частный коэффициент K_{PC2} определяют по величине ширины обочины и типу укрепления. В случае, когда на всей ширине обочины устроен один тип укрепления, значения K_{PC2} принимают по табл. 3.8 в зависимости от общей ширины обочины для данного типа укрепления. Аналогично принимают значения K_{PC2} при отсутствии укрепления на всей ширине обочины.

Таблица 3.8

Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC2} , учитывающего влияние ширины и состояния обочин [11, с. 53]

Ширина обочины (включая краевую укрепленную полосу) м	Тип укрепления обочины			
	а/б; ц/б; обработка вяжущими	засев трав	слой щебня или гравия	обочины не укреплены
0,30	0,30	0,19	0,20	0,19
0,40	0,34	0,22	0,24	0,20
0,50	0,64	0,42	0,44	0,35
0,75	0,71	0,52	0,60	0,40
1,00	0,85	0,60	0,70	0,50
1,25	0,90	0,65	0,76	0,55
1,50	0,95	0,70	0,82	0,60
1,75	1,0	0,75	0,86	0,65
2,00	1,05	0,80	0,90	0,70
2,25	1,10	0,85	0,95	0,75
2,50	1,15	0,90	1,00	0,80
2,75	1,20	0,95	1,05	0,85
3,00	1,25	1,10	1,0	0,90
3,25	1,30	1,15	1,05	0,90
3,50	1,35	1,20	1,055	0,90
3,75	1,35	1,25	1,05	0,90
4,00	1,35	1,25	1,05	0,90

Примечания к табл. 3.8: 1. При наличии на обочине крупных промоин, продольной колеи вдоль кромки проезжей части или краевой укрепленной полосы, а также при расположении поверхности обочины выше или ниже поверхности покрытия на проезжей части или краевой полосе более чем на 40 мм значения K_{PC2} принимают как для неукрепленной обочины, независимо от типа укрепления.

2. Значения K_{PC2} для обочин, укрепленных засевом трав, принимают, когда на всей ширине укрепленной полосы имеется сплошной травяной покров не более 5 см. При наличии на полосе, укрепленной засевом трав, разрушений травяного покрова значения K_{PC2} принимают как для неукрепленной обочины.

Полученные значения заносят в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Ведомость результатов определения K_{PC2} [11, с. 111]

Адрес начала микроучастка, км + ...	K_{PC2}

Ширина обочины и полос с различными видами укреплений приведена в табл. 2.7. На основании имеющихся данных определим значения K_{PC2} для каждого микроучастка. На участке км 71+000 общая ширина обочины составляет 3 м, ширина укрепительной полосы с асфальтобетонным покрытием – 0,55 м, щебнем – 2,1 м, отсутствует укрепление на 0,35 м. По табл. 3.8 определяем коэффициенты расчётных скоростей для каждого вида укрепления. Для асфальтобетона – 1,25, слоя щебня – 1,1, при отсутствии укрепления – 0,9.

Значение K_{PC2} для всей обочины принимается как средневзвешенное из значений, принятых для различных видов укрепления и вычисляется по формуле:

$$K_{PC2} = (0.55 * 1.25 + 2.1 * 1.1 + 0.35 * 0.9) / 2.5 = 1.32 \quad (3.13.1)$$

$$K_{PC2} = (0.7 * 1.29 + 2.0 * 1.14 + 0.5 * 0.9) / 2.5 = 1.37$$

$$K_{PC2} = (0.2 * 1.19 + 2.2 * 1.04 + 0.3 * 0.84) / 2.5 = 1.11$$

$$K_{PC2} = (0.35 * 1.24 + 2.1 * 1.09 + 0.45 * 0.89) / 2.5 = 1.2$$

$$K_{PC2} = (0.5 * 1.27 + 2.0 * 1.12 + 0.6 * 0.9) / 2.5 = 1.37$$

$$K_{PC2} = (0 * 1.21 + 2.3 * 1.06 + 0.5 * 0.86) / 2.5 = 1.15$$

Результаты вычислений сводят в табл. 3.9.1.

Ведомость результатов определения K_{PC2}

Адрес начала микроучастка, км + ...	K_{PC2}
71+000	1,32
71+700	1,37
72+100	1,11
72+500	1,2
73+200	1,37
73+900	1,15

3.3.3. Определение частного показателя K_{PC3} , учитывающего интенсивность и состав движения

На коэффициент обеспеченности расчётной скорости влияет и состав транспортного потока. Транспортные средства, движущиеся по соседней полосе, оказывают психологическое воздействие на водителя как боковая помеха. К тому же появляются и продольные помехи за счет автомобилей, выходящих на обгон из встречного потока. Число обгонов возрастает с увеличением интенсивности и разнородности транспортного потока. Для учета влияния разнородности и интенсивности движения, а также продольных помех на коэффициент обеспеченности расчётной скорости введена поправка ΔK_{PC} .

$$\Delta K_{PC} = \psi \alpha \beta N / 120, \quad (3.14)$$

где ψ - коэффициент, учитывающий движение по встречной полосе (0,7-0,9), для многополосных дорог – по соседней полосе (0,8-0,9);

α - коэффициент, учитывающий влияние интенсивности движения;

β - коэффициент, учитывающий состав транспортного потока (численно равен доле грузовых автомобилей и автобусов, движущихся по полосе);

N – интенсивность движения, авт. /сут.

Снижение коэффициента обеспеченности расчётной скорости под влиянием интенсивности и состава движения ΔK_{PC} определяют по табл. 3.10; 3.11.

Таблица 3.10

Значения $K_{\Delta PC}$, учитывающего влияние интенсивности и состава движения на двухполосных и трёхполосных дорогах [11, с. 55]

Интенсивность движения, тыс. авт./сут	Значение $K_{\Delta PC}$									
	для двухполосных дорог					для трехполосных дорог				
	при β , равном β					при равном β				
	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20
1	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-	-
2	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-	-
3	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01
4	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
5	0,13	0,11	0,09	0,07	0,06	0,07	0,05	0,03	0,03	0,01
6	0,17	0,15	0,10	0,08	0,07	0,08	0,05	0,04	0,03	0,01
7	0,20	0,17	0,12	0,09	0,08	0,10	0,06	0,05	0,04	0,02
8	0,23	0,18	0,15	0,10	0,09	0,11	0,07	0,06	0,04	0,02
9	0,29	0,21	0,17	0,11	0,10	0,11	0,08	0,07	0,05	0,03
10	0,32	0,25	0,19	0,12	0,11	0,12	0,09	0,07	0,05	0,03
11	-	-	0,21	0,15	0,13	0,12	0,09	0,08	0,06	0,04
12	-	-	0,23	0,17	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,04
13	-	-	0,25	0,19	0,17	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06
14	-	-	0,27	0,22	0,19	0,16	0,13	0,12	0,09	0,08
15	-	-	0,30	0,23	0,20	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10

Примечание. β - коэффициент, учитывающий состав транспортного потока. Численно равен доле грузовых автомобилей и автобусов в потоке

Таблица 3.11

Значения $K\Delta_{PC}$, учитывающего влияние интенсивности и состава движения на автомагистралях [11, с. 56]

Интен-сть движения, тыс. авт./сут	Значения $K\Delta_{PC}$														
	для 2-х полос автомагистрали с 4-полосной проезжей частью при β равном					для 3-х полос автомагистрали с 6-полосной проезжей частью при β равном					для 4-х полос автомагистрали с 8-полосной проезжей частью при β равном				
	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20
3	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	-	-	-	-	-
5	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	-	-	-	-	-
6	0,13	0,10	0,07	0,06	0,04	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02
7	0,14	0,11	0,07	0,06	0,05	0,11	0,08	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02
8	0,16	0,12	0,08	0,07	0,06	0,13	0,10	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02
9	0,18	0,13	0,09	0,08	0,07	0,14	0,10	0,07	0,06	0,05	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02
10	0,19	0,14	0,10	0,09	0,08	0,15	0,11	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02
11	0,20	0,14	0,11	0,10	0,09	0,16	0,12	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
12	0,21	0,15	0,12	0,11	0,10	0,18	0,13	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03
13	0,21	0,15	0,12	0,11	0,10	0,18	0,13	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03
14	0,21	0,15	0,12	0,12	0,11	0,19	0,13	0,10	0,09	0,08	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04
15	0,25	0,19	0,15	0,14	0,12	0,19	0,14	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04
16	-	-	-	-	-	0,20	0,14	0,11	0,10	0,09	0,10	0,09	0,07	0,05	0,04
17-18	-	-	-	-	-	0,20	0,14	0,11	0,10	0,09	0,11	0,10	0,08	0,06	0,05
19-20	-	-	-	-	-	0,22	0,15	0,12	0,11	0,10	0,12	0,11	0,09	0,06	0,05
21-22	-	-	-	-	-	0,24	0,17	0,14	0,12	0,11	0,13	0,12	0,10	0,07	0,06
23-24	-	-	-	-	-	0,25	0,19	0,16	0,14	0,12	0,15	0,13	0,11	0,08	0,07
25-26	-	-	-	-	-	0,28	0,22	0,19	0,16	0,13	0,17	0,14	0,12	0,09	0,08
27-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	0,19	0,16	0,09	0,08

Частный коэффициент K_{PC3} определяют для совместного учёта влияния ширины чистой фактически используемой для движения проезжей части, интенсивности и состава движения на скорость транспортного потока;

$$K_{PC3} = K_{PC1} - \Delta K_{PC}; \quad (3.15)$$

За характерный по интенсивности и составу движения принимают отрезок дороги, на котором эти показатели одинаковы и отличаются более чем на 15 - 20 % от показателей на смежных участках. Интенсивность и состав движения принимают по результатам наблюдений в тёплый период года. Полученные значения заносят в табл. 3.12.

Таблица 3.12

Ведомость результатов определения K_{PC3} [11, с. 111]

Адрес начала микроучастка, км + ...	K_{PC1}	ΔK_{PC}	K_{PC3}

Рассматриваемый в качестве примера участок дороги имеет интенсивность движения 2800 авт. / сут. Доля грузовых автомобилей в транспортном потоке составляет 44 %, автобусов 5 % (см. табл. 2.5). Исходя из данных значений коэффициент, учитывающий состав транспортного потока, численно равный доле грузовых автомобилей и автобусов в потоке, равен 0,49. Учитывая интенсивность движения на заданном участке и вышеупомянутый коэффициент, по табл. 3.10 определяем значение ΔK_{PC} для двухполосных дорог. Оно составляет 0,057, округляем до 0,06. По формуле 3.15 определяем коэффициенты расчётных скоростей K_{PC3} для каждого микроучастка с учётом значений K_{PC1} , приведённых в табл. 3.7.1.

Полученные значения приводим в табл. 3.12.1.

Таблица 3.12.1

Ведомость результатов определения K_{PC3}

Адрес начала микроучастка, км + ...	ΔK_{PC}	K_{PC1}	K_{PC3}
71+000	0,06	1,13	1,07
71+700	0,06	1,19	1,13
72+100	0,06	0,93	0,87
72+500	0,06	1,01	0,95
73+200	0,06	1,11	1,05
73+700	0,06	1,2	1,14
73+900	0,06	0,84	0,78

3.3.4. Определение частного показателя K_{PC4} , учитывающего продольные уклоны и видимость поверхности дороги

Коэффициент сопротивления качению и сцепления являются показателями для оценки влияния продольного уклона. Данные показатели оценивают в зимний, весенний и осенний период по трем расчетным схемам:

а) возможная скорость на подъеме по динамическим характеристикам автомобилей;

б) возможная скорость на подъеме по соотношению сил сцепления и сопротивления движению;

в) допустимая скорость на спуске по условиям безопасности в зависимости от видимости поверхности дороги и коэффициента сцепления.

Максимальную скорость движения на подъем по динамической характеристике автомобиля можно определить как

$$D = i + f_v, \quad (3.16)$$

где i – уклон дороги; f_v – коэффициент сопротивления качению.

Мощность двигателя или тяговая сила не всегда могут быть реализованы при движении транспортного средства по заснеженному или обледенелому покрытию из-за соотношения силы сопротивления качению и силы сцепления. Возможную скорость на подъем из условия сцепления колеса с дорожным покрытием определяют как

$$v_{\phi, \max} = 60 + (m \varphi_{60} - f_{60} \pm i) / (m + K\beta_{\varphi}), \quad (3.17)$$

где m – коэффициент сцепного веса, учитывающий, что в тяговом режиме коэффициент сцепления реализуется только через ведущие колеса;

φ_{60} – коэффициент сцепления при скорости 60 км/ч;

f_{60} – коэффициент сопротивления качению при скорости 60 км/ч;

i – уклон дороги (продольный);

β_{φ} – коэффициент изменения сцепных качеств в зависимости от скорости (зависит от типа и состояния покрытия);

K_f – коэффициент повышения сопротивления качению со скоростью (для легковых – 0,00025; для грузовых – 0,0002).

Максимальная скорость движения автомобиля на спуске определяется из условий видимости поверхности дороги, при которой должна обеспечиваться полная остановка автомобиля в случае внезапного торможения, возникшего в результате неожиданного появления препятствия на проезжей части;

$$S_T = v t / 3.6 + K_3 v^2 / 254 (\varphi \pm f \pm i) + l_0, \quad (3.18)$$

где v – скорость движения автомобиля, км/ч;

t – время реакции водителя;

K_3 – коэффициент эксплуатационного состояния тормозов (для легковых – 1,2; грузовых – 1,2-1,4, при скорости более 90 км/ч – 2,4);

l_0 – расстояние безопасности перед препятствием (5-10 м).

Уравнение характеризует характер движения: видимость покрытия и сцепления колеса с дорогой (коэффициент сцепления), что дает возможность рассматривать их совместное воздействие в различных условиях. При движении автомобилей при спуске высокая скорость возможна только на сухом чистом покрытии. Видимость оказывает влияние на скорость и оценивается аналогично и для горизонтальных участков дороги.

Частный коэффициент K_{PC4} определяют по величине продольного уклона для расчётного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года и фактического расстояния видимости поверхности дороги при движении на подъём (табл. 3.13).

Таблица 3.13

Значения частного коэффициента K_{PC4} , учитывающего влияние продольных уклонов при движении на подъём [11, с.57]

Продольный уклон, ‰	0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	более 80
Значения K_{PC4}								
При мокром чистом покрытии	1,25	1,10	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,60
При мокром загрязненном покрытии	1,15	1,10	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65	0,50

Частный коэффициент K_{PC4} при движении на спуск (табл. 3.14). При этом между точками перелома продольного профиля допускается принимать величину уклона постоянной без учета его смягчения на вертикальных кривых. Частный коэффициент K_{PC4} принимают для мокрого чистого покрытия на участках, где ширина укрепленной обочины из асфальтобетона, цементобетона или из материалов, обработанных вяжущими, вместе с краевой укрепленной полосой составляет 1,5 м и более. На других участках значения K_{PC4} принимают как для мокрого загрязнённого покрытия.

Таблица 3.14

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{PC4} , учитывающего влияние продольных уклонов и видимость поверхности дороги при движении на спуск [11, с. 58]

Продольный уклон, ‰	Видимость, м	0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	более 80
Значения K_{PC4}									
При мокром чистом покрытии	45	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,33	0,30	0,25
	55	0,45	0,44	0,44	0,44	0,43	0,41	0,40	0,30
	75	0,54	0,52	0,51	0,51	0,50	0,47	0,45	0,40
	85	0,58	0,56	0,55	0,55	0,54	0,52	0,50	0,45
	100	0,65	0,62	0,61	0,61	0,60	0,58	0,55	0,50
	150	0,75	0,72	0,71	0,71	0,70	0,67	0,65	0,60
	200	0,85	0,83	0,81	0,81	0,80	0,77	0,75	0,70
	250	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,82	0,80	0,75
	300	1,00	0,97	0,96	0,94	0,92	0,86	0,85	0,80
более 300	1,25	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,87	0,82	
При мокром загрязненном покрытии	55	0,40	0,39	0,38	0,38	0,38	0,35	0,30	0,20
	75	0,48	0,46	0,45	0,45	0,44	0,40	0,35	0,25
	85	0,52	0,50	0,48	0,47	0,47	0,44	0,40	0,30
	100	0,58	0,55	0,54	0,53	0,52	0,50	0,45	0,35
	150	0,68	0,65	0,63	0,62	0,61	0,55	0,50	0,40
	200	0,78	0,75	0,73	0,72	0,71	0,65	0,60	0,50
	250	0,85	0,82	0,79	0,76	0,72	0,70	0,65	0,55
	300	0,93	0,89	0,85	0,84	0,83	0,80	0,70	0,60
более 300	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70	

Полученные значения коэффициентов расчётных скоростей при движении на подъём и на спуск заносят в табл. 3.15, где определяется окончательная величина K_{PC4} по наименьшей величине из полученных значений коэффициентов расчётных скоростей.

Таблица 3.15

Ведомость результатов определения K_{PC4} [11, с. 112]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Продольный уклон, ‰	Состояние покрытия	Расстояние видимости, м	K_{PC4} на подъем	K_{PC4} на спуск	Итог K_{PC4}

На каждом участке из двух значений K_{PC4} (одно - для движения на подъём, другое - на спуск) выбирают меньшее и заносят на линейный график.

Увеличение продольного уклона необходимо, если фактическое значение больше нормативного на 20 % (табл. 3.15.1) [3] и длина участка более 200 м.

Таблица 3.15.1

Наибольшие продольные уклоны и наименьшее расстояние видимости в зависимости от расчетной скорости движения [8, с. 2]

Расчётная скорость, км/ч	Наибольший продольный уклон, %	Наименьшее расстояние видимости, м	
		для остановки	встречного автомобиля
140	30	275	-
120	40	250	450
100	50	200	350
80	60	150	250
60	70	85	170
50	80	75	130
40	90	55	110
30	100	45	90

По заданию на первом участке (км71+000 – км71+700) имеется подъём с уклоном 40 ‰ и видимостью поверхности дороги 75 м. Так как ширина укрепленной обочины асфальтобетоном, цементбетоном, щебнем или гравием, обработанных вяжущим, и на рассматриваемых участках составляет менее 1,5 м, значения K_{PC4} принимаем для мокрого загрязнённого покрытия. Частный показатель K_{PC4} , учитывающий влияние продольного уклона при движении на подъём, определяем по табл. 3.13. Он равен 0,95. Значения K_{PC4} , учитывающего видимость поверхности дороги при движении на спуск, определяем по табл.3.14. Оно равно 0,45. За итоговый частный показатель K_{PC4} принимается наименьшее из полученных значений – 0,45. Полученные результаты сводим в табл.3.15.2.

Таблица 3.15.2

Ведомость результатов определения K_{PC4} [11, с. 112]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Продольный уклон, ‰	Расстояние видимости, м	K_{PC4} на подъём	K_{PC4} на спуск	Состояние покрытия	Итог K_{PC4}
71+000	40	75	0,95	0,45	Мокрое, загрязнённое	0,45

3.3.5. Определение частного показателя K_{PC5} , учитывающего радиусы кривых в плане и уклон виража

На кривых в плане максимально обеспеченную по условиям безопасности движения скорость оценивают исходя из радиуса кривых с учетом состояния покрытия и уклона виража:

$$v = \sqrt{127 R (\varphi_2 \pm i_B)}, \quad (3.19)$$

где φ_2 – коэффициент поперечного смещения (0,6-0,8),

φ – коэффициент сцепления,

i_B – уклон виража,

R – радиус кривой в плане.

Увеличение радиуса кривой в плане необходимо, если фактическое значение радиуса меньше нормативного на 20 %, длина кривой более 50 м, а также выполняется условие по наличию опасных поворотов (табл. 3.15.3).

Таблица 3.15.3
Критерии определения опасного поворота [14, с.35]

Радиус кривой в плане, м	Угол поворота, град	Радиус кривой в плане, м	Угол поворота, град
≤ 50	6 – 180	251 – 300	35 – 180
51 – 100	12 – 180	301 – 400	45 – 180
101 – 150	17 – 180	401 – 500	57 – 180
151 – 200	23 – 180	501 – 600	70 – 180
201 - 250	30 – 180	601 – 700	80 – 180

В длину участка кривой в плане включают длину круговой и переходных кривых. Кроме того, при радиусах закругления 400 м и менее в длину участка включают зоны влияния по 50 м от начала и конца кривой. На кривых более 1500 м, а также в промежутках между смежными участками кривых в плане принимают $K_{PC5} = K_{ПН}$.

Частный коэффициент K_{PC5} определяют по величине радиуса кривой в плане и уклона виража по табл. 3.16 для расчётного состояния поверхности

дороги в весенне-осенний период года, который принимают с учетом типа и ширины укрепления обочин.

Таблица 3.16

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{PC5} , учитывающего влияние радиуса кривых в плане и поперечного уклона виража [11, с. 59]

Поперечный уклон виража, %	Коэффициент обеспеченности расчетной скорости K_{PC5} при радиусе кривой в плане, м, равном										
	30	60	100	150	200	300	400	600	800	1000	1500
Состояние покрытия – мокрое, чистое											
-20	0,27	0,37	0,46	0,54	0,60	0,69	0,76	0,85	0,92	0,97	1,06
0	0,28	0,38	0,47	0,55	0,62	0,71	0,78	0,89	0,96	1,01	1,11
20	0,29	0,39	0,49	0,57	0,64	0,74	0,81	0,92	1,00	1,05	1,16
30	0,29	0,40	0,49	0,58	0,65	0,75	0,83	0,94	1,02	1,08	1,18
40	0,30	0,40	0,50	0,59	0,66	0,76	0,84	0,95	1,03	1,10	1,20
50	0,30	0,41	0,51	0,60	0,67	0,77	0,85	0,97	1,05	1,12	1,23
60	0,31	0,42	0,52	0,61	0,68	0,79	0,87	1,00	1,07	1,12	1,25
Состояние покрытия – мокрое, загрязненное											
-20	0,23	0,31	0,38	0,45	0,50	0,59	0,65	0,74	0,80	0,85	0,94
0	0,24	0,32	0,40	0,47	0,53	0,62	0,68	0,78	0,85	0,90	1,00
20	0,25	0,34	0,42	0,50	0,56	0,65	0,72	0,82	0,90	0,95	1,06
30	0,25	0,34	0,43	0,51	0,57	0,66	0,73	0,84	0,92	0,98	1,09
40	0,26	0,35	0,44	0,52	0,58	0,68	0,75	0,86	0,94	1,00	1,12
50	0,26	0,36	0,45	0,53	0,59	0,69	0,77	0,88	0,96	1,03	1,14
60	0,27	0,36	0,45	0,54	0,60	0,71	0,78	0,90	1,00	1,05	1,17

Примечания: 1. Знак «-» соответствует обратному поперечному уклону проезжей части на кривой в плане.

2. Значения частного коэффициента K_{PC5} принимается для мокрого чистого или мокрого загрязнённого покрытия в зависимости от вида и ширины укрепления обочин так же как для частного коэффициента K_{PC4} .

Полученные значения заносят в табл. 3.17.

Таблица 3.17

Ведомость результатов определения K_{PC5} [11, с. 113]

Адрес начала микроучастка, км + ...		Радиус кривой, м	Состояние покрытия	Поперечный уклон виража, ‰	Значение K_{PC5}
начало	конец				

По заданию радиус кривой в плане, расположенной на третьем участке (согласно табл. 2.4.1 км 72+100 – км 72+500), составляет 300 м. Так как радиус закругления менее 400 м, в длину участка, на который распространяется влияние частного коэффициента K_{PC5} , включаем по 50 м от начала и конца кривой (адрес участка км 72+050 – км 72+550). Согласно табл. 2.7 ширина укрепленной поверхности асфальтобетоном, цементбетоном, щебнем или гравием, обработанных вяжущими, на рассматриваемых участках составляет менее 1,5 м. Следовательно, значения частного коэффициента K_{PC5} принимаем для мокрого загрязнённого покрытия. По табл. 3.16 определяем значения частного коэффициента K_{PC5} для уклона виража, который по заданию составляет 20 ‰. Полученные значения сводим в табл. 3.17.1.

Таблица 3.17.1

Ведомость результатов определения K_{PC5}

Адрес начала микроучастка, км +		Радиус кривой, м	Состояние покрытия	Поперечный уклон виража, ‰	Значение K_{PC5}
начало	конец				
72+050	72+550	300	Мокрое, загрязнённое	20	0.65

3.3.6. Определение частного показателя K_{PC6} , учитывающего продольную ровность покрытия

Для определения воздействия ровности на максимальную скорость предварительно измеряют значения неровностей на рассматриваемом участке.

$$v_{\max} = 7500 / (\sqrt{S_c} + 0,15 S_c), \quad (3.20)$$

где S_c – измеренная ровность ПКРС

или

$$v_{\max} = 850 / \sqrt{S_{c1}}, \quad (3.21)$$

где S_{c1} – измеренная ровность толчкомером.

Для проведения замеров используют приборы контроля ровности и сцепления (ПКРС), толчкомеры, профилометры, сканеры, трехметровую рейку, нивелир и другие приборы, предназначенные для измерения ровности, в том числе международного индекса ровности (IRI). В процессе измерения ровности прибором фиксируют сумму вертикальных перемещений в сантиметрах (ПКРС или толчкомер) либо в метрах (работа по методу IRI) при прохождении участка дороги протяжённостью 1 км (см/км), (м/км).

Измерение ровности проводят по правой полосе наката на расстоянии 0,5 – 1,0 м от правого края каждой полосы движения или на оси покрытия (основания) аэродрома. За показатель ровности для каждого километра дороги принимают наихудший показатель ровности, измеренный по полосам движения.

Для определения международного индекса ровности IRI применяются дорожные профилометры - измерительные приборы (системы и установки), смонтированные на автомобиле или прицепе, которые могут измерять и регистрировать микропрофиль автомобильной дороги в полосе длин волн неровностей 0,5 – 60 м и 0,5 – 100 м для аэродромов.

В результате измерений определяют микропрофиль участка автомобильной дороги заданной длины, записанный с шагом измерения не более 0,125 м. Полученные данные по микропрофилю регистрируются на компьютерных носителях информации и используются для дальнейшей обработки и расчета оценочных показателей.

Измерение профилометром международного индекса ровности IRI осуществляют на участке длиной не менее 100 м без учёта расстояния, необходимого для разгона и торможения лаборатории.

IRI определяется для каждых 100 м при длине обследуемого участка менее 1 км (между километровыми знаками) и с расчётом данных по 1000 м при длине более 1 км.

Нормативные значения ровности для эксплуатируемых автомобильных дорог принимают в зависимости от группы дорог по их транспортно-эксплуатационным характеристикам [5] согласно табл. 3.18; 3.18.1.

Таблица 3.18

Значения показателей продольной ровности при измерении
профилометром [5, с. 7]

Категория дороги	Ровность по индексу IRI, м/км, не более			
	Группа улиц	Тип дорожной одежды		
		Капитальный	Облегченный	Переходный
IA, IB	A	4	-	-
IB, II	B	4.5	-	-
III	B	5	5,5	
IV	Г, Д	6	6,5	
V	E	-	7,5	8

Примечание: При определении ровности другими приборами полученные результаты должны быть приведены к значениям IRI.

Таблица 3.18.1

Значения показателей продольной ровности при измерении
трехметровой рейкой и ПКРС [5, с. 7]

Категория дороги	Группа улиц	Тип дорожной одежды	Число просветов под рейкой*, %, не более	Макси- мальный просвет под рейкой, мм, не более	Показатель ровности по прибору ПКРС-2, см/км, не более
IA, IB	A	Капитальный	7	10	540
IB, II	B				660
III	B	Облегченный	9	12	860
			12	14	1100
IV	Г	Облегченный, переходный	14	20	1200
	Д		20	25	-
V	E		25	30	-

*Примечание: *Число просветов под трёхметровой рейкой, превышающих значения:*

- 6 мм для асфальтобетонных, цементобетонных и покрытий из каменных материалов, грунтов, обработанных вяжущими;
- 15 мм для всех остальных видов покрытий.

В период строительства, реконструкции или капитального ремонта устанавливается дифференцированная оценка ровности дорожных оснований и покрытий по шкале IRI (м/км) [16].

Таблица 3.18.2

Значения показателей продольной ровности применяемых при строительстве, реконструкции или капитальном ремонте [15, с.67]

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
I Асфальтобетонные укладываемые в горячем состоянии и цементобетонные основания и покрытия			
Для дорог категорий I и II			
До 1,2	Св. 1,2 до 1,7	Св. 1,7 до 2,2	Св. 2,2
Для дорог категорий III и IV			
До 1,7	Св. 1,7 до 2,2	Св. 2,2 до 2,6	Св. 2,6
II Основания и покрытия из черного щебня, холодных асфальтобетонных, щебеночных смесей по способу пропитки органическими вяжущими и способам перемешивания на дороге, из крупнообломочных, песчаных и глинистых грунтов и отходов промышленности, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими			
Для дорог категорий I, II, III			
До 3.2	Св.3.2 до 3.7	Св. 3.7 до 4.1	Св. 4.1
Для дорог категорий IV и V			
До 1,7	Св. 1,7 до 2,2	Св. 2,2 до 2,6	Св. 2,6

Частный коэффициент K_{PC6} определяют по величине суммы неровностей покрытия проезжей части (табл. 3.19) для каждой полосы движения. В расчёт

принимают худший из показателей ровности для различных полос на данном участке.

Таблица 3.19

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{PC6} , учитывающего продольную ровность покрытия [11, с. 60]

Ровность по толчкомеру ТХК-2, см/км	Значение K_{PC6}	Ровность по ПКРС-2, см/км	Значение K_{PC6}	Ровность по IRI, м/км	Значение K_{PC6}
до 60	1,25	до 300	1,25	2,2	1,25
70	1,15	350	1,20	2,8	1,2
80	1,07	400	1,12	3,4	1,1
90	0,96	500	0,98	4	0,94
100	0,92	600	0,84	4,2	0,84
120	0,75	700	0,72	4,5	0,75
140	0,67	800	0,65	4,7	0,7
160	0,63	900	0,59	5	0,62
200	0,57	1000	0,55	5,5	0,56
250	0,50	1100	0,51	6	0,5
300	0,43	1200	0,43	6,7	0,45
350	0,37	1400	0,33	7,5	0,38
400	0,31	1600	0,28	7,7	0,33
450	0,25	1800	0,24	8	0,25
более 500	0,20	2000	0,20	8,5	0,17

Полученные значения сводим в табл. 3.20.

Таблица 3.20

Ведомость результатов определения K_{PC6} [11, с. 113]

Адрес начала микроучастка, км +	Показатель IRI, м/км	Значение K_{PC6}

Детальное обследование покрытий проводят на участках с наихудшими показателями ровности, определёнными прибором контроля ровности и сцепления, толчкомером или по методу IRI. Измерения выполняют при помощи трёхметровой рейки и клиновидного промерника. Общую длину участков, на которых необходимо осуществлять детальное обследование, назначают, как

правило, не менее 10 % от общей длины обследуемой дороги (участка дороги) [5, 18].

В курсовой работе значения частного показателя K_{PC6} определяют для каждого километра дороги (табл. 3.20.1).

Таблица 3.20.1

Ведомость результатов определения K_{PC6}

Адрес начала микроучастка, км =	Показатель IRI, м/км	Значение K_{PC6}
71,000	3,6	1,05
72,000	4,6	0,72
73,000	5,3	0,58

3.3.7. Определение частного показателя K_{PC7} , учитывающего коэффициент сцепления колеса с покрытием

На дорожном покрытии в результате эксплуатации возникает шероховатость (микро- и макрошероховатость), она оказывает влияние на сцепные качества покрытия с колесом автомобиля.

В зависимости от размеров шероховатость бывает двух типов:

Макрошероховатость – неровности покрытия дороги, размером от 2 до 100 мм (длина) и 0,3-10 мм (высота), они образуются в следствии выступание частиц каменного материала (щебня, гравия и др.) или обработки его поверхности (нарезка бороздок).

Микрошероховатость – неровности (гораздо меньшего размера, чем макрошероховатость) на поверхность, получаемые собственной шероховатостью частиц минерального материала.

Коэффициент сцепления покрытия обеспечиваются сочетанием микро и макрошероховатости, но нормируется только макрошероховатость (так как микрошероховатость играет незначительную роль из за своих размеров), которую обычно принимают за общую.

Поверхность покрытий может быть:

- крупношероховатой – высота выступов более 2 мм,
- среднешероховатой – —//— 1-2 мм,
- мелкошероховатой – —//— 0,3-1 мм,
- гладкой – выступы менее 0,3 мм.

Коэффициент сцепления на эксплуатируемых автодорогах должен обеспечивать безопасность движения транспортных средств с расчётными скоростями и быть не менее 0.4 при измерении шиной с рисунком протектора и не менее 0.3 при измерении шиной без рисунка протектора.

На каждой полосе движения каждого километра автодороги измерения выполняют не менее чем на трёх участках при работе прибором ПКРС и на пяти участках при использовании ППК-МАДИ-ВНИИБД. За коэффициент сцепления для каждой полосы движения на участке 1 км принимают среднеарифметическое значение результатов измерений.

Частный коэффициент K_{PC7} определяют по измеренной величине коэффициента сцепления при расстоянии видимости поверхности дороги, равном нормативному для данной категории дороги (табл. 3.21). В расчёт принимают среднеарифметическое значение из коэффициентов сцепления на данном участке.

Таблица 3.21

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{PC7} , учитывающего влияние коэффициента сцепления колеса с покрытием [11, с. 60]

Категория дороги	Значение K_{PC7} при коэффициенте сцепления дорожного покрытия ϕ						
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
I-A	0,5	0,75	0,94	1,01	1,09	1,17	1,25
I-B, II	0,36	0,62	0,75	0,81	0,87	0,94	1
III	0,33	0,5	0,62	0,67	0,72	0,78	0,83
IV	0,25	0,38	0,5	0,54	0,58	0,63	0,67
V	0,17	0,25	0,38	0,41	0,44	0,47	0,5

Примечания: 1. Коэффициенты сцепления даны для скорости 60 км/ч при движении шины без рисунка по мокрому покрытию из цементобетона, асфальтобетона, а также из щебня и гравия, обработанных вяжущими.

2. При величинах коэффициентов сцепления более 0,50 принимают $K_{PC7} = K_{PH}$.

Полученные значения заносят в табл. 3.22.

Таблица 3.22

Ведомость результатов определения K_{PC7} [11, с. 113]

Адрес начала микроучастка, км +	Коэффициент сцепления	Значение K_{PC7}

Коэффициент сцепления принимают по заданию, определяя его для каждой полосы движения характерного участка. Частный показатель K_{PC7} (табл.3.22.1) на рассматриваемом участке определяем по наименьшему из полученных значений по полосам движения.

Ведомость результатов определения K_{PC7}

Адрес начала микроучастка, км + ...	Коэффициент сцепления	Значение K_{PC7}
71,000	0,51	0,84
72,000	0,3	0,62
73,000	0,37	0,69

3.3.8. Определение частного показателя K_{PC8} , учитывающего состояние и прочность дорожной одежды

Под воздействием колёсной нагрузки и погодных-климатических факторов происходит дробление и истирание каменных материалов, накапливаются остаточные деформации и разорванные связи в конструктивных слоях дорожной одежды, что приводит к снижению её прочностных характеристик, образованию деформаций и разрушений на покрытии. Прочность дорожной конструкции непосредственного влияния на скоростной режим и безопасное движение не оказывает, однако стоит учитывать, что образующиеся дефекты покрытия приводят к снижению скорости, износу запчастей автомобиля, способствуют созданию аварийных ситуаций.

Для оценки влияния прочностных характеристик дорожных конструкций на расчётную скорость движения определяют частный коэффициент K_{PC8} . Его рассматривают только на тех участках, где визуально установлено наличие дефектов, а коэффициент обеспеченности расчётной скорости по ровности меньше нормативного для данной категории дороги (K_{PC6} < $K_{ПН}$).

Величину частного показателя K_{PC8} определяют по формуле

$$K_{PC8} = K_{пр} \cdot K_{ПН}, \quad (3.22)$$

где $K_{пр}$ – вероятная величина коэффициента прочности дорожной одежды на однотипном участке:

$$K_{пр} = (B_{ср}/10) + 0,5, \quad (3.23)$$

где $B_{ср}$ – средняя балльная оценка повреждений.

При планировании работ по ремонту и содержанию, определяют места, где выявляют различные повреждения, необходима оценка прочности дорожных одежд, устанавливают среднюю балльную оценку повреждений (табл. 3.23).

Основной способ оценки – это визуальный осмотр состояния покрытия. Результаты осмотра заносят в дефектную ведомость состояния дорожной одежды.

Выполняя визуальную оценку состояния покрытия, определяют участки длиной 100 м, границы которых определяют по одинаковым/похожим дефектам. Расстояния определяют по датчику пройденного пути, курвиметру и другими приборами. Внутри каждого участка назначают частные микроучастки протяжённостью 20-50 м с практически одинаковым состоянием дорожной одежды (с однотипными видами дефектов). На каждом однотипном 100-метровом участке в камеральных условиях вычисляют средневзвешенный балл B_{CP} :

$$B_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} = \frac{B_1 \cdot l_1 + B_2 \cdot l_2 + \dots + B_n \cdot l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (3.24)$$

где B_i – балльная оценка повреждений (табл. 3.23);

l_i - протяжённость частных i микроучастков с практически одинаковым состоянием дорожной одежды в баллах;

n - количество частных микроучастков в составе однотипного участка.

Таблица 3.23

Значение балльной оценки B_i , учитывающей состояние покрытия [11, с. 62]

Вид дефекта	Оценка в баллах	Код дефекта
Без дефектов и поперечные одиночные трещины на расстоянии более 40 м (для переходных покрытий отсутствие дефектов)	5,0	1
Поперечные одиночные трещины (для переходных покрытий отдельные выбоины) на расстоянии 20-40 м между трещинами	4,9	2
То же на расстоянии 10-20 м	4,6	3
Поперечные редкие трещины (для переходных покрытий выбоины) на расстоянии 8-10 м	4,3	4
То же 6-8 м	3,9 (3,5)*	5
То же 4-6 м	3,6 (2,5) ^р	6

Окончание табл. 3.23

Вид дефекта	Оценка в баллах	Код дефекта
Поперечные частые трещины на расстоянии между соседними трещинами 3-4 м	3,2	7
То же 2-3 м	2,9	8
То же 1-2 м	2,6	9
Продольная центральная трещина	4,5	10
Продольные боковые трещины	3,5	11
Одиночная сетка трещин на площади до 10 м с крупными ячейками (сторона ячейки более 0,5 м)	3,0	12
Одиночная сетка трещин на площади до 10 м с мелкими ячейками (сторона ячейки менее 0,5 м)	2,5	13
Густая сетка трещин на площади до 10 м	2,0	14
Сетка трещин на площади более 10 м при относительной площади, занимаемой сеткой, 30 % - 10 %	2,3	15
То же 60 %-30 %	1,9	16
То же 90 % - 60 %	1,6	17
Просадки (пучины) при относительной площади просадок 20 % - 10 %	1,2	18
То же 50 % - 20 %	0,9	19
То же более 50 %	0,5	20
Проломы дорожной одежды (вскрывшиеся пучины) при относительной площади, занимаемой проломами, 10 % - 5 %	1,2	21
То же 30 % - 10 %	0,9	22
То же более 30 %	0,5	23
Одиночные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами более 20 м)	4,5	24
Отдельные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами 10-20 м)	3,5	25
Редкие выбоины в тех же случаях (расстояние 4-10 м)	2,7	26
Частые выбоины в тех же случаях (расстояние 1-4 м)	2,2	27
Карты заделанных выбоин, залитые трещины	3,0	28
Поперечные волны, сдвиги	2,4	29

*Примечания: 1. В скобках дана оценка дефекта для дорожных одежд переходного типа.

2. Приведённые в табл. 3.23 виды и балльные оценки дефектов покрытия соответствуют данным табл. 5 [15].

По величине среднего балла устанавливают целесообразность проведения оценки прочности дорожной одежды и детальных обследований состояния дорожной конструкции на соответствующих однотипных участках:

для дорог I категории – $B_{CP} \leq 4,5$;

для дорог II, III и IV категории – $B_{CP} \leq 4,0$.

На участках, где по результатам визуальных наблюдений установлена необходимость в более детальной оценке, выполняется оценка прочности дорожной одежды. Полевые работы и обработку полученных результатов ведут в соответствии с [11]. При невозможности проведения инструментальной оценки фактический модуль упругости E_f можно определить:

$$E_f = E_{\text{общ}} \cdot K_{\text{пр}} \quad (3.25)$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент прочности дорожной конструкции, определяемый по величине среднего балла B_{CP} согласно формуле (3.24).

$E_{\text{общ}}$ – общий расчётный модуль упругости, устанавливаемый для суммарного расчётного количества приложений нагрузки с момента строительства дорожной одежды или её усиления до момента испытаний, МПа (табл. 3.24).

Таблица 3.24

Минимальный требуемый модуль упругости дорожных одежд [22, с. 19]

Категория дороги	Суммарное минимально расчётное число приложений нагрузки на наиболее нагруженную полосу	Минимальный требуемый модуль упругости дорожных одежд, МПа		
		капитальные	облегчённые	переходные
I	750000	230	-	-
II	500000	220	210	-
III	375000	200	200	-
IV	110000	-	150	100
V	40000	-	100	50

При необходимости фрезерования существующего покрытия перед усилением величину фактического модуля упругости снижают с учётом величины фрезеруемого слоя. Полученные значения заносят в табл. 3.25.

Ведомость результатов определения K_{PC8} [11, с. 114]

Адрес начала микроучастка, км + ...	B_{CP}	Предельно допустимый балл	Основание инструментальной оценки	$K_{ПР}$	$K_{ПН}$	K_{PC8}

Для каждого микроучастка определяем вид дефекта (см. табл. 3.23), номер которого приведён в задании и находим балльную оценку, которой соответствует данный вид дефекта, и определяем средневзвешенный балл для каждого микроучастка, входящего в состав однотипного, который условно принимаем протяжённостью 1000 м.

$$B_{cp.71,00} = \frac{2.1 \cdot 40 + 2.4 \cdot 50 + 2.9 \cdot 40 + 3.7 \cdot 50 + 4.2 \cdot 50 + 3.5 \cdot 40 + 5 \cdot 730}{40 + 50 + 40 + 50 + 50 + 40 + 730} = 4.5.$$

Аналогично определяем $B_{cp.72,00} = 4.7$; $B_{cp.73,00} = 3.4$.

Целесообразность проведения детального обследования для дорог III технической категории устанавливается, если величина среднего балла меньше либо равна 4,0. Следовательно, инструментальную оценку необходимо выполнить на 73 км обследуемого участка дороги.

На участках дорог, где не требуется инструментального обследования, фактический модуль упругости можно определить через требуемый модуль упругости и коэффициент прочности дорожных одежд, который находится по значению среднего балла формула (3.23).

$$K_{np\ 71.00} = (4,5/10) + 0,5 = 0,95$$

$$K_{np\ 72.00} = (4,7/10) + 0,5 = 0,97$$

$$K_{np\ 73.00} = (3,4/10) + 0,5 = 0,84$$

Фактический модуль упругости определяется формуле (3.25)

$$E_{ф71.00} = 200 * 0,95 = 190,$$

$$E_{ф72.00} = 200 * 0,97 = 194$$

$$E_{ф73.00} = 200 * 0,84 = 168$$

Определяем частный показатель K_{PC8} :

$$K_{pc8\ 71.00} = 0,95 * 0,83 = 0,79;$$

$$K_{pc8\ 72.00} = 0,97 * 0,83 = 0,80;$$

$$K_{pc8\ 73.00} = 0,84 * 0,83 = 0,7.$$

Полученные результаты сводим в табл. 3.26.

Таблица 3.26

Ведомость результатов определения K_{PC8}

Адрес начала микроучастка , км + ...	B_{CP}	Предельно допустимый балл	Основание инструментальной оценки	K_{IP}	K_{IH}	K_{PC8}
71,000	4,5	4	нет	0,81	0,83	0,79
72,000	4,7	4	нет	0,85	0,83	0,80
73,000	3,4	4	да	0,74	0,83	0,7

Для инструментальной оценки прочности дорожной одежды используют метод статического или динамического (кратковременного) нагружения.

Помимо линейных испытаний на характерных участках проводят испытания на контрольных точках для приведения разновременных результатов линейных испытаний к соответствующему виду.

Участок следует относить к характерному, если он имеет одинаковые показатели:

- конструкцию дорожной одежды;
- грунт земляного полотна и тип его поперечного профиля;
- тип местности по условиям увлажнения;
- технологию устройства одежды и характеристики применявшихся при этом материалов;
- интенсивность движения, приведенная к интенсивности движения расчетного автомобиля;
- состояние покрытия по видам дефектов.

При этом необходимо, чтобы длина характерного участка была не менее 500 м.

При определении границ характерных участков смежные участки могут быть объединены при прочих равных условиях, если расчетные (проектные) и требуемые модули упругости дорожных конструкций, определенные по фактической интенсивности расчетного движения, отличаются между собой не более чем на 5 %.

После определения границ характерных участков осуществляют проверку их соответствия требованиям нормативных документов по возвышению поверхности покрытия над уровнем земли. Расстояние между поперечниками назначают визуально, в зависимости от фактического рельефа местности, высоты насыпи и состояния боковых канав по глубине.

Если требования нормативных документов соблюдены, переходят к детальному обследованию дорожной конструкции с целью оценки ее прочности. При несоблюдении требований осуществляют устройство или углубление

боковых канав, и только через 1-1,5 месяца после этих работ приступают к полевым испытаниям дорожной одежды. Такой перерыв необходим для перераспределения и стабилизации влажности грунтов земляного полотна. В отдельных случаях, при соответствующем обосновании, испытания дорожных одежд могут проводиться до выполнения мероприятий по обеспечению водоотвода.

В зависимости от сезона и состояния дорожных покрытий полевые испытания проводят в расчетный и нерасчетный периоды года.

На обследуемом участке дороги, не имеющем разделительной полосы, проводят два испытания на 1 км по одной стороне дороги, имеющей наибольшую степень деформирования поверхности покрытия. На участках автомобильных дорог, имеющих разделительную полосу, испытания проводят как в прямом, так и в обратном направлениях.

На участках автодорог, разрушенных пучинами, измерения не производят, принимая для данных участков модуль упругости равный 50 МПа. Измерения выполняют за 5 – 10 м до и после разрушенного участка.

Измерения прочности на участке планируемого ремонта целесообразно выполнять по полосам движения в количестве не менее 20 замеров на 1 км, т. е. через 50 м. При работе на двухполосных дорогах места измерений должны располагаться со смещением на 25 м в шахматном порядке.

Выполнение испытаний при приёмочной диагностике после строительства, реконструкции или капитального ремонта осуществляют на каждом пикете в прямом направлении для двухполосной дороги и на каждом пикете в прямом и обратном направлении при наличии разделительной полосы.

Полевые испытания следует начинать с испытания дорожных конструкций на контрольных точках. На каждом характерном участке выбирают одну контрольную точку в зоне развития на покрытии прочностных дефектов, характерных для рассматриваемого участка дороги. Если в пределах характерного участка не имеется явно выраженных трещин, то контрольную точку выбирают в зоне минимальных высот насыпи. Контрольные точки следует располагать на ближайшей к кромке покрытия полосе наката.

Местоположение контрольной точки должно быть уточнено в ходе проведения линейных испытаний после статистической обработки полученных результатов. Её располагают в том месте характерного участка, где фактический прогиб дорожной конструкции соответствует допускаемому проценту деформированной поверхности покрытия. Месторасположение контрольной точки должно быть отмечено на покрытии яркой водостойкой краской в виде прямоугольника размером 10-20 см, вытянутого в продольном направлении. Координаты привязки указывают в сводной ведомости (табл. 3.27). В знаменателе записывают расстояние от контрольной точки до ближайшей кромки покрытия, в числителе - адрес расположения контрольной точки.

Ведомость результатов оценки состояния дороги и анализа данных [22, с. 51]

<i>Километры</i>		<i>71</i>	<i>72</i>	<i>73</i>
<i>Дорожная одежда</i>	<i>а/б мелкозернистый</i>	<i>5 см</i>		
	<i>а/б крупнозернистый</i>	<i>7 см</i>		
	<i>Чёрный щебень</i>	<i>8 см</i>		
	<i>Щебень</i>	<i>15 см</i>		
	<i>Песок</i>	<i>20 см</i>		
<i>Грунт земляного полотна</i>		<i>Суглинок тяжёлый</i>		
<i>Тип местности по условиям увлажнения</i>		<i>I</i>	<i>II</i>	<i>I</i>
<i>Приведённая интенсивность движения</i>		<i>Учётный пункт №5 2800 авт./сут.</i>		
<i>Состояние покрытия по видам дефектов</i>		<i>выбоины</i>	<i>частые трещины</i>	<i>колеиность</i>
<i>Характерные участки и расположение контрольных точек</i>		<i><u>Км 71</u> 1,4</i>	<i><u>Км 72</u> 1,1</i>	<i><u>Км 73</u> 1,2</i>

Для измерения обратимых прогибов используют приборы статического и динамического нагружения, обеспечивающие измерение прогибов с точностью не менее $\pm 0,02$ мм.

Для статических испытаний используют грузовой двухосный автомобиль, у которого нагрузку на заднее колесо назначают в пределах 30-50 кН с нормативным давлением воздуха в шинах (в соответствии с «Правилами эксплуатации автомобильных шин»). Шины задних колес автотранспорта должны иметь дорожный или универсальный тип рисунка протектора с износом, не превышающим допустимые нормы (остаточная высота рисунка протектора должна быть более 1 мм).

Нагрузку на колесо проверяют с помощью переносных весов, обеспечивающих точность взвешивания до 0,5 кН. В случае отсутствия переносных весов можно определить нагрузку на колесо автомобиля взвешиванием на стационарных автомобильных весах. При этом автомобиль заезжает на платформу только задней осью. Искомую нагрузку определяют делением получаемого результата пополам.

Расчётный уровень надёжности принимают согласно табл. 3.28.

Таблица 3.28

Сроки службы нежестких дорожных одежд и уровни их надёжности [22, с. 12]

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Сроки службы нежестких дорожных одежд (Т _о) и уровни их надёжности (К _н) для дорожно-климатических зон					
		I-II		III		IV-V	
		Т _о (лет)	К _н	Т _о (лет)	К _н	Т _о (лет)	К _н
I	Капитальный	18	0,90	19	0,88	20	0,86
II	Капитальный	15	0,89	16	0,87	16	0,85
III	Капитальный	15	0,87	16	0,85	16	0,83
	Облегченный	13	0,84	14	0,82	15	0,80
IV	Капитальный	15	0,82	16	0,80	16	0,78
	Облегченный	10	0,83	11	0,81	12	0,80
	Переходный	8	0,82	9	0,80	9	0,77
V	Облегченный	10	0,80	11	0,78	12	0,75
	Переходный	8	0,65	9	0,60	9	0,58

Примечание. При проведении реконструкции дороги в сроки меньшие, чем Т_о, допускается уменьшение в 1,5; 1,4 и 1,3 раза расчётного срока службы (Т_о) при одновременном повышении коэффициента надёжности (К_н) в 1,05; 1,04 и 1,00 соответственно для капитальных, облегченных и переходных одежд. Промежуточные значения принимают по интерполяции. Срок службы округляют до одного года, а коэффициент надёжности – до 0,01 в сторону больших значений.

Для определения фактического прогиба дорожной конструкции (I_ф), соответствующего допускаемому проценту деформированной поверхности покрытия, результаты линейных испытаний обрабатывают в следующем порядке. В первую очередь для оценки особенностей распределения прогибов на каждом характерном участке назначают величину интервала (разряда) распределения исходя из точности испытаний ±5 %. Значение середины интервала (мм) вычисляют по формуле:

$$\delta = \bar{l} \left(\frac{\Delta l}{100} + 1 \right), \quad (3.26)$$

где Δl - отклонение величины прогиба от среднеарифметического значения, %.

Исходя из точности полевых испытаний величину Δl назначают равной ±10, 20%, ±30 % и т.д. в зависимости от реальных значений прогибов на участках. Положительные значения принимают для прогибов, превышающих

по величине среднеарифметическое значение прогибов на участке, отрицательные - для прогибов меньше среднеарифметического значения [12];
 \bar{l} - среднее арифметическое значение прогибов на характерном участке, определяемое по формуле

$$\bar{l} = (\sum_{i=1}^n l_i) / n, \quad (3.27)$$

где n - количество испытаний на характерном участке;

l_i - прогиб дорожной конструкции, измеренный в процессе линейных испытаний и приведенный к сопоставимому виду, мм.

Результаты линейных испытаний обрабатывают при помощи табл. 3.29.

Таблица 3.29

Ведомость распределения результатов линейных испытаний [21, с. 54]

Показатели	Значения										
	-50	-40	-30	-20	-10	\bar{l}	10	20	30	40	50
$\Delta l, \%$											
$\delta, \text{мм}$											
Интервал прогибов, мм											
Распределение прогибов по интервалам											
Количество прогибов в интервале											
Частота прогибов, %											
Накопленная частота, % λ											

Определяют интервалы прогибов. Границы интервалов устанавливают делением суммы смежных значений пополам.

Прогибы, попадающие на границу смежных интервалов, рекомендовано относить к интервалам меньших прогибов.

После распределения результатов испытаний по разрядам строят кумулятивную кривую, по которой решают вопрос о фактическом прогибе конструкции, соответствующем допускаемому проценту деформированной поверхности покрытия l_{ϕ} . Кумулятивную кривую строят в координатах «накопленная частота - середина интервала. При ее построении следует усреднять значения накопленных частот смежных интервалов (разрядов).

Для определения фактического значения прогиба (l_{ϕ}) из точки на оси ординат с допускаемой вероятностью повреждения покрытия проводят

горизонталь до пересечения с кумулятивной кривой. Из точки пересечения опускают вертикаль на ось абсцисс, где находят искомое значение ($r_i^{ДОП} l_\phi$). Величину ($r_i^{ДОП}$) определяют по формуле

$$r_i^{ДОП} = 1 - K_H, \quad (3.28)$$

где K_H – расчетный (проектный) или нормативный уровень надежности дорожной одежды (см. табл. 3.29).

Нормативный уровень надежности принимают, когда он отличается от проектного уровня надёжности или когда не имеют данных о проектной надёжности дорожной одежды.

По величине обратимого прогиба, полученного по результатам линейных испытаний, определяем модуль упругости дорожной конструкции:

$$E_{\phiЛ} = \frac{0,36Q}{l_\phi} \text{ МПа}, \quad (3.29)$$

где Q – нагрузка на колесо используемого автомобиля может колебаться от 30 до 50 кН;

l_ϕ – фактический обратимый прогиб, см.

При проведении линейных испытаний в нерасчётный период года предварительно обработанные результаты приводят к требуемому расчетному состоянию дорожных одежд и земляного полотна. Приведенный фактический модуль упругости конструкции определяют по формуле (3.30) [15, 18]:

$$E_\phi^* = E_{\phiЛ} \left[\frac{1}{K_\Theta} - \frac{1,5DK_\Gamma}{H_K} \left(1 - \frac{W_{\phiЛ}}{W_P} \right) \right] K_D \cdot K_T, \quad (3.30)$$

где $E_{\phiЛ}$ - фактический модуль упругости дорожной конструкции характерного участка, полученный по результатам испытаний в нерасчетный период года, формула (3.29), МПа;

$K_\Theta = \frac{l_P}{l_0}$ - температурный коэффициент, равный отношению прогиба (l_P) при расчетной температуре покрытия (t_P^n) к прогибу (l_0) при температуре, соответствующей периоду проведения испытаний (t_ϕ^n). Для переходных типов одежд $K_\Theta = 1$;

H_K - толщина дорожной одежды на контрольной точке, измеренная в

- шурфе при определении влажности грунта земляного полотна, см;
- D - расчётный диаметр отпечатка колеса, (см. табл. П.2.2, прил.2);
- K_{Γ} - эмпирический коэффициент, зависящий от вида грунта земляного полотна в месте расположения контрольной точки. $K_{\Gamma} = 1,5$ - для супесей легких и песчаных грунтов; $K_{\Gamma} = 2,15$ - для суглинков, супесей пылеватых и тяжелых пылеватых;
- $W_{\text{фл}}$ - измеренная относительная влажность грунта земляного полотна на контрольной точке в период проведения испытаний, % ;
- $W_{\text{р}}$ - относительная расчетная влажность грунта земляного полотна, %. (табл. П.2.1) ;
- $K_{\text{д}}$ - эмпирический коэффициент, зависящий от состояния покрытия в районе контрольной точки. При наличии сетки трещин $K_{\text{д}} = 0,90$; при отсутствии – $K_{\text{д}} = 1,00$;
- $K_{\text{т}}$ – эмпирический коэффициент приведения дорожной конструкции к типичному состоянию. Определяют в соответствии с табл. П.2.3.

На основании задания распределяем прогибы, полученные в результате линейных испытаний по интервалам, и находим среднее значение прогибов, формула (3.27). Значения сводим в табл. 3.30.

Таблица 3.30

Ведомость результатов линейных испытаний [21, с. 56]

Интервал 0,3 – 0,6	Интервал 0,61 – 0,9	Интервал 0,91 – 1,2	Интервал 1,21 – 1,5
0,41	0,62	0,93	1,22
0,43	0,67	0,99	1,23
0,47	0,72	1,05	1,29
0,53	0,77	1,11	1,31
0,59	0,82	1,17	
	0,87		
Среднеарифметическое значение прогибов $\bar{i} = 0.86$.			

Результаты линейных испытаний обрабатывают при помощи табл. 3.30.1 с использованием формул (3.26); (3.27).

На основании результатов табл. 3.30.1 строят кумулятивную кривую по значениям накопленной частоты прогиба и середины интервала (δ), по которой в зависимости от допускаемой вероятности повреждений определяют фактический прогиб на характерном участке (рис. 3.4).

Таблица 3.30.1

Ведомость распределения результатов линейных испытаний [21, с. 54]

Показатели	Значения										
	-50	-40	-30	-20	-10	\bar{l}	10	20	30	40	50
Δl , %	0,43	0,52	0,6	0,69	0,77	0,86	0,95	1,03	1,12	1,2	1,29
середины интервала δ , мм											
Интервал прогибов, мм	0,47	0,56	0,64	0,73	0,81	0,9	0,99	1,07	1,16	1,24	1,33
	0,39	0,48	0,57	0,65	0,74	0,82	0,91	1,00	1,08	1,17	1,25
Распределение прогибов по интервалам	0,41	0,53	0,59	0,67	0,77	0,82	0,93	1,05	1,11	1,17	1,29
	0,43		0,62	0,72		0,87	0,99			1,22	1,31
	0,47									1,23	
Количество прогибов в интервале	3	1	2	2	1	2	2	1	1	3	2
Частота прогибов, %	15	5	10	10	5	10	10	5	5	15	10
Накопленная частота λ , %	100	85	80	70	60	55	45	35	30	25	10

Определяем допускаемую вероятность повреждений покрытий ($r_i^{\text{ДОП}}$) через расчётный уровень надёжности дорожных одежд, который для III категории дорог, проходящих в III дорожно-климатической зоне, равен 0.85 для капитальных дорожных одежд (табл. 3.29):

$$r_i^{\text{ДОП}} = 1 - 0.85 = 0.15. \quad (3.28.1)$$

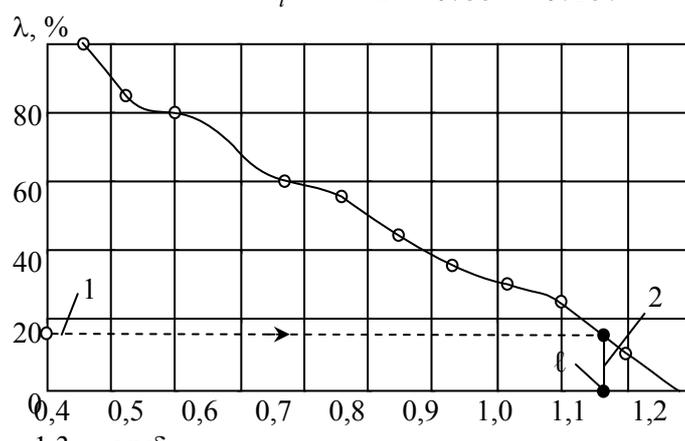


Рис. 3.4. Общий вид кумулятивной кривой:

1 - уровень, соответствующий допустимому проценту деформированной поверхности покрытия»; 2 - кумулятивная кривая; $l_{\text{ф}}$ - фактический прогиб характерного участка; δ - величина обратимого прогиба, соответствующая середине интервала, мм; λ - накопленная частота, %

Фактический модуль упругости равен

$$E_{фл} = K_A \frac{Q_k}{l_\phi} = \frac{50}{0,126} 0,36 = 143 \text{ МПа}, \quad (3.31)$$

где K_A - коэффициент, равный 0,36 МПа см / кН,

Q_k – нагрузка на колесо используемого для испытаний автомобиля, кН.

l_ϕ - фактический прогиб на характерном участке, см.

Полученные результаты приводим к расчётному периоду, используя формулу (3.30), так как модуль упругости дорожных одежд в нерасчётный период в большинстве случаев имеет больший модуль упругости, чем в расчётный период.

$$E_{ф*} = 143 \left[\frac{1}{1,1} - \frac{1,5 \cdot 33 \cdot 2,15}{55} \left(1 - \frac{0,7}{0,76} \right) \right] * 0,9 * 1 = 97 \text{ МПа} \quad (3.30.1)$$

Фактический модуль упругости на рассматриваемом однотипном участке дороги меньше минимального требуемого для III технической категории дороги (см. табл. 3.25) $200 > 97$.

Для приведения прочности дорожной одежды к нормативной требуется рассмотреть вопрос об её усилении. Толщину слоя усиления определяют, рассматривая соотношения, и через которые по номограмме (прил. 5)

определим $\frac{E_2}{E_1} = \frac{E_{ф*}}{E_1} \frac{E_{общ}}{E_1} = \frac{E_{мп}}{E_1} h/D = x$. Зная, что диаметр отпечатка колеса автомобиля при испытаниях статическим нагружением равен 33 см, а при динамическом 37 см, определим толщину слоя усиления $h = D x$.

Толщина слоя усиления не должна быть меньше значений, указанных в прил. 3. Если по расчёту она окажется меньше указанных значений, но больше половины этой величины, то толщину слоя усиления принимают равной значениям, указанным в прил. 3. Если расчётная толщина меньше половины значений (прил. 3), то устраивают поверхностную обработку.

3.3.9. Определение частного показателя $K_{РС9}$, учитывающего ровность в поперечном направлении (глубину колеи)

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи производят по каждому участку путем сравнения средней расчетной глубины колеи $h_{кс}$ с допустимыми и предельно допустимыми значениями. При этом в соответствии с [2] измерения параметров колеи выполняют упрощенным способом с помощью 2-метровой рейки и измерительного щупа или 3-метровой рейки и клиновидного промерника, а также используя приборы с автоматической записью отметок (профилометры).

При определении частного показателя $K_{рс9}$ используют значения, измеренные профилометром или рейкой.

Измерения глубины колеи выполняют по внешней и (находящейся справа по направлению движения) и внутренней колее (находится слева по направлению движения), с соблюдением требований к количеству створов измерения на каждом самостоятельном участке.

Рейку укладывают на выпоры одновременно перекрывая внешнюю и внутреннюю колею или перемещают в направлении перпендикулярном направлению движения. Берут один отсчёт h_k в точке, соответствующей наибольшему углублению колеи в каждом створе (рис. 3.5), при помощи измерительного щупа, устанавливаемого вертикально, с точностью до 1 мм. При отсутствии выпоров рейку укладывают на проезжую часть таким образом, чтобы перекрыть измеряемые колеи.

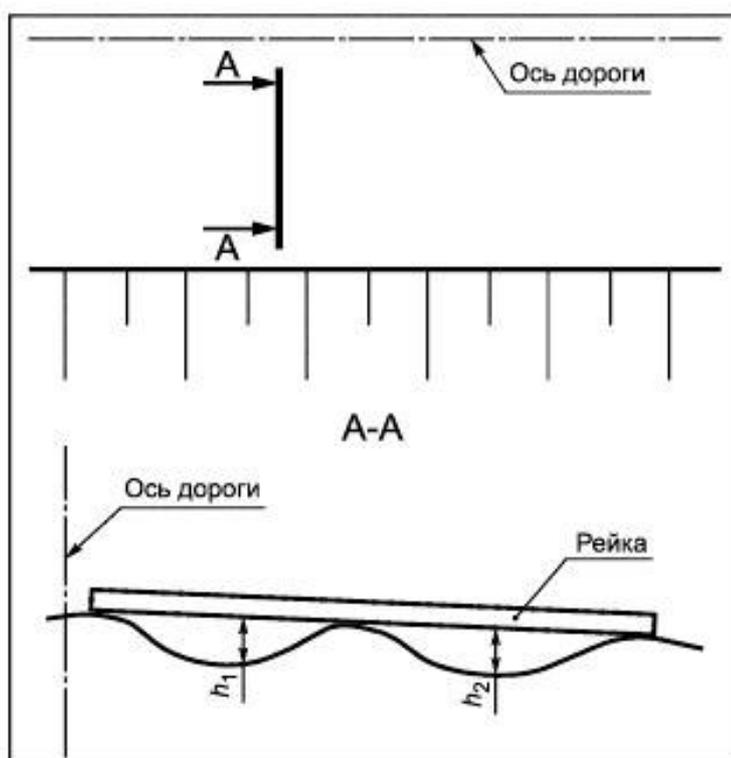


Рис. 3.5. Схема измерения глубины колеи:

h_1 и h_2 – максимальный просвет под рейкой по внешней и внутренней колее

Если в створе измерения имеется дефект покрытия (выбоина, трещина и т.п.), створ измерения может быть перемещён вперёд или назад на расстояние до 0,5 м, чтобы исключить влияние данного дефекта на считываемый параметр.

Количество створов измерения и расстояния между створами принимают в зависимости от длины самостоятельного и измерительного участков. Самостоятельным считается участок, на котором по визуальной оценке параметры колеи примерно одинаковы. Протяжённость такого участка может колебаться от 20 м до нескольких километров.

Самостоятельный участок разбивается на измерительные участки, длиной по 100 м (рис. 3.6).

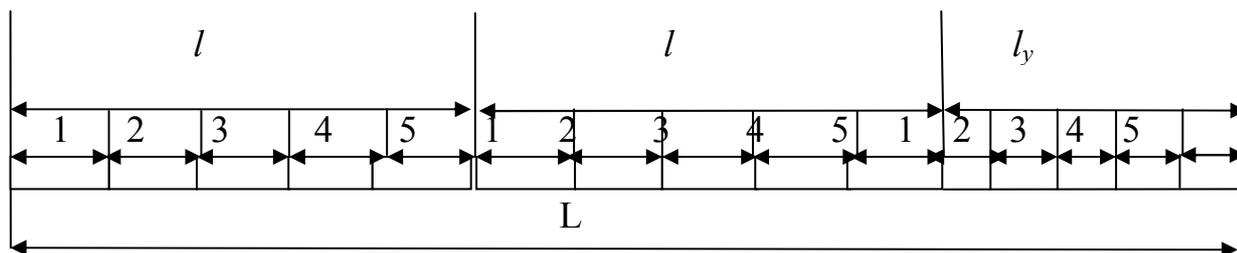


Рис. 3.6. Схема самостоятельного и измерительного участков [21, с. 60]:

L – длина самостоятельного участка, м;

l – длина измерительного участка, м;

l_y – длина укороченного измерительного участка, м;

a, a_1 – расстояния между створами измерения, м;

1, 2, 3, 4, 5 – номера створов измерения

Если общая длина самостоятельного участка не равна целому количеству измерительных участков по 100 м каждый, выделяется дополнительный укороченный измерительный участок.

Также назначается укороченный измерительный участок, если длина всего самостоятельного участка меньше 100 м.

На каждом измерительном участке выделяются 5 створов измерения на равном расстоянии один от другого (на 100-метровом участке через каждые 20 м), которым присваиваются номера от 1 до 5.

Укороченный измерительный участок также разбивается на 5 створов, расположенных на равном расстоянии один от другого (рис. 3.6).

Глубина колеи измеряется в наиболее глубоком месте каждого створа и записывается в ведомость. Форма ведомости приведена в табл. 3.32.

По каждому измерительному участку определяют расчётную глубину колеи. Для этого анализируют результаты измерений в 5 створах измерительного участка. За величину глубины колеи принимают минимальное значение на данном измерительном участке ($h_{кн}$). Расчётную глубину колеи для самостоятельного участка определяют как среднеарифметическую из всех значений расчётной глубины колеи на измерительных участках :

$$h_{кс} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{кн}}{n}, \text{ мм.} \quad (3.32)$$

Результаты расчетов заносят в ведомость (табл. 3.31).

Таблица 3.31

Ведомость измерения глубины колеи упрощенным способом [11, с. 29]

Номер самостоятельного участка	Привязка к километру и протяженность	Длина измерительного участка, l , м	Величина колеи по точкам измерения		Расчетная величина колеи, измерительного участка $h_{кн}$, мм	Расчетная глубина колеи на самостоятельном участке, $h_{кс}$, мм
			точки измерения	глубина колеи, h_k , мм		

Частный коэффициент $K_{РС9}$ определяют в зависимости от величины параметров колеи в соответствии с табл. 3.32.

Таблица 3.32

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости $K_{РС9}$, учитывающего ровность в поперечном направлении [11, с. 65]

Глубина колеи под уложенной на выпоры рейкой, мм	Общая глубина колеи относительно правого выпора, мм	Значения $K_{РС9}$
≤ 4	0	1,25
7	3	1,0
9	4	0,9
12	6	0,83
17	9	0,75
27	15	0,67
45	28	0,58
≥ 83	≥ 56	0,5

Полученные значения заносят в табл. 3.33.

Таблица 3.33

Ведомость результатов определения K_{PC9} [11, с. 65]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Глубина колеи, мм	Значение K_{PC9}

От км. 73+100 обследуемого участка дороги до км. 73+340 имеется колея, глубина которой замерена упрощённым способом. Выполним обработку данных при помощи табл. 3.34.

Таблица 3.34

Ведомость измерения глубин колеи упрощённым способом [11, с. 29]

Номер самостоятельного участка	Привязка к километражу и протяженность, м	Длина изменного участка l , м	Величина колеиности по точкам измерения		Расчетная величина колеи, измерительного участка h_{KH} , мм	Расчетная глубина колеи на самостоятельном участке, h_{KC} , мм
			точки из-ния	глубина колеи, h_k , мм		
1	От км 73+100 до км 73+340, $L=240$ м	100	1	10	16	17
			2	12		
			3	8		
			4	15		
			5	16		
		100	1	17	18	
			2	13		
			3	14		
			4	12		
			5	18		
		40	1	14	17	
			2	16		
			3	15		
			4	10		
			5	17		

По средней расчётной глубине колеи согласно табл. 3.33 определяем частный коэффициент расчётной скорости K_{PC9} . При глубине колеи 17 мм, когда измерения выполняют при укладке рейки непосредственно на выпоры $K_{PC9} = 0,75$. Полученные данные заносим в ведомость результатов определения K_{PC9} , табл. 3.34.1.

Ведомость результатов определения K_{PC9}

Адрес микроучастка, км +		Глубина колеи, мм	Значение K_{PC9}
начало	конец		
73+100	73+340	17	0,75

3.3.10. Определение частного показателя K_{PC10} , учитывающего безопасность движения

Частный коэффициент K_{PC10} определяют на основе сведений о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) по величине коэффициента относительной аварийности. В качестве характерных по безопасности движения выделяют отрезки дороги длиной по 1 км, на которых за последние 3 года произошли ДТП. Для каждого такого участка вычисляют относительный коэффициент аварийности по формуле.

$$И = \frac{ДТП \cdot 10^6}{365 \cdot N \cdot n}, \text{ ДТП/1 млн авт. км,} \quad (3.33)$$

где ДТП - число дорожно-транспортных происшествий за последние n лет (n принимаем равным 3 года);

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

В порядке исключения при отсутствии сведений за предыдущий период допускается определять величину $И$ по данным о ДТП за последний год.

Значения K_{PC10} в зависимости от коэффициента относительной аварийности определяют по табл. 3.35.

Таблица 3.35

Значения частного коэффициента обеспеченности расчётной скорости K_{PC10} , учитывающего безопасность движения [11, с. 66]

Значения коэффициента относительной аварийности, ДТП/1млн.авт.км	0 - 0,2	0,21 - 0,3	0,31 - 0,5	0,51 - 0,7	0,71 - 0,9	0,91 - 1,0	1,01 - 1,25	1,26 - 1,5	боле 1,5
Значение K_{PC10}	1,25	1,0	0,85	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2

При наличии хотя бы одного ДТП по причине неудовлетворительных дорожных условий величину K_{PC10} для данного километра принимают в два раза меньше указанной в табл. 3.35. Это снижение аннулируется после выполнения работ по устранению недостатков дороги, послуживших причиной ДТП, и не учитывается, если к моменту оценки указанные работы были выполнены.

На участках, где за оцениваемый период ДТП не зафиксировано, значения K_{PC10} принимают равными $K_{ПН}$. Результаты, полученные в процессе анализа участков аварийности, заносят в табл. 3.36 и определяют K_{PC10} .

Таблица 3.36

Ведомость результатов определения K_{PC10} [11, с. 116]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Среднегодовая интенсивность движения, авт./сут.	Кол-во ДТП	И	K_{PC10}

По заданию за последние 3 года произошло ДТП на 71 км – 2; 72 км – 1; 73 км – 1. На 73 км ДТП случилось по причине неудовлетворительных дорожных условий. Определим коэффициент относительной аварийности.

$$I_{71.000} = \frac{2 \cdot 1000000}{365 \cdot 2800 \cdot 3} = 0.65. \quad (3.31.1)$$

Аналогично выполняем вычисления для 72 и 73 км дороги.

$I_{72.000} = 0,33$; $I_{73.000} = 0,33$. По табл. 3.34 определяем значения K_{PC10} для каждого участка: 71 км – 0,7; 72 км – 0,85; 73 км – 0,42.

Так как на 73 км ДТП произошло по причине неудовлетворительных дорожных условий, значения K_{PC10} на данном километре уменьшаем в два раза. Итоговые результаты размещаем в табл. 3.36.1.

Таблица 3.36.1

Ведомость результатов определения K_{PC10}

Адрес начала микроучастка, км + ...	Кол-во ДТП	Среднегодовая интенсивность движения, авт./сут	И	K_{PC10}
71+000	2	2800	0,65	0,7
72+000	1	2800	0,33	0,85
73+000	1	2800	0,33	0,42

3.3.11. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги

Полученные результаты оценки состояния участков дороги сводят в табл. 3.37, по которой определяют комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

Таблица 3.37

Сводная ведомость оценки комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги КПи [11, с. 117]

Адрес начала микроучастка, км +	K _{PC1}	K _{PC2}	K _{PC3}	K _{PC4}	K _{PC5}	K _{PC6}	K _{PC7}	K _{PC8}	K _{PC9}	K _{PC10}	КПи

Транспортно-эксплуатационное состояние каждого характерного отрезка дороги оценивают итоговым коэффициентом обеспеченности расчётной скорости, который принимают за $K_{PCi}^{ИТОГ}$ комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги на данном отрезке:

$$K_{Pi} = K_{PCi}^{ИТОГ} . \quad (3.34)$$

Для определения КПи полученные значения K_{PC1-10} сводим в табл. 3.37.1

Таблица 3.37.1

Сводная ведомость оценки комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги КПи [11, с. 117]

Адрес начала микроучастка, км + ...	K _{PC1}	K _{PC2}	K _{PC3}	K _{PC4}	K _{PC5}	K _{PC6}	K _{PC7}	K _{PC8}	K _{PC9}	K _{PC10}	КПи
71+000	1,13	1,32	1,07	0,45	0,83	1,05	0,84	0,79	0,83	0,7	0,45
71+700	1,19	1,37	1,13	0,83	0,83	1,05	0,84	0,79	0,83	0,7	0,7
72+000	1,19	1,37	1,13	0,83	0,83	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85	0,62
72+050	1,19	1,37	1,13	0,83	0,65	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85	0,62
72+100	0,93	1,11	0,87	0,83	0,65	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85	0,62
72+500	1,01	1,2	0,95	0,83	0,65	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85	0,62
72+550	1,01	1,2	0,95	0,83	0,83	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85	0,62
73+000	1,01	1,2	0,95	0,83	0,83	0,58	0,69	0,8	0,83	0,42	0,42
73+100	1,01	1,2	0,95	0,83	0,83	0,58	0,69	0,7	0,75	0,42	0,42
73+200	1,11	1,37	1,05	0,83	0,83	0,58	0,69	0,7	0,75	0,42	0,42
73+340	1,11	1,37	1,05	0,83	0,83	0,58	0,69	0,7	0,75	0,42	0,42
73+700	1,20	-	1,14	0,83	0,83	0,58	0,69	-	0,83	0,42	0,42
73+900	0,84	1,15	0,78	0,83	0,83	0,58	0,69	0,7	0,83	0,42	0,42

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния всей автомобильной дороги или сети автодорог на момент обследования выполняют по величине комплексного показателя:

$$КПД = \frac{\sum_{i=1}^n K_{PCi}^{ИТОГ} \cdot l_i}{L}, \quad (3.35)$$

где $K_{PCi}^{ИТОГ}$ – итоговое значение коэффициента обеспеченности расчётной скорости на каждом участке;

l_i – длина участка с итоговым значением $K_{PCi}^{ИТОГ}$, км;

n – число таких участков;

L – общая длина дороги (участка дороги), км.

Величину комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния всего обследуемого участка дороги определяем:

$$КПД = \frac{0,45 \cdot 700 + 0,62 \cdot 1300 + 0,42 \cdot 1000}{3000} = 0,51 \quad (3.35.1)$$

3.4. Определение показателя инженерного оборудования и обустройства дороги

При выполнении работ по обследованию автомобильных дорог рассматриваются не только коэффициенты расчётных скоростей, но и расположение, а также состояние инженерного оборудования и обустройства, которые совместно с другими показателями оказывают непосредственное влияние на безопасность, комфортность и удобство движения. Для учёта их влияния рассматривается показатель инженерного оборудования и обустройства дороги (Коб). Его определяют по величине итогового коэффициента дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства дороги (Ди.о).

Под дефектностью соответствия понимают отсутствие, недостаточное количество или несоответствие нормативным требованиям к параметрам, конструкции и размещению элементов инженерного оборудования и обустройства дорог.

Показатель инженерного оборудования и обустройства дороги Ди.о вычисляют для всей дороги установленной категории или каждого участка дороги, если дорога состоит из участков разных категорий.

Итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства определяют по результатам обследования дорог по формуле

$$Д_{и.о.} = \frac{1}{8}(Д_д + Д_м), \quad (3.36)$$

где D_d - частный коэффициент дефектности соответствия, учитывающего количество и частоту расположения площадок отдыха и видовых площадок, функциональное влияние которых распространяется на значительную протяжённость дороги. Значение D_d вычисляют для всей дороги или для каждого участка данной категории, если дорога состоит из участков разных категорий.

Частный коэффициент D_d определяют по наличию и соответствию требованиям нормативных документов [16] площадок отдыха, включая видовые площадки, по формуле

$$D_d = \frac{L - l_{\text{нп}} \cdot n_{\text{п}}}{L}, \quad (3.37)$$

где $l_{\text{нп}}$ - нормативное расстояние между площадками отдыха, км;

$n_{\text{п}}$ - фактическое количество площадок отдыха на данной дороге, соответствующих требованиям;

L - длина дороги или участка дороги, км.

В том случае, когда фактическое количество площадок отдыха, включая видовые площадки, соответствующих предъявляемым требованиям, превышает нормативное, т.е. произведение $l_{\text{нп}} \cdot n_{\text{п}} > L$, принимают значение $D_d=0$.

D_m – сумма частных коэффициентов дефектности соответствия элементов инженерного оборудования, функциональное влияние которых распространяется на локальный отрезок дороги:

$$D_m = D_{m1} + D_{m2} + D_{m3} + D_{m4} + D_{m5} + D_{m6} + D_{m7}, \quad (3.38)$$

D_{m1} – частный коэффициент дефектности соответствия, рассматривающий пересечения и примыкания, въезды и переезды;

D_{m2} – частный коэффициент дефектности соответствия автобусных остановок;

D_{m3} – частный коэффициент дефектности соответствия ограждений;

D_{m4} – частный коэффициент дефектности соответствия тротуаров и пешеходных дорожек в населённых пунктах;

D_{m5} – частный коэффициент дефектности соответствия дорожной разметки;

D_{m6} – частный коэффициент дефектности соответствия освещения;

D_{m7} – частный коэффициент дефектности соответствия дорожных знаков.

Частные коэффициенты дефектности соответствия D_m вычисляют для каждого километрового участка дороги.

Если на рассматриваемом участке дороги отсутствует необходимое инженерное оборудование и обустройство, а также если оно выполнено или размещено не в соответствии с предъявляемыми требованиями или повреждено, то соответствующие частные показатели на данном участке будут приняты за 1.

Частный коэффициент D_{M1} определяют по соответствию требованиям [16] параметров пересечений и примыканий автомобильных дорог в одном и разном уровнях, а также пересечений автомобильных дорог с железными дорогами по формуле

$$D_{M1} = \frac{N - N_H}{N}, \quad (3.39)$$

где N - количество пересечений и примыканий, въездов и переездов на данном километре дороги;

N_H - то же, соответствующих требованиям нормативно-технических документов.

В их число, учитываемое при оценке, не входят неорганизованные съезды и переезды, а также пересечения с улицами и въездами во дворы в населённых пунктах.

При отсутствии пересечений и примыканий на данном километре дороги принимают значение $D_{M1}=0$.

Частный коэффициент D_{M2} определяют по соответствию требованиям [16] параметров автобусных остановок на данном километре дороги. Вычисления проводят аналогично D_{M1} по формуле (3.39).

Частный коэффициент D_{M3} определяют по наличию и соответствию требованиям [16] к дорожным ограждениям на каждом километре дороги:

$$D_{M3} = \frac{l_H - l_\Phi}{l_H}, \quad (3.40)$$

где l_H - требуемая по нормам протяжённость ограждений в одну линию на данном километровом участке дороги, м;

l_Φ - фактическое протяжение ограждений в одну линию, м.

В том случае, когда фактическое протяжение ограждений больше требуемого, а также на участках, где по нормам не требуется установка ограждений, принимают величину $D_{M3}=0$.

Частный коэффициент D_{M4} определяют по наличию и соответствию требованиям [16] параметров тротуаров и пешеходных дорожек вдоль дороги в населённых пунктах. Расчёт коэффициента D_{M4} производят так же, как и коэффициент D_{M3} по формуле (3.40).

Частный коэффициент D_{M5} определяют по наличию и соответствию дорожной разметки требованиям нормативным документам [4, 6] и схеме организации дорожного движения. Расчёт коэффициента D_{M5} производят так же, как и коэффициента D_{M3} по формуле (3.40).

Частный коэффициент D_{M6} определяют по наличию и соответствию требованиям [16] элементов освещения. Расчёт коэффициента D_{M6} производят так же, как и коэффициента D_{M3} по формуле (3.40).

Частный коэффициент D_{M7} определяют по наличию и соответствию требованиям [3, 4] дорожных знаков и их соответствию утверждённой схеме дислокации дорожных знаков на каждом километре. При полной комплектации и рабочем состоянии всех дорожных знаков $D_{M7}=0$. При отклонении по количеству или требуемому состоянию до 10 % дорожных знаков принимают $D_{M7}= 0,1$; 20 % - 0,2 и т.д.

Значения показателя инженерного оборудования и обустройства дороги (K_{OB}) на каждом километре принимают в зависимости от величины $D_{и.о}$ в соответствии с табл. 3.38.

Таблица 3.38

Значения показателя инженерного оборудования и обустройства [21, с. 69]

Коэффициент дефектности соответствия, $D_{и.о}$	Значение показателя инженерного оборудования и обустройства, K_{OB} , для категорий дорог		
	I-A, I-B, II	III	IV-V
0	1,0	1,0	1,0
0,1	0,99	0,99	1,0
0,2	0,98	0,98	0,99
0,3	0,97	0,98	0,98
0,4	0,96	0,97	0,98
0,5	0,95	0,96	0,97
0,6	0,94	0,96	0,97
0,7	0,93	0,95	0,96
0,8	0,92	0,94	0,96
0,9	0,91	0,94	0,95
1,0	0,90	0,93	0,95

Итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства $D_{и.о}$ определяют для каждого километра дороги. Вначале определяют значение коэффициента дефектности площадок отдыха и видовых площадок D_d по формуле (3.38) и принимают его для всей дороги или участка дороги. К этому значению на каждом километре добавляют значения дефектности по локальным элементам инженерного оборудования D_M , вычисленные по формуле (3.37), получают итоговое значение коэффициента дефектности инженерного оборудования и обустройства $D_{и.о}$ для каждого километра дороги или участка.

Полученные результаты сводят в табл.3.39 и заносят в линейный график оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (прил. 4).

Ведомость результатов определения K_{OB} [11, с. 119]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Итоговый коэффициент дефектности соответствия $D_{и.о.}$	Показатель K_{OB}

Протяжённость рассматриваемой в примере дороги составляет 100 километров. Количество площадок отдыха на ней 2. Согласно [9] на III технической категории они должны располагаться на расстоянии 25 – 35 километров друг от друга. Определим частный коэффициент дефектности соответствия D_d по формуле (3.37).

$$D_d = \frac{100 - 35 \cdot 2}{100} = 0.3. \quad (3.37.1)$$

На 71 км рассматриваемого участка имеется 4 пересечения с другими автодорогами, из них 3 соответствуют предъявляемым требованиям [9].

$$D_{M1} = \frac{4 - 3}{4} = 0,25. \quad (3.39.1)$$

Аналогично определяем частный коэффициент для 72 км ($D_{M1} = 0,8$). На 73 км пересечения отсутствуют ($D_{M1} = 0$).

Определяем частный показатель дефектности соответствия автобусных остановок D_{M2} .

На 72 км расположены 2 автобусные остановки. Обе они соответствуют предъявляемым требованиям.

$$D_{M2} = \frac{2 - 2}{2} = 0. \quad (3.39.2)$$

На 71 и 73 км автобусные остановки не требуются и $D_{M2} = 0$.

Определяем частный коэффициент дефектности соответствия ограждений D_{M3} .

На 71 км имеется участок протяжённостью 100 м с уклоном 40 % при высоте насыпи более 3 м, на котором установлены ограждения первой группы с двух сторон дороги. Интенсивность движения на рассматриваемом участке дороги более 2000 авт./сут. Согласно [16] установка ограждений первой группы необходима с двух сторон дороги. Определим D_{M3} для 71 км по формуле (3.40).

$$D_{M3} = \frac{200 - 200}{200} = 0. \quad (3.40.1)$$

На 72 км дороги на участке протяжённостью 50 м при высоте насыпи 2,5 м, уклоном 30 % установлены ограждения. Для данных условий согласно [16] установка ограждений не требуется ($D_{M3}=0$).

На 73 км имеется участок протяженностью 250 м с уклоном 45 % и высотой насыпи более 2,5 м. Ограждения установлены по 200 м с каждой стороны дороги. Согласно [16] ограждения должны быть установлены на протяжении 250 м с каждой стороны дороги. Определим D_{M3} для 73 км.:

$$D_{M3} = \frac{500-400}{500} = 0,2. \quad (3.40.2)$$

Автомобильная дорога проходит вне населённых пунктов, наличие тротуаров требуется только на мостовом переходе, расположенном на 73 км, протяжённостью 200 м. Существующая длина тротуаров соответствует нормативной и составляет 400 м D_{M4} на 73 км определяем по формуле (3.40).

$$D_{M4} = \frac{400-400}{400} = 0. \quad (3.40.3)$$

На 71 и 72 км $D_{M4} = 0$, так как наличие тротуаров не требуется.

Во время эксплуатации дороги часть разметки пришла в негодность и требует восстановления. При определении фактической длины разметки рассматривают участки, где её необходимо нанести и где она соответствует предъявляемым требованиям. На 71 км из требуемых 1000 м разметки нанесено и соответствует нормативным требованиям 700 м.

$$D_{M5} = \frac{1000-700}{1000} = 0,3. \quad (3.40.4)$$

Аналогично определяем для 72 км ($D_{M5} = 0.4$) и 73 км ($D_{M5} = 0.1$).

Частный коэффициент D_{M6} рассматривается по соответствию правильного расположения освещения и его работоспособности. На 71 и 72 км установка освещения не требуется и $D_{M6} = 0$. Для 73 км требуемая протяжённость освещения 300 м. Установлено и соответствует нормативу на 270 м

$$D_{M6} = \frac{300-270}{300} = 0,1. \quad (3.40.5)$$

Определяем частный коэффициент дефектности соответствия дорожных знаков D_{M7} .

На 71 км установлено 12 знаков, 10 из которых соответствует предъявляемым требованиям. 12 знаков принимаем за 100 %. 2 знака, не соответствующих предъявляемым требованиям, составляют около 17 % от

общего количества знаков - $D_{M7} = 0,2$. Аналогично рассчитываем для 72 км ($D_{M7} = 0,1$) и 73 км ($D_{M7} = 0$).

Определим частный коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства D_M для каждого километра дороги:

$$D_{M71} = 0.25 + 0 + 0 + 0 + 0.3 + 0 + 0.2 = 0.75, \quad (3.38.1)$$

$$D_{M72} = 0.8 + 0 + 0 + 0 + 0.4 + 0 + 0.1 = 1.3, \quad (3.38.2)$$

$$D_{M73} = 0 + 0 + 0.2 + 0 + 0.1 + 0.1 + 0 = 0.4. \quad (3.38.3)$$

Итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства для каждого километра дороги определяем по формуле (3.36):

$$D_{и.о.71} = \frac{1}{8} (0,3 + 0,75) = 0,1, \quad (3.36.1)$$

$$D_{и.о.72} = \frac{1}{8} (0,3 + 1,3) = 0,2, \quad (3.36.2)$$

$$D_{и.о.73} = \frac{1}{8} (0,3 + 0,4) = 0,1. \quad (3.36.3)$$

Показатель инженерного оборудования и обустройства определяем для каждого километра дороги по табл. 3.38. Полученные значения сводим в табл. 3.39.1.

Таблица 3.39.1

Ведомость результатов определения $K_{ОБ}$ [11, с. 119]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Итоговый коэффициент дефектности соответствия, $D_{и.о.}$	Показатель $K_{ОБ}$
71 + 000	0,1	0,99
72 + 000	0,2	0,98
73 + 000	0,1	0,99

3.5. Определение показателя уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги

Значение показателя уровня эксплуатационного содержания $K_Э$ вычисляют на основании результатов оценки содержания дороги за последние 9-12 месяцев

[10], который может быть «допустимый», «средний» и «высокий». Результаты определения уровня содержания оформляются актом проверки комиссией.

При оценке качества проекта, а также в момент сдачи дороги в эксплуатацию после строительства, реконструкции или ремонта показатель уровня эксплуатационного содержания КЭ не вычисляют, а принимают равным единице ($K_{Э} = 1,0$).

Копии заполненных и подписанных актов ежемесячной оценки фактического уровня содержания за предыдущие 9 - 12 месяцев хранятся у организации, которая содержит дорогу, или у Заказчика.

Для последующей обработки каждому уровню содержания присваивается балл: допустимый - 3; средний - 4; высокий - 5. Вводится условно ещё один уровень содержания «ниже допустимого», которому присваивается балл – 2.

После этого составляется таблица исходных данных и определяется показатель среднего уровня содержания в баллах. Значения балльной оценки переводятся в значения уровня эксплуатационного содержания КЭ по табл. 3.40.

Таблица 3.40

Значения показателя уровня содержания [11, с. 119]

Значение оценки содержания в баллах, Б	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
Показатель уровня эксплуатационного содержания, КЭ	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1,0	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10

Уровень эксплуатационного содержания не оценивают у следующих дорог:

- участки дорог, подвергшихся стихийным бедствиям в течение срока, установленного соответствующими органами для ликвидации последствий;
- участки дорог, на которых ведется ремонт или реконструкция;
- дороги в период распутицы, сроки начала и завершения которой определяются Заказчиком в зависимости от местных климатических условий.

Показатель эксплуатационного содержания дороги КЭ находим через средний уровень содержания дороги, определённый в баллах, Б (табл. 3.41).

Таблица 3.41

Пример определения среднего уровня фактического содержания
дороги в баллах [11, с. 119]

№ п/п	Участок дороги км+...	Оценка уровня содержания в баллах за предыдущие месяцы											Б	
		VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI		VII
1	71	3,1	5	3	4	4	4	4	3	-	2	4	5	3,7
2	72	3,5	4	5	4	4	5	3	2	-	4	5	4	4,0
3	73	2,4	3	4	5	4	5	4	3	-	4	5	5	4,0

Уровни содержания определялись для каждого километра дороги.

Результаты балльной оценки принимаем по заданию. Для оценки состояния дороги в VIII месяце, используем результаты табл.3.26.1. Среднюю балльную оценку уровня содержания определяем по данным, приведённым за 11 месяцев. Оценку уровня содержания в апреле не проводилась в связи с распутицей.

Показатель уровня эксплуатационного содержания дороги определяем по табл. 3.40. $K_{Э 71} = 0,97$, $K_{Э 72,73} = 1$.

3.6. Сводные результаты оценки технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог

Степень соответствия фактически обеспеченных всей дорогой транспортно-эксплуатационных показателей или потребительских свойств ($\Pi_{д}$) нормативным требованиям оценивают по относительному показателю качества дороги:

$$K_{д} = \frac{\Pi_{д}}{КП_{н}} \quad (3.41)$$

Дорога полностью соответствует нормативным требованиям, когда $K_{д} > 1$. Величину обобщённого показателя качества и состояния каждой дороги (участка дороги) определяют по формуле (3.42). Полученные значения сводят в табл. 3.42.

Таблица 3.42

Сводная ведомость оценки обобщённого показателя качества дороги [11, с. 120]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги, КП _{Ді}	Показатель инженерного оборудования и обустройства, К _{об}	Показатель эксплуатационного содержания дороги, К _э	Обобщённый показатель качества дороги, П _д

Обобщённый показатель качества и состояния дороги или рассматриваемого участка дороги определяют:

$$P_d = K_{PD} K_{обд} K_{эд}, \quad (3.42)$$

где КП_Д – комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги или рассматриваемого участка дороги;

К_{обд} – средневзвешенное значение показателя инженерного оборудования и обустройства;

К_{эд} – средневзвешенное значение показателя уровня эксплуатационного содержания.

Обобщённый показатель качества определяется для каждого рассматриваемого участка дороги по формуле (3.42) Полученные результаты представим в табличной форме (табл. 3.42.1).

Таблица 3.42.1

Сводная ведомость оценки обобщённого показателя качества дороги [11, с. 120]

Адрес начала микроучастка, км + ...	Комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги, КП _{Ді}	Показатель инженерного оборудования и обустройства, К _{об}	Показатель эксплуатационного содержания дороги, К _э	Обобщённый показатель качества дороги, П _д
71+000	0,45	0,99	0,97	0,43
71+700	0,7	0,99	0,97	0,67
72+000	0,62	0,98	1,0	0,61
72+050	0,62	0,98	1,0	0,61
72+100	0,62	0,98	1,0	0,61
72+500	0,62	0,98	1,0	0,61

Адрес начала микро-участка, км + ...	Комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги, КПД _і	Показатель инженерного оборудования и обустройства, К _{об}	Показатель эксплуатационного содержания дороги, К _э	Обобщённый показатель качества дороги, П _д і
72+550	0,62	0,98	1,0	0,61
73+000	0,42	0,99	1,0	0,42
73+100	0,42	0,99	1,0	0,42
73+200	0,42	0,99	1,0	0,42
73+340	0,42	0,99	1,0	0,42
73+700	0,42	0,99	1,0	0,42
73+900	0,42	0,99	1,0	0,42

На основании полученных результатов строят линейный график оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги (прил. 4).

Средневзвешенное значение показателя инженерного оборудования и обустройства всей дороги или сети дорог определяют [11, 15]:

$$K_{обд} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{обі} \cdot l_i}{L}, \quad (3.43)$$

где $K_{обі}$ - значения показателя инженерного оборудования и обустройства для каждого i -го участка дороги;

l_i - длина каждого участка дороги;

n - количество участков;

L - длина дороги или участка дороги, км.

Средневзвешенное значение показателя уровня эксплуатационного содержания всей дороги или сети дорог определяем:

$$K_{эд} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{эі} \cdot l_i}{L}, \quad (3.44)$$

где $K_{эі}$ - значение показателя уровня эксплуатационного содержания для каждого i -го участка дороги [11, 15].

Величину комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния всего обследуемого участка дороги определили по формуле (3.35.1), КПД = 0,51.

Средневзвешенное значение показателя инженерного оборудования и обустройства всей дороги или сети дорог определяют по формуле

$$K_{обд} = \frac{0,99*1000+0,98*1000+0,99*1000}{3000} = 0,987 . \quad (3.43.1)$$

Средневзвешенное значение показателя уровня эксплуатационного содержания всего рассматриваемого участка дороги определяем по формуле

$$K_{эд} = \frac{0,97*1000+1*2000}{3000} = 0,99 . \quad (3.44.1)$$

Обобщённый показатель качества и состояния рассматриваемого участка дороги определяют по формуле

$$P_d = 0,51 * 0,987 * 0,99 = 0,5. \quad (3.42.1)$$

Степень соответствия фактических транспортно-эксплуатационных показателей, обеспеченных рассматриваемым участком дороги, нормативным требованиям оценим по относительному показателю качества дороги:

$$K_d = \frac{0,5}{0,83} = 0,6 \quad (3.41.1)$$

Если относительный показатель качества дороги меньше 1, то рассматриваемый участок дороги нуждается в проведении ремонтных мероприятий.

4. ПЛАНИРОВАНИЕ ДОРОЖНО-РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИАГНОСТИКИ

4.1. Назначение видов работ на основе анализа фактического состояния дорог

При планировании работ по ремонту и реконструкции основываются на результатах диагностики состояния дорог [5].

Необходимость их проведения возникает в случае, если фактическое состояние параметров и характеристик не удовлетворяет действующим нормативным требованиям к обеспеченной скорости, безопасности движения, пропускной способности и осевым нагрузкам.

Критерий экономической эффективности является наиболее оптимальным с точки зрения экономической целесообразности расходования средств. Он подразумевает, что по каждому возможному объекту дорожных работ будет произведено сравнение затрат на проведение работ и эффекта,

который они обеспечат.

Наиболее значимыми формами экономического эффекта являются:

- снижение транспортных издержек;
- снижение дополнительных затрат на ремонт дороги из-за несвоевременности проведения работ или выполнения работ не в полном объеме;
- снижение затрат, связанных с дорожно-транспортными происшествиями;
- стимулирование экономического развития;
- повышенный комфорт и удобство движения.

Для обоснования потребности в ремонте определяют $K_{Пф}$ на основании сравнения значений частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости $K_{РСij}$ с нормативными значениями комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния $K_{Пн}$ (при оценке показателей технического уровня дороги $K_{РС3}$, $K_{РС4}$, $K_{РС5}$) и с предельно допустимыми его значениями (при оценке показателей эксплуатационного состояния дороги $K_{РС2}$, $K_{РС6}$, $K_{РС7}$, $K_{РС8}$, $K_{РС9}$, $K_{РС10}$). В случае, если комплексный транспортно-эксплуатационный показатель дороги $K_{Пф}$ находится в пределах между нормативными и предельно допустимыми значениями оценивается целесообразность потребности в ремонте, эффект проведения которого определяется по изменению потребительских качеств.

При частном коэффициенте обеспеченности расчетной скорости, учитывающем влияние интенсивности и состава движения, $K_{РС3} < K_{Пн}$ принятие решения о ремонте или реконструкции дороги осуществляют только после оценки возможности доведения значения $K_{РС3}$ до нормативных величин за счет осуществления более экономичных работ. Прежде всего проверяют возможность увеличения $K_{РС3}$ за счёт очистки от загрязнения фактически используемой для движения ширины укрепленной поверхности дороги.

Если выполненные работы принесли результат и коэффициент обеспеченности расчетной скорости $K_{РС3}$, соответствуют нормативным значениям, то выполняют работы по содержанию участка.

Если в результате коэффициент обеспеченности расчетной скорости $K_{РС3}$ достигает нормативных величин на рассматриваемом участке, ограничиваются только содержанием дороги. В случае, если очистка укрепленной поверхности от загрязнения не дает желаемого результата, проверяют последовательно возможность ремонта или устройства краевых укрепительных полос, укрепления обочин и уширения проезжей части автомобильной дороги с соответствующим пересчетом значения $K_{РС3}$ для оценки эффективности ремонта.

Работы по исправлению параметров дороги по $K_{РС3}$ на участках, не требующих реконструкции или при невозможности доведения данного показателя до нормативных значений методами содержания, планирование ремонта по $K_{РС3}$ совмещают с работами по устранению дефектов,

характеризуемых другими частными коэффициентами обеспеченности расчётной скорости.

Наиболее ёмкими работами являются работы по увеличению радиусов кривых и смягчению продольного уклона [15]. Данные работы приводят в нормативное состояние все другие показатели, так как дорога практически перестраивается заново.

Если на одном участке требуется одновременно выполнить работы по увеличению радиуса кривой и по смягчению продольного уклона, то назначают работы по увеличению радиуса кривой.

Работы, связанные с изменением показателей дорожной одежды и покрытия, назначаются в следующей последовательности: от более ёмкой работы к менее ёмкой: переустройство – усиление – выравнивание – ликвидация колеиности – увеличение сцепных свойств покрытий.

На основании анализа фактических частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости устанавливают параметры и переменные характеристики дороги, которые стали причиной снижения транспортно-эксплуатационного состояния дороги. На участках, где частные коэффициенты обеспеченности расчётной скорости не отвечают предъявляемым требованиям, намечают соответствующие виды работ по ремонту и содержанию дороги (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Виды дорожных работ в зависимости от частных коэффициентов K_{PCi}
[11, с. 86]

Частный коэффициент, K_{PCi}	Учет влияния	Вид дорожно-ремонтных работ при $K_{PCi} < K_{ПН}$
K_{PC2}	Ширины и состояния обочин	Укрепление обочин
K_{PC3}	Интенсивности и состава движения, ширины фактически используемой укрепленной поверхности покрытия	Уширение проезжей части, устройство укрепительных полос, укрепление обочин, уширение мостов и путепроводов
K_{PC4}	Продольного уклона и видимости поверхности дороги	Смягчение продольного уклона, увеличение видимости
K_{PC5}	Радиуса кривых в плане	Увеличение радиусов кривых, устройство виражей, спрямление участка

Частный коэффициент, K_{PCi}	Учет влияния	Вид дорожно-ремонтных работ при $K_{PCi} < K_{ПН}$
K_{PC6}	Продольной ровности покрытия	Устройство выравнивающего слоя с поверхностной обработкой или восстановление верхнего слоя методами термопрофилирования и регенерации (ремонт покрытия при $E_{\Phi} \geq E_{ТР}$). Ремонт (усиление) дорожной одежды при $E_{\Phi} < E_{ТР}$
K_{PC7}	Сцепных качеств покрытия	Устройство шероховатой поверхности методами поверхностной обработки, втапливания щебня, укладки верхнего слоя из многощебенистого асфальтобетона
K_{PC9}	Поперечной ровности покрытия (колеи)	Ликвидация колеи методами перекрытия, заполнения, фрезерования
K_{PC10}	Безопасности движения	Мероприятия по повышению безопасности движения на опасных участках

Примечания: 1. K_{PC1} и K_{PC8} учитываются при оценке состояния дороги соответственно по K_{PC2} , K_{PC3} и K_{PC6} ;

2. E_{Φ} и $E_{ТР}$ – соответственно фактический и требуемый модули упругости дорожной одежды и земляного полотна.

Достаточно часто на анализируемых участках дороги имеются два или более параметров и характеристик дороги, не отвечающих нормативным требованиям. В этом случае должен выполняться комплексный ремонт дороги для устранения всех причин снижения ее транспортно-эксплуатационного состояния.

В случае, когда на участке дороги не удовлетворяют требованиям два или более факторов ($K_{PCi} < K_{ПН}$), для назначения вида дорожных работ руководствуются табл. 4.2.

Влияние дорожно-ремонтных работ на изменение коэффициента K_{PCij} [11, с. 88]

K_{PCij} , определяющий вид ремонта	Влияние ремонта на частные коэффициенты K_{PCi} при совместном действии факторов на участке дороги: - устранение влияния (●) - частичное повышение показателя(+)									
	(см. табл. 4.1)	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}			●				●		●	●

Примечания:

K_{PCi} – исходные значения ($K_{PCi} < K_{ПН}$);

K_{PC}^* - значение показателя, повышенное в результате ремонта.

При ремонте по K_{PC2} :

$$K_{PC3}^* = K_{PC3} + K_{\Delta PC3}; \quad K_{PC4}^* = K_{PC4} \cdot \Delta K_{PC4};$$

$$K_{PC5}^* = K_{PC5} \cdot \Delta K_{PC5}; \quad K_{PC7}^* = K_{PC7} \cdot \Delta K_{PC7};$$

$$K_{PC10}^* = K_{PC10} \cdot \Delta K_{PC10}.$$

При ремонте по K_{PC6} :

$$K_{PC8}^* = 1,05 K_{PC8}; \quad K_{PC10}^* = 1,7 K_{PC10};$$

При ремонте по K_{PC7} :

$$K_{PC4-10}^* = 1,15 K_{PC4-10}.$$

При ремонте по K_{PC8} :

$$K_{PC10}^* = 1,7 K_{PC10}.$$

Значения $K_{\Delta PC}$ приведены в табл. 4.3. и 4.4 [11].

Таблица 4.3

Поправочные коэффициенты ΔK_{PC3} [11, с. 89]

Тип укрепления обочин	ΔK_{PC3} для категории 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, щебень обработанный вяжущим	0,12	0,15	0,42	0,47

Таблица 4.4

Поправочные коэффициенты $\Delta K_{PC4,5,7,10}$ [11, с. 89]

Тип укрепления обочин	Величина поправок к K_{PCi}			
	ΔK_{PC4}	ΔK_{PC5}	ΔK_{PC7}	ΔK_{PC10}
Планировка обочин	1,0	1,0	1,0	1,0
Засев трав	1,0	1,0	1,0	1,0
Слой щебня или гравия	1,0	1,0	1,12	1,12
А/Б, Ц/Б, щебень обработанный вяжущим	1,11	1,12	1,15	1,15

Табл. 4.2 позволяет оценить, насколько работы, указанные выше, способны изменить значения влияющих частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости K_{PCi} или довести их значения до нормативных требований.

Частичное повышение показателей коэффициентов обеспеченности расчетной скорости определяют с использованием зависимостей, рассмотренных в примечании к табл. 4.2.

При назначении ремонтных работ могут образовываться участки небольшой протяженности, на которых не требуется выполнение работ или назначен вид работ, отличающийся от выполняемых на соседних участках. Длину таких участков устанавливает пользователь автодороги. С целью обеспечения технологической целесообразности проведения работ они могут объединяться в участки с одинаковыми видами работ по следующим правилам.

Если на предшествующем и последующем участках назначен один вид работ, то все три участка объединяются в один участок.

Если на предшествующем и последующем участках назначены разные виды работ, то участок присоединяется к менее значимой работе исходя из следующих условий.

Если на участке небольшой протяженности работы не назначены, его

присоединяют к участку, имеющему работы в следующей последовательности: увеличение сцепных свойств покрытий, ликвидация колеяности, выравнивание, усиление, переустройство дорожной одежды. При назначении работ по ликвидации колеяности: выравнивание, усиление, переустройство дорожной одежды. При назначении работ по выравниванию: усиление, переустройство дорожной одежды. При назначении работ по усилению: переустройство дорожной одежды.

Если при назначении работ по выравниванию на соседних участках, имеющих менее значимый вид работ, значения ровности меньше, чем 20 % от нормативного, то на них также назначают работы по выравниванию.

Если при назначении работ по усилению или переустройству дорожной одежды соседние участки имеют остаточный срок службы менее 3 лет, то на них также назначают работы по усилению или переустройству соответственно.

4.2. Планирование работ при достаточном объёме финансирования

При достаточном объёме финансирования в качестве критерия назначения очередности работ 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 $\mathcal{E}_{Дj}$

$$\mathcal{E}_{Дj} = \sum_{i=1}^n \Delta K_{PCij} * \frac{l_i N_{Ci}}{100} \Rightarrow \max, \quad (4.1)$$

где ΔK_{PCij} - разница в величине коэффициентов обеспеченности расчетной скорости движения на i -м характерном участке дороги после и до ремонта при рассматриваемом j -м виде ремонтных работ:

$$\Delta K_{PCij} = K_{П_{Дi(ПОСЛЕ)}} - K_{П_{Дi(ДО)}}, \quad (4.2)$$

где l_i - протяжённость i -го участка, подлежащего ремонту, км;

n - количество i -х участков;

N_{Ci} — фактическая интенсивность движения транспортного потока на i -м участке дороги, авт./сут.

Для обеспечения возможности сопоставления разновременных результатов расчета между собой по формуле (4.1) выполняется относительная оценка эффекта (по отношению к участку дороги длиной 1 км с движением транспортного потока интенсивностью 100 авт./сут. применительно к дорогам разных категорий).

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

Таким образом, получаем экономически обоснованную программу работ

«Максимум» по реконструкции или ремонту дороги, которая при наименьших затратах обеспечивает приведение дороги в полное соответствие требованиями к её транспортно-эксплуатационному состоянию.

При полном обеспечении финансирования виды и очередность выполнения работ назначают, рассматривая значения коэффициентов обеспеченности расчётной скорости. При значениях коэффициентов расчётных скоростей K_{PC3} , K_{PC4} , K_{PC5} ниже нормативного, который для III технической категории составляет $KПн=0,83$, назначают ремонтные мероприятия. Также ремонтные работы назначают, если значения K_{PC2} , K_{PC6} , K_{PC7} , K_{PC8} , K_{PC9} , K_{PC10} ниже либо равны величине предельно допустимого комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния, который для III технической категории дороги, рассматриваемой в данном примере, равен $KПн=0,62$. За длину незначительного участка, который может быть объединён с соседним при назначении ремонтных работ, принимаем 100 м.

Коэффициенты расчётных скоростей, находящиеся ниже уровня нормативного значения для K_{PC3} , K_{PC4} , K_{PC5} и ниже уровня предельно допустимых значений K_{PC2} , K_{PC6} , K_{PC7} , K_{PC8} , K_{PC9} , K_{PC10} , выделены жирным шрифтом в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Сводная ведомость оценки комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги $KП_{дi}$
[11, с. 91]

Адрес начала микроучастка, км + ...	K_{PC1}	K_{PC2}	K_{PC3}	K_{PC4}	K_{PC5}	K_{PC6}	K_{PC7}	K_{PC8}	K_{PC9}	K_{PC10}
71+000	1,13	1,32	1,07	0,45	0,83	1,05	0,84	0,79	0,83	0,7
71+700	1,19	1,37	1,13	0,83	0,83	1,05	0,84	0,79	0,83	0,7
72+000	1,19	1,37	1,13	0,83	0,83	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85
72+050	1,19	1,37	1,13	0,83	0,65	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85
72+100	0,93	1,11	0,87	0,83	0,65	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85
72+500	1,01	1,2	0,95	0,83	0,65	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85
72+550	1,01	1,2	0,95	0,83	0,83	0,72	0,62	0,8	0,83	0,85
73+000	1,01	1,2	0,95	0,83	0,83	0,58	0,69	0,7	0,83	0,42
73+100	1,01	1,2	0,95	0,83	0,83	0,58	0,69	0,7	0,75	0,42
73+200	1,11	1,37	1,05	0,83	0,83	0,58	0,69	0,7	0,75	0,42
73+340	1,11	1,37	1,05	0,83	0,83	0,58	0,69	0,7	0,75	0,42
73+700	1,20	-	1,14	0,83	0,83	0,58	0,69	-	0,83	0,42
73+900	0,84	1,15	0,78	0,83	0,83	0,58	0,69	0,7	0,83	0,42

Учитывая данные табл. 4.2 и приложения к ней, рассмотрим эффект частичного повышения или устранения влияния частных коэффициентов расчётных скоростей при выполнении работ по повышению одного из коэффициентов:

- на микроучастке км 71+000 – км 71+700 при выполнении работ по смягчению продольного уклона (K_{PC4}) одновременно до нормативных значений повышаются K_{PC8} , K_{PC10} ;

- на микроучастке км 71+700 – км 72 + 000 не требуется выполнения ремонтных работ;

- на микроучастке км 72+000 – км 72 + 050 должны быть выполнены работы по K_{PC7} с одновременным повышением K_{PC6} , K_{PC8} , но, так как участок имеет незначительную протяжённость, он объединяется с соседним участком, имеющим более высокий вид работ;

- на микроучастке км 72+000 – км 72 + 550 работы выполняем по K_{PC5} с одновременным повышением до нормативного значения K_{PC6} , K_{PC7} , K_{PC8} ;

- на микроучастке км 72+550 – км 73 + 000 работы выполняем по K_{PC7} с одновременным повышением до нормативного значения K_{PC6} , K_{PC8} ;

- на микроучастке км 73+000 – км 74+000 при выполнении работ по K_{PC6} комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги становится выше предельно допустимого и его значение зависит от K_{PC10} , который после проведения ремонтных работ равен 0,71;

Выбранные в результате анализа виды работ и ожидаемые значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния и обобщённого показателя качества приводим в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Ведомость назначения дорожно-ремонтных работ [11, с. 122]

Адрес начала микроучастка, км + ...	K_{PC} , определяющий вид дорожно-ремонтных работ	Вид дорожно-ремонтных работ	$K_{P_{Di}}$ после ремонта	P_{Di} после ремонта
71+000	K_{PC4}	Смягчение продольного уклона	0,83	0,8
71+700		Работы не выполнялись	0,7	0,67
72+000	K_{PC5}	Увеличение радиуса кривой, устройство виража,	0,83	0,81
72+550	K_{PC7}	Устройство поверхностной обработки	0,83	0,81
73+000	K_{PC6}	Устройство выравнивающего слоя с поверхностной обработкой	0,71	0,70

В случае достаточного финансирования очередность работ устанавливаются, используя критерий транспортного эффекта по формуле (4.1). Так как интенсивность движения на всём рассматриваемом в примере участке равна, то составляющей можно пренебречь $\frac{N_{ci}}{100}$.

Выполним сравнение предложенных вариантов ремонтных работ по величине транспортного эффекта:

- при смягчении продольного уклона

$$\text{ЭД}_{KPC4} = (KП_{Д71+000}^{\text{ПОСЛЕ}} - KП_{Д71+000}^{\text{ДО}}) * (71,7 - 71,0) = (0,83 - 0,45) * 0,7 = 0,266;$$

- при увеличении радиуса кривой и устройстве виража

$$\text{ЭД}_{KPC5} = (KП_{Д72+050}^{\text{ПОСЛЕ}} - KП_{Д72+050}^{\text{ДО}}) * (72,55 - 72,00) = (0,83 - 0,62) * 0,55 = 0,115;$$

- при устройстве поверхностной обработки

$$\text{ЭД}_{KPC7} = (0,83 - 0,62) * 0,45 = 0,095$$

- при устройстве выравнивающего слоя с поверхностной обработкой

$$\text{ЭД}_{KPC6} = (0,71 - 0,42) * 1 = 0,29.$$

Расположим намеченные работы в порядке очередности выполнения в зависимости от достигнутого эффекта (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Очередность выполнения ремонтных работ в зависимости от достигнутого эффекта [11, с. 125]

Очередность работ	Вид дорожно-ремонтных работ	Адрес микроучастка км. + ...		Достижимый эффект, Э_{di}
		начало	конец	
1	Смягчение продольного уклона	71+000	71+700	0,266
2	Устройство поверхностной обработки	73+000	74+000	0,29
3	Увеличение радиуса кривой, устройство виража	72+000	72+550	0,115
4	Устройство поверхностной обработки	72+550	73+000	0,095

4.3. Планирование работ при условиях ограниченного финансирования

При ограниченных ресурсах в первую очередь исправляют параметры дороги, способствующие наибольшему снижению транспортных издержек на единицу вложенных средств. Назначают ремонт или реконструкцию, недопуская дополнительных затрат из-за недоремонта дороги.

Выбор вида и очередности работ по ремонту дороги в условиях ограниченного финансирования может быть выполнен по критерию, оценивающему транспортные издержки через прирост комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния (после и до ремонта) K_{Pi} :

$$\Theta_i = \frac{C_{ij}}{\Delta K_{PCij} \cdot N_C \cdot l_i} \Rightarrow \min, \quad (4.3)$$

где ΔK_{PCij} - определяют по формуле (4.2);

C_{ij} - затраты, определяемые для каждого i -го участка дороги и j -го вида работ;

N_C и l_i - соответственно интенсивность движения транспортного потока (авт./сут) и длина участков, км.

Анализ частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости на каждом i -м участке осуществляют, рассматривая возможность ремонта по каждому коэффициенту $K_{PCi} < K_{Pn}$. Решение задачи выполняют, принимая во внимание, 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 частично повышаемых K_{PCi} определяют по табл. 4.2, вспомогательные величины - по табл. 4.3 и 4.4

По результатам расчётов составляют «титульный список» дорог (ремонта или реконструкции), на которой обеспечено выделение финансовых средств, в результате реализации которых достигается наибольший транспортный эффект пользователям дорог.

Программа работ «Минимум» формируется в результате выполнения данных расчетов исходя из условий выделенных финансовых средств.

На основании табл. 4.5 (ведомость назначения дорожно-ремонтных работ) выполняют анализ частных коэффициентов обеспеченности расчётной скорости, характеризующих вид работ на каждом участке, где требуется их проведение. Ориентировочную стоимость ремонтных работ принимаем по табл. 4.8.

Таблица 4.8

Ориентировочная стоимость ремонтных работ в ценах 2000 года
[21, с. 88, 89]

Наименование ремонтных работ		Ед. измерения	Стоимость, руб.
Укрепление обочин засевом трав с подсыпкой грунта		1 м ²	7,91
Укрепление обочин слоем щебня толщиной	6 см	1 м ²	24,36
	10 см	1 м ²	31,02
	15 см	1 м ²	39,34
Укрепление обочин асфальтобетонным ломом слоем 6 см		1 м ²	1 м ²
Укрепление обочин грунтощебнем слоем 12 см		1 м ²	1 м ²
Укрепление обочин асфальтобетонной смесью толщиной 5 см на слое щебня 10 см		1 м ²	1 м ²
Устройство укрепительных полос с щебёночным основанием 18 см		1 м ²	38,64
Уширение проезжей части		1 м ²	394,89
Уширение мостов и путепроводов на 1м		1 п.м.	161209,44
Смягчение продольного уклона, увеличение видимости	II категория	1 п.м.	2202,65
	III категория	1 п.м.	1597,77
Увеличение радиусов кривых	II категория	1 п.м.	1968,97
	III категория	1 п.м.	1426,79
Устройство виражей	II категория	1 п.м.	1262,52
	III категория	1 п.м.	914,87
Спрявление участка	II категория	1 п.м.	2120,35
	III категория	1 п.м.	1536,49
Устройство выравнивающего слоя из горячей асфальтобетонной и БМО смеси средней толщиной 2 см асфальтоукладчиком	тип А	1 м ²	27,94
	тип Б	1 м ²	25,79

Наименование ремонтных работ		Ед. измерения	Стоимость, руб.
Устройство выравнивающего слоя из горячей асфальтобетонной и БМО смеси средней толщиной 2 см без применения асфальтоукладчика	тип А	1 м ²	27,97
	тип Б	1 м ²	25,82
Восстановление верхнего слоя методами термопрофилирования и регенерации (фрезерование покрытия с переработкой и укладкой с фрезерованного материала, перекрытие новым /защитным/ слоем асфальтобетонного покрытия при $E_{\Phi} < E_{TR}$).		1 м ²	261,83
Ликвидация колеи методами перекрытия		1 м ²	57,49
Ликвидация колеи методами заполнения (из расчёта 1 тонна асфальтобетона на 100м ² колеи)		1 м ²	5,37
Фрезерование асфальтобетонного покрытия на глубину от 4 до 6 см		1 м ²	14,38
Устройство шероховатой поверхности методом одиночной поверхностной обработки		1 м ²	8,31
Укладка покрытия из горячей мелкозернистой асфальтобетонной смеси толщиной	4 см	1 м ²	47,85
	5 см	1 м ²	57,49
	6 см	1 м ²	67,13
Укладка покрытия из горячей крупнозернистой асфальтобетонной смеси толщиной 6 см		1 м ²	65,58

Примечание: 1. Приведённые значения стоимости ремонтных работ должны ежегодно корректироваться и приводиться к текущим ценам года выполнения курсовой работы.

2. При проведении работ на одной половине проезжей части стоимость работ умножают на коэффициент 1,2.

На участке км 71+000 – км 71+700 требуется выполнить смягчение продольного уклона. Достижимый в результате выполнения работ эффект

составляет

$$\mathcal{E}_{71+000} = \frac{133025 * 700}{(0,83 - 0,45) * 2800 * 700} = 125.$$

На участке км 72+000 – км 72+550 при увеличении радиуса кривой в плане достигается следующий экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{72+000} = \frac{127772 * 550}{(0,83 - 0,62) * 2800 * 550} = 217,3.$$

На участке км км 72+550 –73+000 при устройстве поверхностной обработки достигается следующий экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{72+000,72+550} = \frac{8*450*34.85}{(0,83-0,62)*2800*450} = 0,47.$$

На участке км 73+000 –74+000 при устройстве выравнивающего слоя с поверхностной обработкой достигается следующий экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{73+700} = \frac{8*1000*65,55}{(0,71-0,42)*2800*1000} = 0,65.$$

На основании полученных результатов определяем очерёдность выполнения работ в условиях ограниченного финансирования. Результаты расчётов сводим в табл. 4.9.

Таблица 4.9

Очерёдность выполнения работ при недостаточном финансировании
[11, с. 125]

Очерёдность работ	Вид дорожно-ремонтных работ	Адрес микроучастка км+...		Достижимый эффект, \mathcal{E}_{oi}
		начало	конец	
1	Устройство шероховатой поверхностной обработки	72+550	73+000	0,47
2	Устройство выравнивающего слоя с одиночной поверхностной обработкой	73+000	74+000	0,65
3	Смягчение продольного уклона, увеличение видимости	71+000	71+700	125
4	Увеличение радиуса кривой в плане	72+000	72+550	217,3

Затраты на выполнение ремонтных работ сравниваем с выделенными финансовыми ресурсами и определяем их состав в зависимости от установленной очерёдности проведения (табл. 4.8). Работы, которые в

результате ограниченного финансирования невозможно выполнить в текущем году, планируют на следующий год.

4.4. Планирование ремонтных работ на основе «индексов соответствия»

Под «индексом соответствия», назначаемым экспертным путем, понимают уровень соответствия состояния участков дорог требованиям безопасности движения в сочетании с соответствием нормативным требованиям сцепных качеств и ровности покрытия, наличия виража и укрепленных обочин на этих участках.

Использование «индекс соответствия» не заменяет экономический критерий, а является «инструментом для анализа результатов диагностики», в первую очередь на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий, и планирования дорожно-ремонтных работ в условиях недостаточного их финансирования.

При использовании в качестве основного критерия уровня безопасности дорожного движения анализируют фактические данные о ДТП, происшедших за последние три года. Определяют участки концентрации дорожно-транспортных происшествий. Рассчитывают коэффициент относительной аварийности.

$$Z = \frac{n \cdot 10^6}{N \cdot L \cdot m \cdot 365}, \quad (4.4)$$

где n – число ДТП на участке в течение расчетного периода, шт.;

N – интенсивность движения авт./сут;

L – протяжённость рассматриваемого участка, км ;

m – число лет в расчётном периоде (I – III категории – 3 года, IV – V – 5 лет).

В случае среднесуточной интенсивности движения свыше 3000 авт./сут. к участкам концентрации ДТП следует относить участки с коэффициентом относительной аварийности не менее 0.3, на которых за расчётный период произошло дорожно-транспортных происшествий не менее, чем указано в табл. 4.10 [9, с.5].

Таблица 4.10

Выделение участков с концентрацией ДТП при интенсивности движения более 3000 авт./сут [21, с. 92]

Интенсивность движения, авт./сут	Минимальное количество ДТП за три года на участках их концентрации при длине участка, м				
	до 200	200-400	400-600	600-800	800-1200
3000-7000	3	3	3	4	4
7000-11000	3	3	4	4	5

Интенсивность движения, авт./сут	Минимальное количество ДТП за три года на участках их концентрации при длине участка, м				
	до 200	200-400	400-600	600-800	800-1200
11000-13000	3	3	4	5	5
13000-15000	3	4	4	5	6
15000-17000	3	4	5	5	6
17000-20000	4	4	5	6	7
Свыше 20000	4	4	6	6	8

Если среднесуточная интенсивность движения менее 3000 авт./сут, участки концентрации определяются по минимальной плотности ДТП, которая рассчитывается:

$$\gamma = \frac{n_i}{3 \cdot l_i}, \quad (4.4)$$

где n_i – число ДТП, совершённых на рассматриваемом участке в течение расчетного периода, шт.;

l_i – протяжённость рассматриваемого участка, км.

Если на каком-либо участке фактическая плотность ДТП при среднегодовой суточной интенсивности движения превышает значения, указанные в табл. 4.11, то его относят к категории участков концентрации ДТП.

Таблица 4.11

Выделение участков с концентрацией ДТП при интенсивности движения менее 3000 авт./сут. [21, с. 93]

Интенсивность движения, авт./сут.	Минимальная плотность ДТП на участках их концентрации, шт. в год / 1 км	
	вне населённых пунктов	в пределах населённых пунктов
Менее 1000	0,28	0,38
1000-1200	0,29	0,42
1200-1400	0,30	0,53
1400-1600	0,32	0,60
1600-1800	0,34	0,64

Интенсивность движения, авт./сут.	Минимальная плотность ДТП на участках их концентрации, шт. в год / 1 км	
	вне населённых пунктов	в пределах населённых пунктов
1800-2000	0,36	0,72
2000-2200	0,39	0,85
2200-2400	0,43	0,90
2400-2600	0,46	0,94
2600-2800	0,50	1,00
2800-3000	0,54	1,20
3000-3200	0,60	1,25

Примечание: километровые участки с одним ДТП, совершённым за расчётный период, не являются участками концентрации дорожно-транспортных происшествий.

Участки дорог с большим количеством (концентрацией) дорожно-транспортных происшествий в зависимости от величины коэффициента относительной аварийности по степени опасности подразделяют на малоопасные, опасные и очень опасные (табл. 4.12).

Таблица 4.12

Количественный критерий оценки участков по степени опасности [21, с. 94]

Степень опасности участков по концентрации ДТП	Граничные значения коэффициентов относительной аварийности (число ДТП на 1 млн. авт.- км) по типам автомобильных дорог			
	автомобиль-ные магистрали	многополос-ные дороги с разделитель-ной полосой	многополос-ные дороги без раздели-тельной полосы	двухполос-ные дороги
Малоопасные	<u>0,17 – 0,36</u>	<u>0,18 – 0,44</u>	<u>0,19 – 0,52</u>	<u>0,20 – 0,70</u>
	0,18 – 0,70	0,19 – 0,90	0,20 – 1,90	0,40 – 2,00
Опасные	<u>0,36 – 0,65</u>	<u>0,44 – 0,80</u>	<u>0,52 – 0,98</u>	<u>0,70 – 1,30</u>
	0,70 – 2,60	0,90 – 3,00	1,90 – 4,30	2,00 – 4,40
Очень опасные	<u>Более 0,65</u>	<u>Более 0,80</u>	<u>Более 0,98</u>	<u>Более 1,30</u>
	Более 2,60	Более 3,00	Более 4,30	Более 4,40

Примечания: 1. В числителе – при осреднении по километровым участкам; в знаменателе – при осреднении по характерным элементам.

2. Значения, приведённые в числителе, следует использовать при разбивке рассматриваемой дороги на километровые участки с последующим расчётом коэффициента относительной аварийности.

3. При оценке степени опасности характерных участков и элементов дороги (пересечения и примыкания, населённые пункты, кривые в плане и т. д.) используют значения, приведённые в знаменателе.

При определении очередности работ по реконструкции помимо степени опасности участков дорог учитывают уровень загрузки движением. В первую очередь выбирают очень опасные участки с наибольшим уровнем загрузки движением.

В случае если на участке транспортно-эксплуатационные показатели соответствуют нормативным значениям, но на них выявлены (при оценке) опасные для движения машин участки, то предусматривают установку дорожных знаков (запрет обгона, ограничение скорости и др.). Дополнительно проводят диагностику таких участков.

При формировании очередности проведения ремонтных работ следует руководствоваться табл. 4.13, при использовании которой может быть установлен средневзвешенный показатель очередности ремонтных работ.

Таблица 4.13

Назначение очередности ремонтных работ [21, с. 95]

Очередность ремонтных работ	Состояние участка по условиям безопасности дорожного движения
Первая	Очень опасные или опасные и с неудовлетворительным коэффициентом сцепления
Вторая	Очень опасные или опасные и с неудовлетворительной ровностью, или (и) отсутствием виража, или (и) с неукрепленной обочиной
Третья	Малоопасные и неопасные и с неудовлетворительным коэффициентом сцепления
Четвертая	Малоопасные и неопасные и с неудовлетворительной ровностью, или (и) отсутствием виража, или (и) с неукрепленной обочиной
Пятая	Остальные участки, нуждающиеся в ремонте

Примечание: Участкам, не требующим ремонта, присваивается показатель очередности или состояния, равный 5.

При недостаточном финансировании на реконструкцию дороги, планируют в первую очередь ремонтные работы с очередностью 0, 1, 2. Если после выполнения ремонта выделенные средства остаются, то их направляют на ремонт участков с показателем очередности 3.

Участки с недостатками дорожных условий рассматривают только после тех, которые считаются наиболее аварийными.

Выделенные денежные средства на ремонт и реконструкцию дороги делятся по критериям, которые распределяются помимо уровня безопасности движения на дефектность дорожной одежды, коэффициент прочности дорожной конструкции, показатели ровности и сцепных свойств дорожного покрытия. Их распределения может осуществляться как отдельно, так и в комбинации приведенных критериев. Участки дорог делятся на группы, с присвоением ранга в зависимости от значения выбранного критерия. «На основе принципа приоритетов формируют минимальную годовую программу работ - программу «Минимум», которая определяет минимально необходимую потребность в ремонтных работах для поддержания требуемого уровня безопасности движения.

Программа «Максимум» включает полную потребность в реконструкции и ремонту дорог, которая полностью удовлетворяет понятию «индекс соответствия».

Интенсивность движения на рассматриваемом участке дороги составляет 2800 авт./сут. На км 72.000 и км 73.000 произошло по одному ДТП, и данные километры не являются участками концентрации аварийности. Определяем плотность ДТП для 71.000 километра дороги:

$$\gamma_{71.000} = \frac{2}{3 \cdot 1} = 0.33. \quad (4.4.1)$$

Участок дороги км 71.000 согласно табл. 4.11 относят к малоопасным участкам концентрации ДТП.

На км 71.000 – 71.700 значения частного показателя $K_{РС4}$ ниже нормативного, что требует выполнения работ по смягчению продольного уклона и видимости поверхности дороги. Согласно табл. 4.12 данный участок имеет 5(пятую) очередность выполнения ремонтных работ.

Участок 71.700 – 72.000 не требует выполнения работ.

Ремонтные участки, расположенные на 72.000 км требуют повышения коэффициента сцепления и имеют 3 (третью) очередность выполнения ремонтных работ.

Ремонтные участки, расположенные на 73.000 км относятся к неопасным с неудовлетворительной ровностью и относятся к 4 (четвертой) очереди выполнения работ.

Результаты анализа очередности выполнения работ сводим в табл.4.14.

Очередность выполнения ремонтных работ на основании анализа участков концентрации ДТП [21, с. 97]

Очередность работ	Вид дорожно-ремонтных работ	Адрес микроучастка км. + ...	
		начало	конец
5	Смягчение продольного уклона	71+000	71+700
	Не требует выполнения работ	71+700	72+000
3	Увеличение радиуса кривой в плане	72+000	72+550
3	Устройство шероховатой поверхностной обработки	72+550	73+000
4	Устройство выравнивающего слоя с одиночной поверхностной обработкой	73+000	74+000

4.5. Общие принципы формирования программ ремонта и реконструкции автомобильных дорог по результатам диагностики и оценки их состояния

Для формирования годовой «опорной» программы работ по ремонту и реконструкции автомобильных дорог, прежде всего, определяют потребность в финансовых ресурсах отдельно для работ по ремонту и реконструкции.

Программу к исполнению принимают в том случае, если ресурсы соответствует рассчитанным потребностям. Если финансовых средств не хватает, то планируемые объемы пересматривают, сокращая работу по реконструкции, занимающие последние места ранжированного ряда. Их включения рассматривается при уточнении программы ремонтов.

Для поддержания участков дорог в работоспособном состоянии, при недостаточном финансировании, используют принцип замены основных видов работ на альтернативные, используя минимально необходимые ремонтные работы.

Контрольные вопросы

1. Что называют диагностикой автомобильных дорог и дорожных сооружений и зачем она выполняется ?
2. В чём различие между понятиями «транспортно-эксплуатационное состояние автодороги» и «потребительские свойства дороги»?
3. Что подразумевают под оценкой транспортно-эксплуатационного состояния и качеством автомобильной дороги?

4. Как определяется фактическая категория автодороги?
5. Как определяется требуемая категория автодороги?
6. Как определяется ширина проезжей части и краевых укрепительных полос, если между ними нет чётко видимых различий?
7. Что такое коэффициент обеспеченности расчётной скорости и эксплуатационный коэффициент обеспеченности расчётной скорости?
8. Как определить фактическую максимальную и среднюю скорости движения транспортных средств?
9. Что такое обобщённый показатель качества дороги и что он в себя включает?
10. Как определяется и что рассматривают при определении комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги?
11. Что называют шириной чистой, фактически используемой для движения проезжей части и как она влияет на коэффициент обеспеченности расчётной скорости?
12. Как учитывается влияние ширины и типа укреплений при оценке состояния автомобильной дороги?
13. Какое влияние оказывают интенсивность и состав транспортного потока на коэффициент обеспеченности расчётной скорости?
14. Как оценивается влияния продольного уклона и какие расчётные схемы рассматриваются?
15. Как учитывается продольная ровность и коэффициент сцепления колеса с покрытием?
16. Как выполняется оценка состояния дорожных одежд?
17. Как обрабатываются результаты линейных испытаний при оценке прочности дорожных одежд?
18. Как выполняется оценка ровности покрытия в поперечном направлении?
19. Как определяется показатель инженерного оборудования и обустройства?
20. Как выполняется оценка уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги?
21. Какие назначают виды работ на основании анализа полученных данных диагностики?
22. По каким критериям и как планируют работы при условиях ограниченного финансирования?

Заключение

Учебно-методическое пособие позволит обучающимся более глубоко усвоить дисциплины «Эксплуатация автомагистралей, аэродромов специальных сооружений» и «Эксплуатация автомобильных дорог». Оно даст возможность ознакомиться, изучить и приобрести практические навыки по обработке результатов, полученных в ходе выполнения полевых работ по диагностике и на их основе назначать мероприятия по ремонту или реконструкции автомобильных дорог при различных уровнях финансирования.

Издание знакомит с методами оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог с последующим назначением работ по содержанию, ремонту или реконструкции. Оно поможет не только усвоить теоретические, но и освоить практические навыки, необходимые инженеру-дорожнику при выполнении своих обязанностей при технической эксплуатации автодорог.

Библиографический список

1. Васильев, А. П. Эксплуатация автомобильных дорог/ А. П. Васильев : в 2 т. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
2. ГОСТ 32 825 – 20 14. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений. – М.: ФГ УП «Стандартинформ», 20 15. – 16 с.
3. ГОСТ 33 078 – 20 14. Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием. – М.: Стандартинформ, 2016. – 15 с.
4. ГОСТ 33 220 – 20 15. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию. - М.: Стандартинформ, 2016. – 14 с.
5. ГОСТ Р 50 597 – 20 17. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. - М.: Стандартинформ, 2017. – 31 с.
6. ГОСТ Р 51 256 – 20 18. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования. – М.: Стандартинформ, 2012. – 38 с.
7. ГОСТ Р 52 289 – 20 19 Технические средства организации движения. Правила применения дорожных знаков разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. - М.: Стандартинформ, 2020. – 134 с.
8. ГОСТ Р 52 399 – 20 05 Геометрические элементы автомобильных дорог. - М.: Стандартинформ, 2006. – 11 с.
9. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повыше-

- ния безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий. Росавтодор.– М., 2000. – 52 с.
10. ОДМ 218.0.0 00-2003 Руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог. / Росавтодор Минтранса России, - М.: Информавтодор, 2003. – 22 с.
 11. ОДН 218.0.0 06-2002 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог (взамен. ВСН 6-90) / Росавтодор Минтранса России, - М.: Информавтодор, 2002. – 140 с.
 12. ОДМ 218.2.024 – 2012. Методические рекомендации по оценке прочности нежестких дорожных одежд. / Росавтодор Минтранса России, - М.: Информавтодор, 2012. – 24 с.
 13. ОДМ 218.4.005 – 2010 Рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах. / Росавтодор Минтранса России, - М.: Информавтодор, 2010. – 269 с.
 14. ОДН 218.4.039 – 2018. Рекомендации по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог. / Росавтодор Минтранса России, - М.: Информавтодор, 2018. – 59 с.
 15. СП 34.1333 0.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 – 85. / УТВЕРЖДЕН приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. № 266 и введен в действие с 01 июля 2013 г.- 106 с.
 16. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Строительство и реконструкция автомобильных дорог. Т.1 / Под ред. А. П. Васильева.- М: Информавтодор, 2005 - 646 с.
 17. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД): Ремонт и содержание автомобильных дорог: Т. II / Под ред. А. П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2004. – 507 с.
 18. Справочная энциклопедия дорожника. Том IV. Дорожная наука/ Под ред. А. А. Надежко. – М., 2006. – 396 с.
 19. Справочная энциклопедия дорожника.- Том VII. Безопасность дорожного движения/ Под ред. В. В. Сильянова. – М., 2009. – 433 с.
 20. Юшков, В. С. Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог / В. С. Юшков. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2011.—№12(35).—Т.1.— С. 67- 69.— URL: <https://moluch.ru/archive/35/4042/> (дата обращения: 23.01.2021).
 21. Диагностика автомобильных дорог и назначение ремонтных мероприятий: учеб. пособие /А. Н. Канищев, О. В. Рябова, А. А. Быкова; Воронеж, го с. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2004. - 106 с.
 22. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. / утверждены и введены в действие Распоряжением Государственной службы дорожного хозяйства (Росавтодора) Министерства транспорта Российской Федерации от 20.12.00 N ОС-35-Р. – 104 с.

Образец титульного листа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра строительства и эксплуатации автомобильных дорог

КУРСОВАЯ РАБОТА

ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Выполнил(а): Ф.И.О. № гр.

Принял: уч. степень, уч. звание,
Ф.И.О.

Воронеж – 2021

Нормативные показатели

Относительную расчетную влажность грунта земляного полотна определяют по результатам построения графика «влажность – время», полученные значения сравнивают с влажностью грунта расчетного года

Таблица П.2.1 [21, с. 103]

Тип грунта	Влажность грунта в расчетном году, W_p
Супесь лёгкая, песок пылеватый	0,76
Суглинок пылеватый, суглинок лёгкий, глина	0,86

При приведении транспортного потока к расчетным нагрузкам не учитывают движение легковых автомобилей. Нагрузки от других транспортных средств при расчете усиления приводят в основном к расчетной осевой нагрузке 100 кН (табл. П.4.2).

Таблица П.2.2 [21, с.103]

Расчётная статическая нагрузка на ось, кН	Среднее расчётное удельное давление на покрытие, МПа	Расчётный диаметр отпечатка колеса, см	
		статическое нагружение	кратковременное нагружение
100	0,6	33	37

Для приведения дорожной конструкции к типичному состоянию используют табл. П. 2.3.

Таблица П.2.3 [21, с. 103]

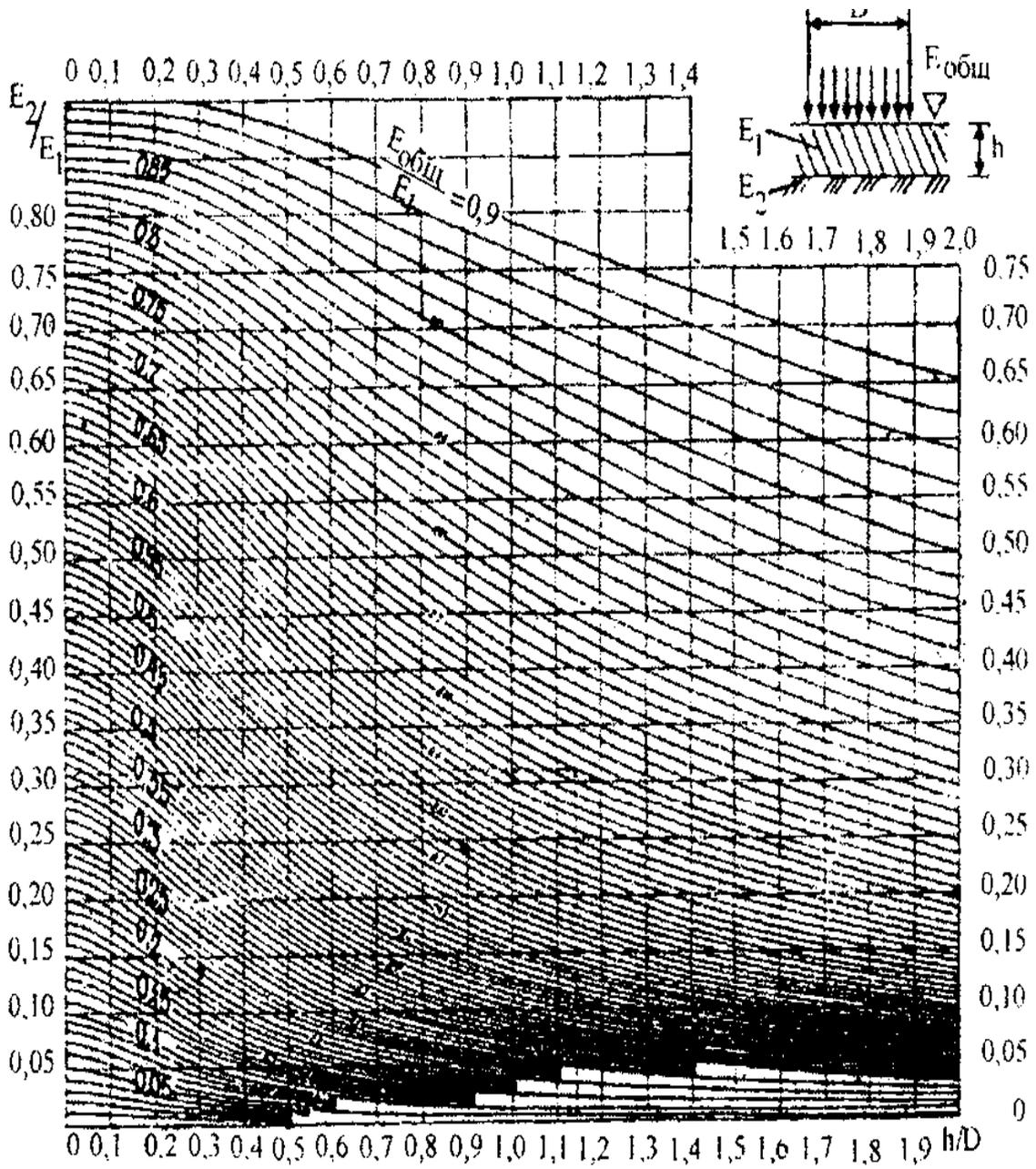
Тип дорожной одежды	Коэффициент приведения дорожной конструкции к типичному состоянию, K_t											
	грунт земляного полотна – супесь легкая и песчаный грунт						грунт земляного полотна – суглинки, супеси пылеватые и тяжелые пылеватые					
	$W_{фл}/W_p$						$W_{фл}/W_p$					
	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,9	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,9
Капитальный	1	1	1	1	1	1	1,84	1,39	1,23	1,13	1,06	1
Облегченный	1,62	1,36	1,21	1,12	1,03	1	5	3	1,85	1,50	1,27	1,10

Толщина слоёв усиления [21, с.104]

Таблица П.3

Материал слоёв усиления	Толщина слоёв усиления	Материал слоёв усиления	Толщина слоёв усиления
Асфальтобетон: крупнозернистый	6 – 7	Щебёночные и гравийные материалы, обработанные цементом на твёрдом основании	8
мелкозернистый	3 – 5		
песчаный	3 – 4		
холодный	3		
Щебёночные и гравийные материалы, обработанные органическим вяжущим в установке и смешением на дороге	5	Грунты, обработанные органическим вяжущим способом смешения на дороге	6
Щебень, обработанный органическим вяжущим способом пропитки	8	Минеральные материалы, не обработанные вяжущим, на слоях:	
		- щебёночном	8
		-гравийном	10
		песчаном	15

Номограмма для определения толщины слоя усиления [21, с. 106]



Оглавление

Введение.....	3
1. Общие положения	4
2. Определение фактической и требуемой категории автомобильной дороги.....	7
2.1. Определение фактической категории дороги	8
2.2. Определение требуемой категории дороги	9
3. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог	15
3.1. Значение коэффициента обеспеченности расчётной скорости	15
3.2. Оценка потребительских свойств по обобщённому показателю качества и состояния дороги	18
3.3. Оценка потребительских свойств дороги по комплексному показателю транспортно-эксплуатационного состояния	20
3.3.1. Определение частного показателя K_{PC1} , учитывающего ширину основной укрепленной поверхности и габарит моста	20
3.3.2. Определение частного показателя K_{PC2} , учитывающего ширину и состояние обочин	28
3.3.3. Определение частного показателя K_{PC2} , учитывающего интенсивность и состав движения	31
3.3.4. Определение частного показателя K_{PC4} , учитывающего продольные уклоны и видимость поверхности дороги	35
3.3.5. Определение частного показателя K_{PC5} , учитывающего радиусы кривых в плане и уклон виража	39
3.3.6. Определение частного показателя K_{PC6} , учитывающего продольную ровность покрытия	41
3.3.7. Определение частного показателя K_{PC7} , учитывающего коэффициент сцепления колеса с покрытием	46
3.3.8. Определение частного показателя K_{PC8} , учитывающего состояние и прочность дорожной одежды	48
3.3.9. Определение частного показателя K_{PC9} , учитывающего ровность в поперечном направлении (глубину колеи)	61
3.3.10. Определение частного показателя K_{PC10} , учитывающего безопасность движения	66
3.3.11. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги	68
3.4. Определение показателя инженерного оборудования и обустройства дороги	69
3.5. Определение показателя уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги	75
3.6. Сводные результаты оценки технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог	77
4. Планирование дорожно-ремонтных работ на основе результатов диагностики	80
4.1. Назначение видов работ на основе анализа	80

фактического состояния дорог	
4.2. Планирование работ при достаточном объеме финансирования	86
4.3. Планирование работ при условиях ограниченного финансирования	90
4.4. Планирование ремонтных работ на основе «индексов соответствия»	94
4.5. Общие принципы формирования программ ремонта и реконструкции автомобильных дорог по результатам диагностики и оценки их состояния	99
Контрольные вопросы	99
Заключение	101
Библиографический список	101
Приложение 1. Образец титульного листа	103
Приложение 2. Нормативные показатели	104
Приложение 3. Толщина слоев усиления	105
Приложение 4. Линейный график транспортно-эксплуатационного состояния дороги	106
Приложение 5. Номограмма для определения толщины слоя усиления ...	107

Учебное издание

Канищев Александр Николаевич
Рябова Ольга Викторовна
Быкова Альбина Анатольевна
Матвиенко Федор Валентинович
Борисов Артём Евгеньевич

ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебно-методическое пособие

Фото на обложке авторов

Редактор Аграновская Н.Н.

Подписано в печать 00.00.. 2021. Формат 60*84 1/16.
Бумага для множительных аппаратов. Уч.-изд. л. 6,8.
Усл. печ. л. 6,4. Тираж 350 экз. Заказ № 00.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский проспект, 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ
394026 Воронеж, Московский проспект, 14