Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 - Технология транспортных процессов

Оренбург
2015

УДК 625.7/8(076.5)
ББК 39.31 я 73
Т 65

Рецензент – профессор, доктор технических наук М.И. Филатов
Авторы: Н.Н. Якунин, Н.В. Якунина, М.Р. Янучков, О.Е. Янучкова

Т 65 Транспортная инфраструктура: учебное пособие / Н.Н. Якунин, Н.В. Якунина, М.Р. Янучков, О.Е. Янучкова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 201 с.
ISBN

Учебное пособие содержит перечень рекомендаций, необходимых для выполнения курсовой работы, лабораторных работ, решения задач связанных с эксплуатацией автомобильных дорог с указанием необходимого материала, оборудования, последовательности работ и обработки полученных данных.

Учебное пособие предназначено для выполнения курсовой работы, лабораторных работ, решения задач по учебному курсу «Устройство и эксплуатация автомобильных дорог и технологических сооружений», «Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц», «Эксплуатация транспортной инфраструктуры» и других дисциплин приведённой направленности на уровне бакалавриата, специалитета, магистратуры для студентов автотранспортных специальностей и направлений. Изложенные вопросы будут полезными для использования специалистами автомобильного транспорта в практической деятельности.

Учебное пособие написано при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части государственного задания на проведение научно–исследовательской работы «Методология обеспечения качества эксплуатации автомобильного транспорта» (№ 1829 от 01.02.2014 г.).

УДК 625.7/8(076.5)
ББК 39.31 я 73

© Якунин Н.Н.,
Якунина Н.В.,
Янучков М.Р.,
Янучкова О.Е., 2015
© ОГУ, 2015

Содержание

Введение …… 6
Часть 1 Методические указания по выполнению курсовой работы…… 9
1 Определение фактической категории автомобильной дороги..…… 9
1.1 Определение параметров геометрических элементов автомобильной дороги……...……... 10
1.2 Визуальная оценка состояния дорожной одежды……..…… 16
2 Методика оценки качества и состояния автомобильной дороги..…….. 20
2.1 Оценка потребительских свойств дороги ……..…… 20
2.2 Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги…….. 23
2.3 Оценка транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог……..……..…….. 25
2.4 Порядок и методика оценки влияния элементов, параметров и характеристик дорог на комплексный показатель их состояния ……..... 28
2.5 Определение показателя инженерного оборудования и обустройства…… 48
2.6 Определение показателя уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги …….……. 53
2.7 Сводные результаты оценки технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог…….…….. 55
3 Планирование дорожно-ремонтных работ на основе диагностики и оценки состояния автомобильных дорог …….……. 60
3.1 Планирование видов и объёмов работ на основе анализа фактического состояния дорог..……...……..….. 60
3.2 Планирование работ по критерию обеспеченности расчётной скорости движения …….……. 62
3.3 Планирование ремонтных работ на основе «индексов соответствия»…..... 67
3.4 Общие принципы формирования программ ремонта и реконструкции авто-

мобильных дорог по результатам диагностики и оценки их состояния…..... 69
4 Порядок определения средней скорости транспортного потока..... 71
5 Расчёт объема снегопереноса и объёмов снега, подлежащего уборке …… 75
5.1 Расчёт объёма снегопереноса …… 75
5.2 Расчёт объёма снега, подлежащего уборке…… 80
6 Расчёт потребности в снегоуборочной технике…… 81
7 Пример оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог и планирования дорожно-ремонтных работ…… 84
7.1 Сбор и оформление полученной информации…… 84
7.2 Обработка полученной информации для определения комплексного показателя состояния участка дороги…… 91
7.3 Обработка полученной информации для определения обобщенного показателя качества участка дороги …… 98
7.4 Расчёт объёмов снегопереноса…… 107
7.5 Расчёт потребности в снегоуборочной технике……..... 111
Часть 2 Методические указания по выполнению лабораторных работ…… 115
8 Лабораторная работа №1. Определение фактической категории существующей автомобильной дороги……..…... 116
9 Лабораторная работа № 2. Оценка состояния дорожной одежды с учетом характера деформаций и разрушения покрытия……..... 126
10 Лабораторная работа № 3. Определение продольной и поперечной ровности покрытия...…… 136
11 Лабораторная работа № 4. Расчёт объёмов снегопереноса и объёмов снега, подлежащего уборке...……...……..…….. 145
12 Лабораторная работа № 5. Определение характеристик транспортного потока.....……..... 152
13 Лабораторная работа № 6. Комплексная оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги……..……..……. 163
Часть 3 Методические указания по решению задач……..... 174
14 Определение отметки промежуточной линии, лежащей между

горизонталями *a, c*……..……. 174
15 Определить износ покрытия за определённый период……..... 176
16 Оценка параметров магистральной улицы……..… 180
17 Определение $К_{РС}$..... 195
Список использованных источников …….. 199
Приложение А Нормативы объёмов работ и периодичность диагностики и обследования автомобильных дорог…….…….. 200
Приложение Б Пример оформления линейного графика транспортно-эксплуатационного состояния дороги.……..……. 201

Введение

Настоящее учебное пособие содержит материалы, способствующие выполнению курсовой работы, лабораторных работ, решению задач по учебному курсу «Устройство и эксплуатация автомобильных дорог и технологических сооружений», «Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц», «Эксплуатация транспортной инфраструктуры» и других дисциплин приведённой направленности на уровне бакалавриата, специалитета, магистратуры для студентов автотранспортных специальностей и направлений, чтобы закрепить и углубить знания, полученные на теоретических занятиях, приобрести навыки по оценке транспортно-эксплуатационного состояния участка автомобильной дороги, оценить параметры движения на автомобильных дорогах.

Учебное пособие состоит из трех частей.

Первая часть предназначена для выполнения курсовой работы и содержит материал по порядку диагностирования, методик определения критерия качества и степени соответствия состояния автомобильной дороги на соответствие нормативным документам.

Цель курсовой работы - обобщить знания, полученные ранее, научить студентов применять теоретические знания для выполнения работ по определению транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги, привить навыки пользования нормативно-технической и справочной литературы. Пояснительная записка должна содержать:

– графическую часть - линейный график оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги (лист формата А3)

– текст пояснительной записки должен содержать:

а) титульный лист;

б) содержание;

в) лист индивидуального задания;

г) определение фактической категории существующей дороги;

д) определение обобщённого показателя качества дороги:

– определение комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния на каждом характерном участке $КП_i$, среднего значение комплексного показателя для данной дороги $КП_д$;

– определение показателя инженерного оборудования и обустройства дороги $К_{об}$;

– определение показателя содержания дороги $К_э$ на каждом участке;

– определение обобщенного показателя качества дороги $П_д$ на каждом участке;

е) определение средней скорости транспортного потока на заданном участке дороги;

ж) расчёт объёмов снегопереноса и объёмов снега, подлежащего уборке;

з) расчёт потребности в снегоуборочной технике;

и) построение линейного графика оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги (лист формата А3);

к) виды работ по устранению недостатков и зависимость их от частных коэффициентов расчетной скорости (с учётом приложения А.1);

л) заключение;

м) список использованных источников.

Курсовая работа выполняется согласно требованиям оформления.

Вторая и третья часть содержит рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач по дисциплине.

Лабораторные работы выполняются для закрепления теоретических знаний и лучшего усвоения вопросов, связанных с эксплуатацией автомобильных дорог, а также для решения задач по данной тематике. Учебное пособие содержит, содержание и последовательность выполнения лабораторно-практической работы, начиная с подготовительного периода, его полевой части и обработки полученных результатов.

Методические указания разработаны для помощи студентам как при непосредственно производимых измерениях на дорогах и улицах, так и для использова-

ния полученных результатов измерений при обработке данных и для решения практических задач, связанных с эксплуатацией автомобильных дорог.

В подготовительный период студентам даются пояснения о предстоящих лабораторных работах, указывается перечень параметров, которые необходимо зарегистрировать в период полевых работ, объясняются принципы обработки результатов измерений.

Так же проводится инструктаж по технике безопасности со студентами, проверяется возможность визуального наблюдения за участком, и выбираются места для расположения наблюдателей. Проверяется необходимое оборудование и средства измерения.

В полевой этап работы включено оформление и заполнение тетради по лабораторным работам и непосредственные измерения.

Студент должен знать:

а) название лабораторной работы и дату её проведения;

б) атмосферные условия (температуру воздуха, влажность, давление, скорость ветра, осадки, облачность);

в) тип дорожного покрытия и его состояние;

г) схему участка, на котором будет проводиться испытание с указанием контрольных точек измерения.

Методические указания предназначены как для очной, так и для и заочной формы обучения.

Часть 1 Методические указания по выполнению курсовой работы

1 Определение фактической категории автомобильной дороги

Цель диагностирования и оценки состояния автомобильных дорог состоит в получении полной, объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог, условиях их работы и степени соответствия фактических потребительских свойств, параметров и характеристик требованиям движения.

Систематический мониторинг является основой управления состоянием автомобильных дорог и исходной базой для эффективного использования средств и материальных ресурсов, направляемых на реконструкцию, ремонт и содержание дорожной сети.

Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог и дорожных сооружений производится систематически через установленные промежутки времени на протяжении всего срока службы дорог и дорожных сооружений.

Общая оценка качества и состояния автомобильных дорог производится по показателям потребительских свойств, обеспечиваемых фактическим уровнем эксплуатационного содержания, геометрическими параметрами, техническими характеристиками, инженерным оборудованием и обустройством.

Оценку качества и состояния автомобильных дорог производят:

– при сдаче дороги в эксплуатацию после строительства, с целью определения начального фактического транспортно-эксплуатационного состояния и сопоставления с нормативными требованиями;

– периодически в процессе эксплуатации для контроля за изменения состояния дороги, прогнозирования этого изменения и планирования работ по ремонту и содержанию;

– при разработке плана мероприятий или проекта реконструкции, капитального ремонта или ремонта для определения ожидаемого транспортно-эксплуатационного состояния, сопоставления его с нормативными требованиями и оценки эффективности намеченных работ;

– после выполнения работ по реконструкции, капитальному ремонту и ремонту на участках выполнения этих работ с целью определения фактического изменения транспортно-эксплуатационного состояния дорог.

По результатам диагностирования и оценки состояния дорог в процессе эксплуатации выявляют участки дорог, не отвечающие нормативным требованиям к их транспортно-эксплуатационному состоянию и, руководствуясь «Классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», определяют виды и состав основных работ и мероприятий по содержанию, ремонту и реконструкции с целью повышения их транспортно-эксплуатационного состояния до требуемого уровня.

1.1 Определение параметров геометрических элементов автомобильной дороги

При оценке состояния и назначении работ по ремонту или реконструкции эксплуатируемых дорог во многих случаях возникает необходимость установить фактическую категорию дороги, требуемую категорию по интенсивности движения на момент обследования и расчетную, назначаемую при реконструкции.

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.

В зависимости от рельефа местности эти параметры рассматривают как главные или дополнительные критерии при определении категории дороги (таблица 1.1). Рельеф местности устанавливают по проектной документации на дорогу.

Таблица 1.1 - Критерии определения фактической категории дороги

Рельеф местности	Критерии определения фактической категории дороги		
	Ширина проезжей части или ширина основной укрепленной поверхности	Продольный уклон	Радиус кривых в плане
Равнинный	главный	дополнительный	дополнительный
Пересеченный	главный	главный	дополнительный
Горный	главный	главный	главный

На 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.

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.

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

Фактические категории других дорог по ширине проезжей части или по ширине основной укрепленной поверхности принимают в зависимости от их фактических размеров (таблица 1.2).

Таблица 1.2 - Категории дорог в зависимости от их фактических размеров

Наименование показателя	Значения показателя			
Фактическая ширина проезжей части, м	до 4,8	5,8-6,8	6,9-7,4	более 7,4
Фактическая ширина основной укрепленной поверхности, м	до 5,6	7,0-8,0	8,1-9,0	более 9,0
Фактическая категория дороги	V	IV	III	II
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.				

В пересеченной местности фактическую категорию существующей дороги определяют по двум главным параметрам: ширине проезжей части и продольному уклону (таблица 1.3).

Таблица 1.3 - Категория дороги в зависимости от продольного уклона

Наименование показателя	Значения показателя				
Максимальный продольный уклон, ‰	40	50	60	70	90
Фактическая категория дороги	I-А	I-Б, II	III	IV	V

В горной местности фактическую категорию дороги определяют по соответствию нормативным требованиям ширины проезжей части, продольных уклонов и радиусов кривых в плане (таблица 1.4).

При определении фактической категории дороги в пересеченной 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.

Таблица 1.4 - Категория дороги в зависимости от продольных уклонов и радиуса кривых в плане

Наименование показателя	Значения показателя				
Максимальный продольный уклон, ‰	40	50	60	70	90
Минимальный радиус кривых в плане, м	250	125	100	60	30
Фактическая категория дороги	I-А	I-Б, II	III	IV	V

Общая протяженность указанных участков не должна превышать 10 % всей протяженности дороги. При большей протяженности 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.

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.

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

Ширину проезжей части, левой и правой краевых укрепленных полос, укрепленных и неукрепленных обочин (а на дорогах первой категории и ширину разделительной полосы) измеряют на каждом характерном участке дороги, но не реже чем 1 раз на 1 км.

К характерным относят:

– прямые участки в плане с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос - участки дорог с одинаковой шириной проезжей части;

– горизонтальные участки с продольными уклонами 0-20 ‰

– участки с продольными уклонами более 20 ‰;

– участки кривых в плане с радиусами кривых 200 м и более;

– участки кривых в плане с радиусами кривых менее 200 м;

– участки сужений проезжей части над трубами, в местах установки ограждений, парапетов, направляющих столбиков с шагом установки менее 10 м.

На участках подъемов и спусков с дополнительными полосами движения ширина проезжей части измеряется в створах начала и конца дополнительной полосы полной ширины и в любом створе на уклоне.

На подъездах к мостам (ж/д переездам) проводятся два измерения ширины проезжей части: в створе до начала отгона ширины проезжей части на сужение либо уширение (если таковое имеется) и в створе начала моста (ж/д переезда). В случае отсутствия изменения ширины проезжей части на подходах к мосту, измерение ширины проезжей части на подходах может не производиться.

В пределах населенных пунктов сельского и городского типа (городах) ширина проезжей части измеряется в начале и конце застройки (на подходах - в местах уширения или сужения проезжей части), в любом характерном створе дороги, расположенном в пределах рассматриваемого участка, а также в местах изменения ее ширины (если таковое имеется), отслеживаемых визуально.

В месте измерения ширины проезжей части разбивают поперечник, параметры которого заносят в полевой журнал. Измерения проводят стальной лентой, рулеткой или курвиметром типа КП-203 с точностью до 0,1 м. До начала измерений с поверхности проезжей части, краевых укрепленных полос и укрепленных обочин очищают пыль и грязь, чтобы были четко видны границы укрепления. На многополосных дорогах и дорогах с высокой интенсивностью движения рекомендуется выполнять измерения с использованием геодезических инструментов.

В тех случаях, когда из-за одинакового покрытия визуально невозможно выделить границу проезжей части и краевой укрепленной полосы или укрепленной обочины, их размеры уточняют по данным проектной и исполнительской документации.

Ширину основной укрепленной поверхности определяют как сумму ширины проезжей части и краевых укрепительных полос.

Одновременно с измерением ширины проезжей части, краевых укрепительных полос и обочин в журнал измерений заносят данные о числе полос движения, типе и состоянии покрытия и поверхности обочины, а также о наличии разметки.

Для определения уклонов обочин, заложения откосов земляного полотна, поперечных уклонов дорожных покрытий используют специальные приборы, в том числе и угломерные линейки (например, типа КП-135), а также геодезические приборы.

Для определения радиусов горизонтальных кривых, длин прямых и кривых, продольных и поперечных уклонов проезжей части участков автомобильных дорог применяют специализированные передвижные лаборатории, оборудованные соответствующей измерительной аппаратурой (например, гироскопическими установками). При измерении радиусов кривых в плане траектория движения автомобиля должна соответствовать кривизне автомобильной дороги, для этого в процессе проезда кривой измерительная установка должна двигаться строго параллельно оси проезжей части. При измерении радиусов кривых на автомобильных дорогах с многополосной проезжей частью передвижная лаборатория должна двигаться по внутренней полосе проезжей части (по полосе с наименьшим радиусом) как в прямом, так и в обратном направлении.

При этом точность определения параметров должна быть для угла поворота трассы не менее 1 град., для продольного и поперечного уклона проезжей части – 5 ‰, для пройденного пути - 0,2 ‰.

Измерение расстояния геометрической видимости поверхности дороги выполняют с помощью дальномера. Порядок проведения измерений и обработки результатов изложен в паспорте на данный прибор.

Число полос движения является общей характеристикой дороги, устанавливаемой в ходе обследований как расчетным путем, так и непосредственно в результате инструментальных измерений ширины проезжей части.

Следует различать число полос движения, устанавливаемое по:

- официальным данным дорожных организаций;
- фактической разметке проезжей части (при ее наличии);
- фактической ширине проезжей части.

Число полос движения, по официальным данным дорожных организаций, устанавливается по паспорту дороги при сборе исходной информации.

Число полос движения по фактической разметке проезжей части устанавливается при визуальном обследовании покрытия проезжей части.

Число полос движения по фактической ширине проезжей части устанавливается расчетным способом путем деления измеренной ширины проезжей части на:

- 3,75 для дорог I-II категории;
- 3,5 для дорог III категории;
- 3,0 для дорог IV-V категории.

Количество полос движения принимают равным округленному до целого числа результату деления. Округление выполняется в сторону меньшего значения в случае, если дробная часть числа равна или меньше: 0,7 для дорог I-II категории, 0,85 для дорог III категории и 0,95 для дорог IV-V категории.

1.2 Визуальная оценка состояния дорожной одежды

Визуальная оценка состояния дорожного покрытия позволяет получить данные о его состоянии, выявить места, подлежащие оценке прочности дорожной одежды, определить объем повреждений, необходимый для планирования работ по ремонту и содержанию, а также установить значение показателя ρ для вычисления величины $К_{РС8}$.

Визуальную оценку рекомендуется проводить в весенний период после того, как дорога освободилась от снега. Для визуальной оценки фиксируются все дефекты поверхности проезжей части, перечень и характеристики которых приведены в разделе 2.4 (таблица 2.16).

Оценку выполняет группа в составе: инженер (руководитель группы), техник и водитель автомобиля. При ограниченном объеме работ обязанности водителя может совмещать техник.

Группа должна иметь специальное оборудование для автоматизированной регистрации дефектов с помощью видеокамеры или видеокомпьютерной съемки с фиксацией состояния дорожной одежды на электронных носителях информации.

Кроме того, группа должна быть снабжена следующим оборудованием:

- автомобилем, оборудованным датчиком пройденного пути;
- дорожными знаками: «Дорожные работы» и «Объезд препятствия слева»;
- деревянными рейками длиной 1 и 2 м и линейкой с миллиметровыми делениями для измерения глубины колей;
- журналом визуальной оценки;
- желтыми жилетами безопасности;
- курвиметром.

При отсутствии оборудования для видеокомпьютерной съемки допускается вести глазомерную оценку с занесением дефектов одежды в журнал.

До начала визуальной оценки необходимо подготовить журнал с ведомостями дефектов, убедиться в исправности автомобиля и оборудования, установить на автомобиле дорожные знаки «Дорожные работы» и «Объезд препятствия слева», провести инструктаж всех членов группы, обратив особое внимание на важность соблюдения всех требований безопасности работ. До проведения обследования осуществляют обучение пользованием данной методикой с целью приобретения необходимых навыков.

В случаях, если дефекты на покрытии отсутствуют, встречаются редко (через 100 м и более), либо на большом протяжении дороги (более 100 м) встречаются одинаковые дефекты, визуальную оценку допускается производить в процессе про-

езда автомобиля со скоростью не более 30 км/ч. В остальных случаях глазомерную оценку осуществляют в процессе прохождения вдоль дороги с соблюдением правил техники безопасности. При наличии оборудования для видеокомпьютерной съемки ее производят в процессе движения автомобиля со скоростью, которая обеспечивает последующую обработку результатов. В этом случае заполнение журнала дефектов производят при камеральной обработке результатов обследования.

Для проведения измерений (глубины колеи, раскрытия трещин, расстояний между трещинами, длины сторон ячеек сетки трещин) автомобиль проезжает вперед от места дефекта на 5-10 м, инженер и техник выходят из автомобиля и двигаются по обочине в направлении, обратном движению. В случае выхода на проезжую часть работу следует производить под защитой автомобиля, располагающегося так, чтобы знаки «Дорожные работы» и «Объезд препятствия слева» были обращены навстречу движения.

Результаты визуальной оценки заносят в соответствующий журнал (таблица 1.5) .

В процессе визуальной оценки состояния покрытия его делят на однотипные участки длиной от 100 до 1000 м, границы которых назначают по однотипным или близким дефектам. Расстояния устанавливают по спидометру автомобиля или датчику пройденного пути. Внутри каждого участка назначают частные микроучастки протяженностью 20-50 м с практически одинаковым состоянием дорожной одежды (с однотипными видами дефектов).

На каждом однотипном участке в камеральных условиях вычисляют средневзвешенный балл $Б_{СР}$:

$$Б_{СР} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Б_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^{n} l_i} = \frac{Б_1 \cdot l_1 + Б_2 \cdot l_2 + ... + Б_n \cdot l_n}{l_1 + l_2 + ... + l_n}, \quad (1.1)$$

где $Б_i$ и l_i - соответствующие балл (таблица 2.16) и протяженность частных микроучастков i с практически одинаковым состоянием дорожной одежды в баллах;

n - количество частных микроучастков в составе однотипного участка.

Таблица 1.5 - Дефектная ведомость состояния дорожной одежды

_____

(наименование автомобильной дороги, участка)

протяженность _____км, _____значения категория дороги _____;

(федер., территор., мест.)

тип покрытия_____

Адрес дефекта, км +	Вид дефекта

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 - $Б_{СР} \leq 3,5$;
- для дорог II категории - $Б_{СР} \leq 3,0$;
- для дорог III и IV категорий - $Б_{СР} \leq 2,5$.

2 Методика оценки качества и состояния автомобильной дороги

2.1 Оценка потребительских свойств дороги

Оценку потребительских свойств дороги выполняют применительно к работе дороги и ее состоянию в расчетный по условиям движения автомобилей осенне-весенний период года, когда все достоинства и недостатки дороги проявляются наиболее полно. В сухое, теплое время года при благоприятных условиях погоды фактические транспортно-эксплуатационные показатели могут быть выше, чем в осенне-весенний период.

Цель оценки состоит в том, чтобы комплексно определить фактическое транспортно-эксплуатационное состояние дорог и дорожных сооружений, инженерного оборудования и обустройства, уровня эксплуатационного содержания и степень соответствия обеспеченных дорогой потребительских свойств требуемым, а также установить участки дорог с необеспеченными требованиями, выявить основные причины снижения транспортно-эксплуатационных показателей и наметить мероприятия по их повышению.

Конечным результатом оценки является обобщенный показатель качества дороги ($П_д$), включающий в себя комплексный показатель ее транспортно-эксплуатационного состояния ($КП_д$), показатель инженерного оборудования и обустройства ($К_{об}$) и показатель содержания дорог ($К_э$).

$$П_д = КП_д \cdot К_{об} \cdot К_э, \qquad (2.1)$$

где $П_д$ - обобщенный показатель качества дороги;

$КП_д$ - комплексный показатель ее транспортно-эксплуатационного состояния;

$К_{об}$ - показатель инженерного оборудования и обустройства;

$К_э$ - показатель содержания дорог.

Критериями оценки качества дороги служат:

1) величина обобщенного показателя в долях единицы, вычисленная как отношение фактически обеспеченных данной дорогой потребительских свойств к аналогичным свойствам эталонной дороги;

2) величина обобщенного показателя в долях единицы, вычисленная как отношение фактически обеспеченных данной дорогой потребительских свойств к нормативным потребительским свойствам дороги этой категории.

За условный эталон принят участок дороги II категории в равнинной местности, построенной и оборудованной в полном соответствии с требованиями СНиП (ширина проезжей части 7,5 м, ширина обочин 3,75 м, ширина краевых укрепленных полос 0,75 м, обочины укреплены, покрытие шероховатое и т.д.), содержащейся в полном соответствии с требованиями технических правил ремонта и содержания автомобильных дорог. Для эталонной дороги показатели качества равны единице.

Нормативные значения критериев оценки качества дороги принимают в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Нормативные значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дорог ($КП_н$) соответствуют требованиям СНиП 2.05.02-65. Согласно п. 1.3.1. Технических правил ремонта и содержания автомобильных дорог ВСН 24-88 в неблагоприятных условиях погоды осенне-весеннего периода года при $К_{об} = 1$ и $К_э = 1$ допускается снижение значений $КП_н$, но не более чем на 25 %. Эти значения принимают за предельно-допустимые - $КП_п$ (таблица 2.1).

Таблица 2.1- Нормативные $КП_н$ (числитель) и предельно-допустимые $КП_п$ (знаменатель) значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дорог

Категория дороги	Основная расчетная скорость, км/ч	На основном протяжении	На трудных участках местности	
			пересеченной	горной
1	2	3	4	5
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

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
III	100	0,83/0,62	0,67/0,50	0,42/0,33
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

За нормативную величину показателя инженерного оборудования и обустройства принимают $К_{об} = 1$, которое обеспечивается при наличии и соответствии техническим требованиям всех элементов инженерного оборудования и обустройства дорог, предусмотренных действующими нормативно-техническими документами. Фактические значения величины $К_{об}$ могут колебаться от 0,85 до 1,0 .

За нормативную величину показателя содержания дорог принимают $К_э = 1$, которое соответствует высокому качеству работ по текущему ремонту и содержанию дорог (средний балл 4,5 и выше по ВН 10-87). Фактические значения величины $К_э$ могут колебаться от 0,5 до 1,10 .

Нормативную величину обобщенного показателя качества дороги принимают $П_н = КП_н$, а за предельно-допустимое значение обобщенного показателя качества дороги принимают $П_п = КП_п$.

Дорога полностью соответствует требованиям к качеству, когда $П_д \geq КП_н$ или $КП_д \geq КП_н$ при $К_{об} = 1$ и $К_э = 1$ или при $К_{об} \cdot К_э = 1$.

Если фактическое значение $К_{об} \cdot К_э < 1$ дорога находится в допустимом состоянии, когда

$$КП_д \geq \frac{КПп}{Коб \cdot Кэ} \qquad (2.2)$$

При других значениях показателей качества дорога находится в недопустимом состоянии.

В зависимости от целей и задач оценки она может быть выполнена как по обобщенному показателю качества, так и раздельно по комплексному показателю

транспортно-эксплуатационного состояния ($КП_д$), показателю инженерного оборудования и обустройства ($К_{об}$) или по показателю содержания дороги ($К_э$).

Значения всех показателей могут быть определены для участка дороги, для всего протяжения дороги, для сети дорог, обслуживаемых дорожной организацией или для сети дорог региона.

Обобщенный показатель качества дороги определяют в такой последовательности:

1) определяют комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния на каждом характерном участке $КП_i$, строят линейный график и определяют среднее значение комплексного показателя для данной дороги $КП_д$;

2) определяют показатель инженерного оборудования и обустройства дороги $К_{об}$ и заносят его в линейный график;

3) определяют показатель содержания дороги $К_э$ на каждом участке и заносят его в линейный график;

4) определяют обобщенный показатель качества дороги $П_д$ на каждом участке.

2.2 Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги

Главным этапом оценки качества дороги является оценка ее технического уровня и эксплуатационного состояния или транспортно-эксплуатационного состояния (ТЭС АД), которая включает в себя оценку геометрических параметров поперечного профиля, плана и продольного профиля дороги, состояния покрытия и прочности дорожной одежды, ровности и сцепных качеств покрытий, состояния обочин, габаритов и грузоподъемности мостов и путепроводов, интенсивности и состава транспортных потоков, а также безопасности движения.

В основу методики комплексной оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги положен принцип обязательного соблюдения всех нормативных требований к параметрам и характеристикам дороги, определяющим ее транспортно-эксплуатационные показатели.

Транспортно-эксплуатационное состояние каждого характерного отрезка дороги оценивают итоговым коэффициентом обеспеченности расчетной скорости $K_{pci}^{\text{итог}}$, который принимают за комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги на данном отрезке:

$$\text{Кп}_\text{i} = K_{pci}^{\text{итог}},$$

где $K_{pci}^{\text{итог}}$ - итоговым коэффициентом обеспеченности расчетной скорости.

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги выполняют по величине комплексного показателя:

$$\text{КПд} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{КП}i \cdot li}{L} \text{ или } \text{КПд} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{К}_{\text{рсi}}^{\text{итог}} \cdot li}{L}, \quad (2.3)$$

где $K_{pci}^{\text{итог}}$ - итоговое значение коэффициента обеспеченности расчетной скорости на каждом участке;

l_i - длина участка с итоговым значением $K_{pci}^{\text{итог}}$, км;

n - число таких участков;

L - общая длина дороги (участка дороги), км. Порядок определения $K_{pci}^{\text{итог}}$ и l_i приведен в разделе 2.4.

Прирост комплексного показателя ТЭС АД вычисляют по формуле:

$$\Delta \text{КПд} = \frac{\text{КПд}^{к} - \text{КПд}^{н}}{\text{КПд}^{н}} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

где $КП_д^н$, $КП_д^к$ - значения комплексного показателя на начало и конец оцениваемого периода (года, пяти лет или до и после ремонта (формула 2.3).

Отрицательное значение прироста свидетельствует об ухудшении состояния дороги за оцениваемый период по сравнению с первоначальным.

Показатель фактического состояния автомобильной дороги по отношению к нормативному в начале и в конце оцениваемого периода определяют по формуле:

$$\text{Ксд} = \frac{\text{КПд}}{\text{КПн}}, \quad (2.5)$$

где $К_{сд}$ - показатель фактического состояния автомобильной дороги по отношению к нормативному в начале и в конце оцениваемого периода.

Транспортно-эксплуатационное состояние дороги соответствует требованиям когда $К_{сд} \geq 1$.

2.3 Оценка транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог производят по фактическому комплексному показателю состояния дорожной сети $КП_{фс}$. Для его вычисления используют коэффициент приведения дорог разного технического уровня к эталонной дороге.

Коэффициент приведения показывает какую долю составляют потребительские свойства данной дороги (обеспеченная скорость и осевая нагрузка) от потребительских свойств эталонной дороги. Коэффициенты приведения принимают численно равными нормативным значениям комплексного показателя состояния дорог КПн (таблица 2.1).

Комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети вычисляют в следующем порядке:

1) составляют перечень или ведомость дорог или характерных участков, входящих в оцениваемую сеть. В качестве характерных выделяют участки с различным числом полос движения (без учета переходно-скоростных полос), участки с дополнительной полосой движения на подъемах, а также участки дорог различных категорий, входящие в состав одной автомобильной дороги;

2) определяют протяженность оцениваемой сети дорог при нормативном состоянии в приведенных к эталонным км:

$$L_{np}^{н} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{c} L_i \cdot КПнi \cdot n_i, \qquad (2.6)$$

где L_i - протяженность каждой дороги или каждого характерного участка дороги, км;

n_i - число полос движения без учета переходно-скоростных полос;

КПнi - значения нормативного комплексного показателя для каждой дороги или участка дороги (таблица 2.1);

с - количество дорог или характерных участков;

3) определяют среднюю величину нормативного комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния оцениваемой сети дорог:

$$КПнс = \frac{L_{пр}^{н}}{\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{c} L_i \cdot n_i} \quad (2.7)$$

4) определяют протяженность сети дорог при фактическом состоянии в приведенных км:

$$L_{пр}^{ф} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{c} L_i \cdot КПд_i \cdot n_i, \quad (2.8)$$

где $КПд_i$ - фактические значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния каждой дороги или участка дороги (формула 2.3);

5) определяют величину фактического показателя состояния оцениваемой сети дорог:

$$КПфс = \frac{L_{пр}^{ф}}{\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{c} L_i \cdot n_i}, \quad (2.9)$$

Прирост комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети за рассматриваемый период определяют по формуле:

$$\Delta КПфс = \frac{КПфс^{к} - КПфс^{н}}{КПфс^{н}} \cdot 100\% \quad (2.10)$$

Показатель фактического состояния сети автомобильных дорог по отношению к нормативному определяют по формуле:

$$К_{сс} = \frac{КПд}{КПн} \quad (2.11)$$

Транспортно-эксплуатационное состояние сети дорог соответствует требованиям, когда $К_{сс} \geq 1$.

2.4 Порядок и методика оценки влияния элементов, параметров и характеристик дорог на комплексный показатель их состояния

Для оценки влияния отдельных параметров и характеристик дорог на комплексный показатель их состояния определяют частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости для каждого параметра и характеристики на каждом характерном участке.

При определении коэффициентов обеспеченности расчетной скорости аналитическим путем учитывают следующие особенности:

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

– в случае резкого различия условий движения по дороге в разных направлениях (например, на затяжных уклонах горных дорог) величину коэффициента обеспеченности расчетной скорости принимают по наименьшему значению из двух направлений движения;

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

Необходимые для определения частных значений коэффициентов обеспеченности расчетной скорости на каждом характерном участке параметры и характеристики существующих дорог получают при первичной оценке путем непосредствен-

ных измерений и наблюдений в течение теплого периода года при положительной температуре воздуха (ширина чистой фактически используемой укрепленной поверхности и состояние покрытия, ширина и состояние обочин, интенсивность и состав движения, ровность покрытия и коэффициент сцепления и др.). Данные о параметрах дороги могут быть получены из паспорта дороги, проекта дороги, материалов предыдущих обследований или из другой технической документации.

Повторные обследования по сокращенной номенклатуре параметров и характеристик проводят не реже 1 раза в год по состоянию на конец сезона ремонтных работ до наступления устойчивой отрицательной температуры воздуха, фиксируя все изменения в состоянии дорог и внося коррективы в результаты оценки. Кроме того, повторные обследования проводят на участках ремонта дорог после завершения ремонта.

Значения частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости принимают по готовым таблицам.

Значение итогового коэффициента обеспеченности расчетной скорости $K_{pci}^{\text{итог}}$ на каждом участке для осенне-весеннего расчетного по условиям движения периода года принимают равным наименьшему из всех частных коэффициентов на этом участке, т.е. $K_{pci}^{\text{итог}} = K_{pci}^{\min}$.

Для этого строят линейный график, на который наносят сокращенный продольный профиль и план дороги и основные параметры и характеристики, частные и итоговые значения коэффициента обеспеченности расчетной скорости, а также линии нормативного и предельно-допустимого значений показателей качества и транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

Форма и пример линейного графика оценки качества и состояния дороги приведены в приложении Б.

Для получения итогового значения коэффициента обеспеченности расчетной скорости определяют частные коэффициенты, учитывающие ширину основной укрепленной поверхности (укрепленной поверхности) и ширину габарита моста - $К_{рс1}$; ширину и состояние обочин - $К_{рс2}$; интенсивность и состав движения - $К_{рс3}$; продольные уклоны и видимость поверхности дороги - $К_{рс4}$; радиусы кривых в плане

и уклон виража - $К_{рс5}$; ровность покрытия - $К_{рс6}$; коэффициент сцепления колеса с покрытием - $К_{рс7}$; состояние и прочность дорожной одежды - $К_{рс8}$; грузоподъемность мостов - $К_{рс9}$; безопасность движения - $К_{рс10}$.

Частный коэффициент $К_{РС1}$ определяют исходя из ширины проезжей части и краевых укрепленных полос, которые вместе составляют ширину основной укрепленной поверхности $В_1$, с учетом влияния в осенне-весенний периоды года укрепления обочин на фактически используемую для движения ширину этой поверхности $В_{1Ф}$.

При наличии краевых укрепленных полос:

$$В_{1Ф} = (В_П + 2а_У) \cdot К_У, м, \quad (2.11)$$

где $В_П$ - ширина проезжей части, м;

$а_У$ - ширина краевой укрепленной полосы, м;

$К_У$ - коэффициент, учитывающий влияние вида и ширины укрепления на фактически используемую для движения ширину основной укрепленной поверхности (коэффициент используемой ширины основной укрепленной поверхности) (таблица 2.2).

При отсутствии краевых укрепленных полос:

$$В_{1Ф} = В_П \cdot К_У, м. \quad (2.12)$$

На мостах, путепроводах, эстакадах:

$$В_{1Ф} = Г - 3 \cdot h_Б, м, \quad (2.13)$$

где Г - габарит моста, м;

$h_Б$ - высота бордюра, м.

За характерные по ширине укрепленной поверхности принимают участки с одинаковой шириной чистой проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос - участки дороги с одинаковой шириной чистой проезжей части. При этом не учитывают колебания ширины в пределах до 0,25 м. При уменьшении или увеличении на смежном участке ширины чистой укрепленной поверхности более чем на 0,25 м такой участок выделяют в характерный. Если разница в ширине $В_{1ф}$ 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.

Значения $К_{рс1}$ в зависимости от ширины чистой, фактически используемой для движения укрепленной поверхности и интенсивности движения приведены в таблицах 2.3-2.6.

Таблица 2.2 - Значения коэффициента использования ширины основной укрепленной поверхности

Вид укрепления обочин	Значения $К_У$	
	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

Примечание - В числителе для дорог I-II категорий, в знаменателе - для дорог III-V категорий. Значения $К_У$ даны для ширины полосы укрепления обочины 1,0 м и более. При меньшей ширине полосы укрепления значения $К_У$ 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.

Таблица 2.3 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{рс1}$, учитывающего влияние ширины основной укрепленной поверхности дороги для двухполосных дорог

Ширина чистой основной укрепленной поверхности $В_{1ф}$, м	Для двухполосных дорог при интенсивности движения, авт/сут (физических ед.)			
	менее 600	600 - 1200	1200 - 3600	3600 - 10000
1	2	3	4	5
4,50	0,58	0,17	0,14	0,11
4,75	0,68	0,25	0,21	0,16
5,0	0,79	0,33	0,28	0,22
5,25	0,88	0,42	0,35	0,27
5,50	1,0	0,50	0,42	0,33
5,75	1,10	0,58	0,49	0,38
6,0	1,10	0,67	0,56	0,44
6,25	—	0,75	0,63	0,49
6,50	—	0,83	0,70	0,55
6,75	—	0,91	0,77	0,61
7,0	—	1,0	0,83	0,66
7,25	—	1,06	0,90	0,72
9,50	—	—	—	1,15

Таблица 2.4 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{рс1}$, учитывающего влияние ширины основной укрепленной поверхности дороги для трехполосных дорог

Ширина чистой укрепленной	Для трехполосных дорог, $К_{рс1}$	
поверхности $В_{1ф}$, м	с полной разметкой	при отсутствии разметки
1	2	3
10,50	0,8	0,7
10,75	0,83	0,72
11,0	0,86	0,74
11,25	0,88	0,76
11,50	0,90	0,78
11,75	0,95	0,80
12,0	0,99	0,81
12,25	1,03	0,82
12,50	1,08	0,83
12,75	1,10	0,85

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
13,0	—	0,87
13,25	—	0,92
13,50	—	0,97
13,75	—	1,02
14,0	—	1,07
Примечание - Приведенные значения $К_{рс1}$ действительны при интенсивности движения более 7 тыс. авт/сут. При меньшей интенсивности для дорог с шириной чистой укрепленной поверхности 10,5 м и более принимают $К_{рс1}$ = 1,10 при отсутствии разметки и $К_{рс1}$ = 1,15 при наличии разметки.		

Таблица 2.5 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{рс1}$, учитывающего влияние ширины основной укрепленной поверхности дороги для четырехполосных дорог

Ширина чистой укрепленной поверхности двухполосной проезжей части одного направления четырехполосных дорог, м	$К_{рс1}$ при ширине разделительной полосы, м	
	до 5 м	более 5 м
6,0	0,39	0,48
6,25	0,44	0,54
6,50	0,49	0,60
6,75	0,54	0,66
7,0	0,59	0,71
7,25	0,64	0,78
7,50	0,69	0,85
7,75	0,74	0,90
8,0	0,80	0,96
8,25	0,85	1,02
8,50	0,90	1,08
8,75	0,95	1,14
9,0	1,0	1,20
9,25	1,05	1,25
9,50	1,10	1,25
Примечание - Приведенные значения $К_{рс1}$ действительны при интенсивности движения более 3,0 тыс. авт/сут. на полосу движения. При меньшей интенсивности принимает $К_{рс1}$=1,25		

Таблица 2.6 -Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{рс1}$, учитывающего влияние ширины основной укрепленной поверхности дороги для многополосных дорог

Ширина основной укрепленной поверхности одного направления, м	Значения $К_{РС1}$ при ширине разделительной полосы, м	
	до 5 м	более 5 м
1	2	3
Шестиполосные дороги		
10,50	0,75	0,80
10,75	0,80	0,85
11,0	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

Частный коэффициент $К_{рс2}$ определяют по величине ширины обочины в соответствии с таблицей 2.8. В общем случае в состав обочины входит краевая укрепленная полоса, укрепленная полоса для остановки автомобилей и прибровочная полоса.

За характерные по ширине обочин принимают отрезки дороги с одинаковой шириной обочин. 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 (0,1 м и 0,20 м) участок выделяют в характерный.

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:

$$a_У = \frac{B_У - B_О}{2}, \text{ м}, \qquad (2.14)$$

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

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

$B_О$ - оптимальная ширина укрепленной поверхности, соответствующая данной интенсивности движения, м (таблица 2.7).

Таблица 2.7 - Значения оптимальной ширины укрепленной поверхности $B_О$, соответствующие данной интенсивности движения

Наименование показателя	Значения показателя				
Интенсивность движения, авт./сут.	до 100	100-600	600-1200	1200-3600	более 3600
Оптимальная ширина укрепленной поверхности ($B_О$), м	4,5	7	7,5	8	9,5

Для трехполосных дорог или проезжей части автомагистралей с тремя полосами движения оптимальную ширину укрепленной поверхности принимают 12,75 м, для четырехполосной проезжей части автомагистралей - 16 м.

В случае, когда на всей ширине обочины устроен один тип укрепления, значения $К_{РС2}$ принимают по таблице 2.8 в зависимости от общей ширины обочины для

данного типа укрепления. Аналогично принимают значения $К_{РС2}$ при отсутствии укрепления на всей ширине обочины.

При наличии на обочине краевой укрепленной полосы и (или) укрепленных различными материалами, а также неукрепленных полос значения $К_{РС2}$ определяют как средневзвешенную величину для данных типов укрепления по формуле:

$$К_{РС2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i \cdot К_{РС2i}}{В_{ОБ}}, \qquad (2.15)$$

где b_i - ширина полосы обочины с различным типом укрепления, м;

$К_{РС2i}$ - величина коэффициента обеспеченности расчетной скорости для данного типа укрепления полосы, принятая из предположения, что этот тип укрепления распространяется на всю ширину обочины;

$В_{ОБ}$ - общая ширина обочины, м;

n - количество типов укреплений на обочине.

Таблица 2.8 -Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{рс2}$, учитывающего влияние ширины и состояния обочин

Ширина обочины, (включая краевую укрепленную полосу), м	Тип укрепления обочины			
	а/б; ц/б; обработка вяжущими	слой щебня или гравия	засев трав	обочины не укреплены
1	2	3	4	5
0,3	0,3	0,20	0,19	0,19
0,4	0,34	0,24	0,22	0,20
0,5	0,64	0,44	0,40	0,35
0,75	0,71	0,60	0,52	0,40
1,0	0,85	0,70	0,56	0,42
1,25	0,88	0,76	0,60	0,44
1,5	0,92	0,82	0,63	0,47
1,75	0,97	0,86	0,66	0,50

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5
2,0	1,02	0,90	0,69	0,53
2,25	1,05	0,95	0,73	0,56
2,50	1,08	1,0	0,75	0,60
2,75	1,11	1,05	0,82	0,63
3,0	1,15	1,10	0,84	0,66
3,25	1,20	1,15	0,90	0,68
3,50	1,25	1,20	0,95	0,69
3,75	1,25	1,25	1,0	0,70
4,0	1,25	1,25	1,05	0,70

Примечания

1. При наличии на обочине 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 $К_{рс2}$ принимают как для неукрепленной обочины, независимо от типа укрепления.

2. Значения $К_{рс2}$ 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 $К_{рс2}$ принимают как для не укрепленной обочины.

Частный коэффициент Крс3 определяют в зависимости от интенсивности и состава движения по формуле:

$$K_{рс3} = K_{рс1} - \Delta K_{рс}^{N} \ , \qquad (2.16)$$

где $\Delta K_{рс}^{N}$ - снижение коэффициента обеспеченности расчетной скорости под влиянием интенсивности и состава движения, значение которого приведено в таблице 2.7.

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 теплый период года.

Таблица 2.9 -Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости ΔK_{pc}^{N}, учитывающего влияние интенсивности и состава движения

Интенсивность движения, тыс. авт./сут.	Значения $\Delta К_{РС}$									
	Для двухполосных дорог при β, равном					Для трехполосных дорог при β, равном				
	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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.										

Частный коэффициент $К_{РС4}$ определяют по величине продольного уклона для расчетного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года и фактического расстояния видимости поверхности дороги при движении на подъем (таблица 2.11) и на спуск (таблица 2.12). При этом между точками перелома продольного профиля допускается принимать величину уклона постоянной без учета его смягчения на вертикальных кривых.

Таблица 2.10- Значения $\Delta К_{РС}$, учитывающего влияние интенсивности и состава движения на автомагистралях

Интенсивность движения, тыс. авт./сут	Значения $\Delta К_{РС}$														
	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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
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
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 $К_{РС4}$ определяют по величине продольного уклона для расчетного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года и фактического расстояния видимости поверхности дороги при движении на подъем (таблица 2.11) и на спуск (таблица 2.12). При этом между точками перелома продольного профиля допускается принимать величину уклона постоянной без учета его смягчения на вертикальных кривых.

Частный коэффициент $К_{РС4}$ 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 $К_{РС4}$ принимают для мокрого загрязненного покрытия.

На каждом участке из двух значений $К_{РС4}$ (одно для движения на подъем, другое - на спуск) выбирают меньшее и заносят в линейный график.

Таблица 2.11-Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РС4}$,учитывающего влияние продольных уклонов при движении на подъем

Наименование показателя	Значение показателя							
Продольный уклон, ‰	0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	более 80
Значения $К_{РС4:}$								
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 Крс5 определяют по величине радиуса кривой в плане (таблица 2.13) для расчетного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года, которое выбирают с учетом типа и ширины укрепления обочин.

Таблица 2.12-Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РС4}$, учитывающего влияние продольных уклонов и видимость поверхности дороги при движении на спуск

Значения $К_{РС4}$:	Видимость, м	Продольный уклон, ‰							
		0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	более 80
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

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. В промежутках между смежными участками кривых в плане принимают $К_{рс5} = КП_Н$.

Частный коэффициент Крс6 определяют по величине суммы неровностей покрытия проезжей части (таблица 2.14). В расчет принимают худший из показателей ровности для различных полос на данном участке.

Частный коэффициент $К_{РС7}$ определяют по измеренной величине коэффициента сцепления, при расстоянии видимости поверхности дороги, равном нормативному для данной категории дороги (таблица 2.15). В расчет принимают наиболее низкий из коэффициентов сцепления по полосам движения на данном участке.

Таблица 2.13 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РС5}$, учитывающего влияние радиуса кривых в плане и поперечного уклона виража

Поперечный уклон виража, ‰	Коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС5}$ 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
Примечание - Знак «-» соответствует обратному поперечному уклону проезжей части на кривой в плане.											

Частный коэффициент $К_{РС8}$ определяют в зависимости от состояния покрытия и прочности дорожной одежды только на тех участках, где визуально установлено наличие трещин, колейности, просадок или проломов, а коэффициент обеспеченности расчетной скорости по ровности меньше нормативного для данной категории дороги ($К_{РС6} < КП_Н$).

Величину $К_{РС8}$ определяют по формуле:

$$К_{РС8} = \rho_{СР} \cdot КП_Н, \qquad (2.17)$$

где $\rho_{СР}$ - средневзвешенный показатель, учитывающий состояние покрытия и прочность дорожной одежды на однотипном участке.

Таблица 2.14 -Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{рс6}$, учитывающего влияние ровности покрытия

Ровность по толчкомеру ТХК-2, см/км	Коэффициент обеспеченности расчетной скорости	Ровность по ПКРС-2, см/км	Коэффициент обеспеченности расчетной скорости
≤ 40	1,25	≤250	1,25
50	1,00	300	1,00
60	0,89	350	0,88
80	0,72	400	0,78
100	0,61	500	0,64
120	0,53	600	0,55
140	0,47	700	0,48
160	0,42	800	0,42
180	0,38	900	0,38
200	0,34	1000	0,34
220	0,32	1100	0,32
≥ 250	0,25	≥ 1200	0,25

Таблица 2.15 -Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РС7}$, учитывающего влияние коэффициента сцепления колеса с покрытием

Категория дороги	Значения $К_{РС7}$ при коэффициенте сцепления дорожного покрытия φ						
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
I-А	0,66	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	0,99
I-Б, II	0,62	0,66	0,73	0,77	0,83	0,88	0,92
III	0,59	0,57	0,69	0,73	0,77	0,82	0,86
IV	0,53	0,51	0,60	0,64	0,68	0,71	0,74
V	0,43	0,41	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58

Примечания

1. Коэффициенты сцепления даны для скорости 60 км/ч, шины с рисунком и мокрого покрытия из цементобетона, асфальтобетона, а также из щебня и гравия, обработанных вяжущими.

2. При величинах коэффициентов сцепления более 0,50 принимают $К_{РС7}=КП_{Н}$

$$\rho_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i l_i}{\sum_{i=1}^{n} l_i} = \frac{\rho_1 l_1 + \rho_2 l_2 + ... + \rho_n l_n}{l_1 + l_2 + ... + l_n}, \quad (2.18)$$

где ρ_i и l_i - соответствующие показатель и протяженность частных микроучастков i с практически одинаковым состоянием дорожной одежды;

n - количество частных микроучастков в составе однотипного участка.

Виды дефектов и их оценка в баллах и соответствующие значения показателя ρ_i для вычисления $К_{РС8}$ даны в таблице 2.16.

Таблица 2.16 - Значение показателя ρ, учитывающего состояние покрытия и прочность дорожной одежды

Вид дефекта	Оценка в баллах	Значение показателя ρ при типе дорожных одежд		
		Усовершенствованные капитальные	Усовершенствованные облегченные	Переходные
1	2	3	4	5
Без дефектов и поперечные одиночные трещины на расстоянии более 40 м (для переходных покрытий отсутствие дефектов)	5,0	1,0	1,0	1,0
Поперечные одиночные трещины (для переходных покрытий отдельные выбоины) на расстоянии 20-40 м между трещинами	4,8-5,0	0,95-1,0	1,0	0,9-1,0
То же на расстоянии 10-20 м	4,5-4,8	0,90-0,95	0,95-1,0	0,80-0,90
Поперечные редкие трещины (для переходных покрытий выбоины) на расстоянии 8-10 м	4,0-4,5	0,85-0,90	0,90-0,95	0,70-0,80
То же 6-8 м	3,8-4,0 (3,0-4,0)[1]	0,80-0,85	0,85-0,90	0,55-0,70
То же 4-6 м	3,5-3,8 (2,0-3,0)[1]	0,78-0,80	0,83-0,85	0,42-0,55

Продолжение таблицы 2.16

1	2	3	4	5
Поперечные частые трещины на расстоянии между соседними трещинами 3-4 м	3,0-3,5	0,75-0,78	0,80-0,83	-
То же 2-3 м	2,8-3,0	0,70-0,75	0,75-0,80	-
То же 1-2 м	2,5-2,8	0,65-0,70	0,70-0,75	-
Продольная центральная трещина	4,5	0,90	0,95	-
Продольные боковые трещины	3,5	0,90	0,85	-
Одиночная сетка трещин на площади до 10 $м^2$ с крупными ячейками (сторона ячейки более 0,5 м)	3,0	0,75	0,80	-
Одиночная сетка трещин на площади до 10 $м^2$ с мелкими ячейками (сторона ячейки менее 0,5 м)	2,5	0,65	0,70	
Густая сетка трещин на площади до 10 $м^2$	2,0	0,60	0,65	
Сетка трещин на площади более 10 $м^2$ при относительной площади, занимаемой сеткой, 30-10 %	2,0-2,5	0,60-0,65	0,65-0,70	-
То же 60-30 %	1,8-2,0	0,55-0,60	0,60-0,65	-
То же 90-60 %	1,5-1,8	0,50-0,55	0,55-0,60	-
Колейность при средней глубине колеи до 10 мм	5,0	1,0	1,0	1,0
То же 10-20 мм	4,0-5,0	0,85-1,0	0,90-1,0	0,70-1,0
То же 20-30 мм	3,0-4,0	0,75-0,85	0,80-0,90	0,65-0,70
То же 30-40 мм	2,5-3,0	0,65-0,75	0,70-0,80	0,60-0,65
То же 40-50 мм	2,0-2,5	0,60-0,65	0,65-0,70	0,55-0,60
То же 50-70 мм	1,8-2,0	0,55-0,60	0,60-0,65	0,50-0,55
То же более 70 мм	1,5	0,50	0,55	0,45
Просадки (пучины) при относительной площади просадок 20-10 %	1,0-1,5	0,45-0,50	0,50-0,55	0,35-0,40
То же 50-20 %	0,8-1,0	0,40-0,45	0,45-0,50	0,30-0,35
То же более 50 %	0,5	0,35	0,40	0,25
Проломы дорожной одежды (вскрывшиеся пучины) при относительной площади, занимаемой проломами, 10-5 %	1,0-1,5	0,45-0,50	0,50-0,55	0,35-0,40
То же 30-10 %	0,8-1,0	0,40-0,45	0,45-0,50	0,30-0,35
То же более 30 %	0,5-0,8	0,35-0,40	0,40-0,45	0,25-0,30
Одиночные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами более 20 м)	4,0-5,0	0,85-1,0	0,90-1,0	-

Продолжение таблицы 2.16

1	2	3	4	5
Отдельные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами 10-20 м)	3,0-4,0	0,75-0,85	0,80-0,90	-
Редкие выбоины в тех же случаях (расстояние 4-10 м)	2,5-3,0	0,65-0,75	0,70-0,80	-
Частые выбоины в тех же случаях (расстояние 1-4 м)	2,0-2,5	0,60-0,65	0,65-0,70	-
Карты заделанных выбоин, залитые трещины	3,0	0,75	0,80	-
Поперечные волны, сдвиги	2,0-3,0	0,60-0,75	0,65-0,80	0,42-0,55
Шелушение, выкрашивание[2]	-	-	-	-
Разрушение поперечных и продольных швов[3]	-	-	-	-
Ступеньки в швах[3]	-	-	-	-
Перекос плит[3]	-	-	-	-
Скол углов плит[3]	-	-	-	-
[1] Дорожные одежды переходного типа. [2] На прочность нежестких одежд влияет мало. [3] Характерно для цементобетонных покрытий				

Частный коэффициент $К_{РС9}$ определяют в зависимости от величины параметров колеи в соответствии с таблицей 2.17.

Частный коэффициент $К_{РС10}$ 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:

$$И = \frac{ДТП \cdot 10^6}{365 \cdot N \cdot n}, \text{ ДТП/(1 млн. авт. км)}, \qquad (2.19)$$

где ДТП - число ДТП за последние 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.

Таблица 2.17 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РС9}$,учитывающего ровность в поперечном направлении

Параметры колеи		Значения $К_{РС9}$
Глубина колеи под уложенной на выпоры рейкой, мм	Общая глубина колеи относительно правого выпора, мм	
≤ 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

Значения $К_{РС10}$ определяют по таблице 2.18. При наличии хотя бы одного ДТП по причине неудовлетворительных дорожных условий величину $К_{РС10}$ для данного километра принимают в два раза меньше указанной в таблица 2.18. 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 $К_{РС10}$ принимают равными $КП_{Н}$.

Таблица 2.18 -Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РС10}$, учитывающего безопасность движения

Наименование показателя	Значение показателя								
Значения коэффициента относительной аварийности, ДТП/1 млн. 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	более 1,5
Значение $К_{РС10}$	1,25	1,0	0,85	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2

Прирост показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги вычисляют по формуле:

$$\Delta КП_Д = \frac{КП_Д^К + КП_Д^Н}{КП_Д^Н} \cdot 100\%, \qquad (2.20)$$

где $КП_Д^Н$ и $КП_Д^К$ - показатели транспортно-эксплуатационного состояния дороги на начало и конец рассматриваемого периода.

Результаты расчетов заносят в карточку оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (участка дороги), форма которой приведена в таблице 2.19.

Карточку транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог составляют в форме таблицы 2.20.

2.5 Определение показателя инженерного оборудования и обустройства

Показатель инженерного оборудования и обустройства дороги ($К_{ОБ}$) определяют по величине итогового коэффициента дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства дороги ($Д_{И.О}$).

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 $Д_{И.О}$ вычисляют для всей дороги установленной категории или каждого участка дороги, если дорога состоит из участков разных категорий.

Таблица 2.19 - Карточка оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (ТЭС АД) (участка дороги)

_____

(наименование автомобильной дороги, участка)

протяженность_____ км, _____значения

(федер., территор., мест.)

категория дороги _____; тип покр_____

Нормативное и предельно допустимое значение комплексного показателя

$КП_Н$ =_____; $КП_П$= _____.

Дата оценки	Показатель $КП_Д$	Прирост показателя качества $\pm\Delta КП_Д$	Протяженность участков с показателем меньше нормативного		Протяженность участков с показателем меньше предельно допустимого		Подпись ответственного за оценку качества или проверяющего
			км	доля, %	км	доля от общей длины, %	
1	2	3	4	5	6	7	8

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

$$Д_{И.О} = \frac{1}{8}(Д_Д + Д_М), \quad (2.21)$$

$$Д_М = Д_{М1} + Д_{М2} + Д_{М3} + Д_{М4} + Д_{М5} + Д_{М6} + Д_{М7}, \quad (2.22)$$

где $Д_Д$ - частный коэффициент дефектности соответствия, учитывающего количество и частоту расположения площадок отдыха и видовых площадок, функциональное влияние которых распространяется на значительную протяженность дороги.

Значение $Д_Д$ вычисляют для всей дороги или для каждого участка данной категории, если дорога состоит из участков разных категорий; $Д_{М1}$-$Д_{М7}$ - частные коэффициенты дефектности соответствия элементов инженерного оборудования, функциональное влияние которых распространяется на локальный отрезок дороги (пересечения и примыкания, въезды и переезды, автобусные остановки, ограждения, тротуары и пешеходные дорожки в населенных пунктах, дорожная разметка, освещение, дорожные знаки). Их значения вычисляют для каждого километрового участка дороги.

Таблица 2.20 - Карточка оценки транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог (ТЭС АД)

Протяженность участка дороги _____ км.

Нормативное значение комплексного показателя $КП_{НС}$ = _____.

Дата оценки	Показатель $КП_{ФС}$	Прирост показателя качества $\pm\Delta КП_{ФС}$	Протяженность участков с показателем меньше нормативного		Протяженность участков с показателем меньше предельно допустимого		Подпись ответственного за оценку качества или проверяющего
			км	доля,%	км	доля от общей длины, %	
1	2	3	4	5	6	7	8

Частный коэффициент $Д_Д$ определяют по наличию и соответствию требованиям нормативных документов (п. 10.11 СНиП 2.05.02-85) площадок отдыха, включая видовые площадки, по формуле:

$$Д_Д = \frac{L - l_{НП} \cdot n_П}{L}, \qquad (2.23)$$

где $l_{НП}$ - нормативное расстояние между площадками отдыха, км;

$n_П$ - 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, превышает нормативное, т.е. произведение $l_{НП} \cdot n_П > L$, принимают значение $Д_Д = 0$.

Частный коэффициент $Д_{М1}$ определяют по соответствию требованиям п.5.1-5.18 СНиП 2.05.02-85 параметров пересечений и примыканий автомобильных дорог в одном и разном уровнях, а также пересечений автомобильных дорог с железными дорогами по формуле:

$$Д_{М1} = \frac{N - N_Н}{N}, \qquad (2.24)$$

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

$N_Н$ - то же, соответствующих требованиям норм.

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

При отсутствии пересечений и примыканий на данном километре дороги принимают значение $Д_{М1} = 0$.

Частный коэффициент $Д_{М2}$ определяют по соответствию требованиям п. 10.8 и 10.9 СНиП 2.05.02-85 параметров автобусных остановок на данном километре дороги. Вычисления проводят аналогично $Д_{М1}$ (формула 2.24).

Частный коэффициент $Д_{М3}$ определяют по наличию и соответствию требованиям п. 9.3; 9.4 и 9.9 СНиП 2.05.02-85 дорожных ограждений на каждом километре дороги:

$$Д_{М3} = \frac{l_Н - l_Ф}{l_Н}, \qquad (2.25)$$

где $l_Н$ - требуемая по нормам протяженность ограждений в одну линию на данном километровом участке дороги, м;

$l_Ф$ - 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 $Д_{М3} = 0$.

Частный коэффициент $Д_{М4}$ определяют по наличию и соответствию требованиям п. 4.37-4.39 СНиП 2.05.02-85 и п. 10.23-10.24 ВСН 25-86 параметров тротуаров и пешеходных дорожек вдоль дороги в населенных пунктах. Расчет коэффициента $Д_{М4}$ производят так же, как и коэффициента $Д_{М3}$.

Частный коэффициент $Д_{М5}$ определяют по наличию в однорядном исчислении и соответствию утвержденной схеме нанесения и требованиям ГОСТ Р 51256-99 дорожной разметки. Расчет коэффициента $Д_{М5}$ производят так же, как и коэффициента $Д_{М3}$.

Частный коэффициент $Д_{М6}$ определяют по соответствию требованиям п. 2.5-2.7 СНиП 2.05.02-85 к размещению и пригодности к работе элементов освещения в однорядном исчислении. Расчет коэффициента $Д_{М6}$ производят так же, как и коэффициента $Д_{М3}$.

Частный коэффициент $Д_{М7}$ определяют по наличию и соответствию утвержденной схеме дислокации и требованиям нормативных документов, касающихся дорожных знаков, находящихся в исправном состоянии на каждом километре. При полной комплектации и рабочем состоянии всех дорожных знаков $Д_{М7} = 0$. При отклонении по количеству или требуемому состоянию до 10 % дорожных знаков принимают $Д_{М7} = 0,1$; 20 % - 0,2 и т.д.

Итоговый коэффициент дефектности соответствия инженерного оборудования и обустройства $Д_{И.О}$ определяют для каждого километра дороги. Вначале определя-

ют значение коэффициента дефектности площадок отдыха и видовых площадок $Д_Д$ (формула 2.23) и принимают его для всей дороги или участка дороги. К этому значению на каждом километре добавляют значения дефектности по локальным элементам инженерного оборудования $Д_М$, вычисленные (формула 2.24 и формула 2.25) получают итоговое значение коэффициента дефектности инженерного оборудования и обустройства $Д_{И.О}$ на каждом километре.

Значения показателя инженерного оборудования и обустройства дороги ($К_{ОБ}$) на каждом километре принимают в зависимости от величины $Д_{И.О}$ (таблица 2.21) и заносят в линейный график оценки качества автомобильной дороги.

Таблица 2.21- Значения показателя инженерного оборудования и обустройства

Коэффициент дефектности соответствия $Д_{И.О}$	Значение показателя инженерного оборудования и обустройства $К_{ОБ}$, для категорий дорог		
	I-А, I-Б, 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

2.6 Определение показателя уровня эксплуатационного содержания автомобильной дороги

Значение показателя уровня эксплуатационного содержания $К_Э$ вычисляют на основании результатов оценки фактического уровня содержания дороги за последние 9-12 месяцев. Результаты ежемесячной оценки фактического уровня содержа-

ния, выполняемой комиссией в соответствии с «Руководством», оформляются в виде Акта проверки и содержат оценку фактического уровня содержания на каждом участке дороги с разделением на три уровня: «допустимый», «средний», «высокий».

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

После этого составляется таблица исходных данных и определяется показатель среднего уровня содержания в баллах Б. Форма и пример ее заполнения приведены в таблице 2.22.

Значения балльной оценки переводятся в значения уровня эксплуатационного содержания $К_Э$ по таблице 2.23.

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

Таблица 2.22 - Пример определения среднего уровня фактического содержания дороги (_____) в баллах, Б
название

Участок дороги от км... до км...	Оценка уровня содержания в баллах за предыдущие месяцы												Б
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
от пункта А до пункта В	4	3	5	4	3	4	4	4	4	5	4	5	4,09
от пункта В до пункта С	4	3	4	4	3	3	3	-	2	4	4	4	3,45

Таблица 2.23 - Значения показателя уровня содержания

Наименование показателя	Значение показателя										
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, $К_Э$	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1,0	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10

2.7 Сводные результаты оценки технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог

Общую оценку качества и состояния автомобильной дороги выполняют:

– после завершения работ по диагностике для выявления степени соответствия фактического состояния дороги нормативным требованиям по потребительским свойствам и назначения мероприятий по ремонту или реконструкции дороги;

– после разработки плана мероприятий по ремонту или реконструкции дороги или сети дорог для определения ожидаемого уровня транспортно-эксплуатационного состояния, сравнения его с нормативами и расчета ожидаемой эффективности намеченных мероприятий;

– ежегодно после окончания ремонтно-строительного сезона или сразу после окончания работ по ремонту или реконструкции для оценки фактического состояния и фактической динамики его изменения в результате выполненных работ, а также оценки их эффективности и составления плана дальнейших действий.

Величину обобщенного показателя качества и состояния каждой дороги (участка дороги) (формула 2.1).Степень соответствия фактически обеспеченных всей дорогой транспортно-эксплуатационных показателей или потребительских свойств ($П_Д$) нормативным требованиям оценивают по относительному показателю качества дороги:

$$К_Д = \frac{П_Д}{КП_Н}\cdot, \qquad (2.26)$$

Дорога полностью соответствует нормативным требованиям, когда $К_Д > 1$.

Прирост обобщенного показателя качества дороги вычисляют по формуле:

$$\Delta П_Д = \frac{П_Д^К - П_Д^Н}{П_Д^Н}\cdot 100\%, \qquad (2.27)$$

где $П_Д^Н$ и $П_Д^К$ - обобщенные показатели качества дороги на начало и конец рассматриваемого периода.

Результаты расчетов заносят в карточку оценки качества автомобильной дороги (участка дороги), форма которой приведена в таблице 5.24.

Обобщенный показатель качества и состояния дорожной сети определяют по формуле:

$$П_С = КП_{ФС} \cdot К_{ОБ.С} \cdot К_{Э.С}, \quad (2.28)$$

где $КП_{ФС}$ - значение фактического комплексного показателя состояния сети автомобильных дорог, вычисленное в соответствии с п. 5.1.19;

$К_{ОБ.С}$ - средневзвешенное значение показателя инженерного оборудования и обустройства;

$К_{Э.С}$ - средневзвешенное значение показателя уровня эксплуатационного содержания.

Средневзвешенное значение показателя инженерного оборудования и обустройства сети дорог определяют по формуле:

$$К_{ОБ.С} = \frac{\sum_{i=1}^{n} К_{ОБi} \cdot l_i}{L}, \quad (2.29)$$

где $К_{ОБi}$ - значение показателя инженерного оборудования и обустройства для каждой i-ой дороги;

l_i - длина каждой дороги, км;

L - общая протяженность сети дорог, км;

n - количество дорог.

Средневзвешенное значение показателя уровня эксплуатационного содержания сети дорог определяют по формуле:

$$К_{Э.С} = \frac{\sum_{i=1}^{n} К_{Эi} \cdot l_i}{L}, \qquad (2.30)$$

где $К_{Эi}$ - значение показателя уровня эксплуатационного содержания для каждой i-ой дороги.

Показатель качества и состояния дорожной сети по отношению к нормативным требованиям определяют по формуле:

$$К_{СП} = \frac{П_С}{КП_{НС}}, \qquad (2.31)$$

где $КП_{НС}$ - средняя величина нормативного комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния сети дорог (см. п. 5.3.2).

Сеть дорог полностью соответствует требованиям к качеству, когда $К_{СП} \geq 1$.

Прирост обобщенного показателя качества и состояния дорожной сети вычисляют по формуле:

$$\Delta П_С = \frac{П_С^К - П_С^Н}{П_С^Н} \cdot 100\%. \qquad (2.32)$$

Результаты расчетов заносят в карточку оценки качества сети автомобильных дорог (таблица 2.25). На основании анализа оценки качества и состояния автомобильных дорог и дорожной сети намечают основные пути повышения транспортно-

эксплуатационных свойств дорог, последовательность и очередность выполнения работ по реконструкции, ремонту и содержанию.

Динамика изменения показателей качества дорог во времени характеризует эффективность деятельности дорожных организаций по содержанию и ремонту дорог.

Таблица 2.24 - Карточка оценки качества и состояния автомобильной дороги (участка дороги)

_____

(наименование автомобильной дороги, участка)

протяженность___км, _____ значения

(федер., территор., мест.)

категория дороги _____; тип покрытия _____

Нормативное и предельно допустимое значение комплексного показателя

$КП_Н$ =_____; $КП_П$ = _____.

Дата оценки	Обобщенный показатель качества дороги $П_Д$	Прирост показателя качества $\pm\Delta П_Д$	Протяженность участков с показателем качества меньше нормативного		Протяженность участков с показателем качества меньше предельно допустимого		Подпись ответственного за оценку качества или проверяющего
			км	доля, %	км	доля от общей длины, %	
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 2.25 - Карточка оценки качества и состояния сети автомобильных дорог

_____

(название участка дороги)

протяженностью ___ _____ км.

Нормативное и предельно допустимое значение комплексного показателя $КП_{НС}$ = _____; $КП_{ПС}$ = _____.

Дата оценки	Обобщенный показатель качества дороги $П_С$	Прирост показателя качества $\pm\Delta П_С$	Протяженность участков с показателем качества меньше нормативного		Протяженность участков с показателем качества меньше предельно допустимого		Подпись ответственного за оценку качества или проверяющего
			км	доля, %	км	доля от общей длины, %	
1	2	3	4	5	6	7	8

3 Планирование дорожно-ремонтных работ на основе результатов диагностирования и оценки состояния автомобильных дорог

3.1 Планирование видов и объемов работ на основе анализ фактического состояния дорог

В основу принятия решения должны быть положены результаты диагностирования и оценки состояния дорог, проведенных в соответствии с положениями главы 2. Потребность в реконструкции или ремонте во всех случаях устанавливают путем выявления участков дорог, фактическое состояние которых по каким-либо параметрам и характеристикам не удовлетворяет действующим требованиям к обеспеченной скорости, безопасности движения, пропускной способности, способности пропускать автомобили и автопоезда с разрешенной массой и осевыми нагрузками.

На практике в зависимости от поставленной задачи используют в качестве критерия для определения видов работ комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги, характеризующий потребительские качества дороги, или показатель «индекса соответствия», определяющий очередность дорожно-ремонтных работ на участках, в первую очередь не соответствующих требованиям по безопасности движения.

Метод планирования, основывающийся на обеспеченности комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги, используют для детального анализа состояния дороги и оптимизации плана работ с учетом транспортного эффекта при разных условиях финансирования. Это технико-экономический метод, позволяющий оценить эффективность планируемых работ и степень их влияния на изменение транспортно-эксплуатационного состояния и потребительских качеств дороги.

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 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.

Система показателей эффективности включает:

– интегральный эффект - сумма эффектов за весь период сравнения;

– индекс доходности - отношение суммы эффектов к общей величине единовременных затрат;

– внутренняя норма доходности - представляет собой ту неизменную в течение расчетного периода норму дисконта, при которой сумма эффектов равна сумме единовременных затрат;

– срок окупаемости - такой минимальный интервал времени от начала расчетного периода, за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным.

Интегральный эффект следует выбирать в роли основного критерия, когда важна общая сумма эффекта, получаемая при реализации выбранного решения. Оценка индекса доходности играет важную роль, когда одним из основных критериев выбора является ожидаемая величина эффекта, получаемая на единицу затрат за весь расчетный период. Если важна величина эффекта, получаемая на единицу затрат ежегодно, то определяющее значение будет играть внутренняя норма доходности. В случае, когда важное значение имеет срок, после которого вложенные средства будут иметь отдачу, лучшим будет считаться вариант с наименьшим сроком окупаемости.

В условиях недостаточного финансирования дорожных работ, когда значительная часть эксплуатируемых автомобильных дорог, нуждающихся в восстановительных работах, в течение ряда лет в полном объеме не ремонтируется, наряду с

критерием экономической эффективности допускается использовать «индекс соответствия». Основой данного подхода является классификация выделенных участков дорожной сети с точки зрения их соответствия требованиям обеспечения безопасности движения и другим требованиям, предъявляемым к дороге. При распределении денежных средств соблюдается принцип предоставления преимущества тем участкам дорог, которые находятся в наиболее критическом с точки зрения выбранного критерия состоянии.

3.2 Планирование работ по критерию обеспеченности скорости движения

Для определения потребности в ремонте определяют по фактическим параметрам и показателям транспортно-эксплуатационного состояния дороги значения частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости $К_{РСij}$ и сопоставляют их с нормативными значениями комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния $КП_Н$ (при оценке показателей технического уровня дороги) и с предельно допустимыми его значениями (при оценке показателей эксплуатационного состояния дороги). При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается уточнять потребность в ремонте, обеспечивая фактический комплексный транспортно-эксплуатационный показатель дороги $КП_Ф$ (равный итоговому значению коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РСi}^{ИТОГ}$ и характеризующий потребительские качества дороги) в пределах между нормативными и предельно допустимыми значениями. Эффективность ремонта в этом случае оценивают по изменению потребительских качеств в результате ремонта дороги.

В результате анализа фактических частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости устанавливают параметры и переменные характеристики дороги, которые стали причиной снижения транспортно-эксплуатационного состояния дороги. На участках, где частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости не отвечают предъявляемым требованиям ($К_{РСi} < КП_Н$), намечают, согласно дей-

ствующей классификации, соответствующие виды работ по ремонту и содержанию дороги (таблица 3.1).

Как правило, 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. Если в процессе ремонта или реконструкции дороги не все параметры и характеристики будут доведены до нормативных значений, фактическое состояние дороги будет определяться минимальным значением частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости, соответствующим показателю или характеристике дороги, не доведенных до норматива. В этом случае произойдет только частичное улучшение состояния дороги и средства, затраченные на ремонт или реконструкцию, окажутся израсходованными неэффективно.

При частном коэффициенте обеспеченности расчетной скорости, учитывающем влияние интенсивности и состава движения, $К_{РСЗ} < КП_{Н}$ принятие решения о ремонте или реконструкции дороги осуществляют только после оценки возможности доведения значения $К_{РСЗ}$ до нормативных величин за счет осуществления более экономичных работ. Прежде всего, проверяют возможность увеличения $К_{РСЗ}$ за счет очистки от загрязнения фактически используемой для движения ширины укрепленной поверхности. Ширину зоны загрязнения оценивают в соответствии с п. 2.4. по величине коэффициента использования ширины основной укрепленной поверхности (таблица 2.2).

Таблица 3.1.- Виды дорожных работ в зависимости от частных коэффициентов $К_{РСi}$

Частный коэффициент $К_{РСi}$	Учет влияния	Вид дорожно-ремонтных работ при $К_{РСi} < КП_Н$
$К_{РС2}$	Ширины и состояния обочин	Укрепление обочин
$К_{РС3}$	Интенсивности и состава движения, ширины фактически используемой укрепленной поверхности покрытия	Уширение проезжей части, устройство укрепительных полос, укрепление обочин, уширение мостов и путепроводов
$К_{РС4}$	Продольного уклона и видимости поверхности дороги	Смягчение продольного уклона, увеличение видимости
$К_{РС5}$	Радиуса кривых в плане	Увеличение радиусов кривых, устройство виражей, спрямление участка
$К_{РС6}$	Продольной ровности покрытия	Устройство выравнивающего слоя с поверхностной обработкой или восстановление верхнего слоя методами термопрофилирования и регенерации (ремонт покрытия при $Е_Ф \geq Е_{ТР}$). Ремонт (усиление) дорожной одежды при $Е_Ф < Е_{ТР}$
$К_{РС7}$	Сцепных качеств покрытия	Устройство шероховатой поверхности методом поверхностной обработки, втапливания щебня, укладки верхнего слоя из многощебенистого асфальтобетона
$К_{РС9}$	Поперечной ровности покрытия (колеи)	Ликвидация колеи методами перекрытия, заполнения, фрезерования
$К_{РС10}$	Безопасности движения	Мероприятия по повышению безопасности движения на опасных участках
Примечания 1. $К_{РС1}$ и $К_{РС8}$ учитывается при оценке состояния дороги соответственно по $К_{РС3}$ и $К_{РС6}$. 2. $Е_Ф$ и $Е_{ТР}$ - соответственно фактический и требуемый модули упругости дорожной одежды и земляного полотна		

Данную проверку не проводят только для случая укрепления обочин материалами с использованием органических и неорганических вяжущих. Если в результате коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС3}$ 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 крае-

вых укрепительных полос, укрепления обочин и уширения проезжей части автомобильной дороги с соответствующим пересчетом значения $К_{РС3}$ для оценки эффективности ремонта.

Для случая, когда на участке дороги не удовлетворяют требованиям два или более факторов ($К_{РСi} < КП_{Н}$), для назначения вида дорожных работ руководствуются таблицей 3.2. Таблица позволяет оценить, насколько вышеуказанные виды работ способны изменить значения влияющих частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости $К_{РСi}$ или довести их значения до нормативных требований, т.е. фактически устранить их действие и не требовать выполнения по ним соответствующих ремонтных работ.

Например, если на рассматриваемом участке дороги не удовлетворяет требованиям дорожная одежда по прочности, покрытие по скользкости и продольный уклон дороги (частные коэффициенты $К_{РС8}$, $К_{РС8}$ и $К_{РС4}$), то с учетом таблицы 3.2 рассматривают возможность капитального ремонта или частичной реконструкции участка дороги (смягчение продольного уклона).

Если на участке не отвечают требованиям коэффициенты обеспеченности расчетной скорости $К_{РС2}$, $К_{РС6}$, $К_{РС8}$ и $К_{РС10}$, то на участке проводят укрепление обочин ($К_{РС2}$) и усиление дорожной одежды ($К_{РС8}$). Влияние $К_{РС6}$ устраняется в результате проведения работ по усилению дорожной одежды. По коэффициенту $К_{РС10}$ вид работ по ремонту дороги не определяют. Этим фактором учитывается влияние проводимых дорожных работ на изменение скорости движения транспортных средств и улучшение условий по безопасности движения.

Частичное повышение показателей коэффициентов обеспеченности расчетной скорости определяют с использованием зависимостей (см. примечание к таблице 3.2), полученных в результате статистической обработки данных о режимах движения автомобилей при разных состояниях дорожного покрытия.

Таблица 3.2 - Влияние дорожно-ремонтных работ на изменение коэффициента $К_{РСij}$

$К_{РСij}$, определяющий вид ремонта	Влияние ремонта на частные коэффициенты $К_{РСi}$ при совместном действии факторов на участке дороги: • - устранение влияния; + - частичное повышение показателя								
(см. таблицу 3.1)	$К_{РС2}$	$К_{РС3}$	$К_{РС4}$	$К_{РС5}$	$К_{РС6}$	$К_{РС7}$	$К_{РС8}$	$К_{РС9}$	$К_{РС10}$
$К_{РС2}$		+	+	+		+			+
$К_{РС3}$	•		•	•	•	•	•	•	•
$К_{РС4}$	•			•	•	•	•	•	•
$К_{РС5}$	•		•		•	•	•	•	•
$К_{РС6}$						•	+	•	+
$К_{РС7}$			+	+	+				+
$К_{РС8}$					•	•		•	+
$К_{РС9}$									•
Примечания $К_{РСi}$ - исходные значения ($К_{РСi} < КП_{Н}$); $К_{РС}$* - значения показателя, повышенные в результате ремонта.									

При ремонте по $К_{РС2}$:

$$К_{РС3}* = К_{РС3} + \Delta К_{РС3};\ К_{РС4}* = К_{РС4} \cdot \Delta К_{РС4};$$

$$К_{РС5}* = К_{РС5} \cdot \Delta К_{РС5};\ К_{РС7}* = К_{РС7} \cdot \Delta К_{РС7};\ К_{РС10}* = К_{РС10} \cdot \Delta К_{РС10};$$

при ремонте по $К_{РС6}$: $К_{РС8}* = 1{,}05 \cdot К_{РС8};\ К_{РС10}* = 1{,}7 \cdot К_{РС10}$

при ремонте по $К_{РС7}$: $К_{РС10}* = 1{,}15 \cdot К_{РС10};\ К_{РС4...6}* = 1{,}15 \cdot К_{РС4\text{-}6};$

при ремонте по $К_{РС8}$: $К_{РС10}* = 1{,}7 \cdot К_{РС10}$

Значения $\Delta К_{РС}$ приведены в таблицах 3.3 и 3.4

Таблица 3.3 - Значения $\Delta К_{РС}$ в зависимости от категорий дорог

Тип укрепления обочин	$\Delta К_{РС3}$ 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, обработка вяжущим	0,12	0,15	0,42	0,47

Таблица 3.4 - Величины поправок к $К_{РСi}$

Тип укрепления обочин	Величины поправок к $К_{РСi}$			
	$\Delta К_{РС4}$	$\Delta К_{РС5}$	$\Delta К_{РС7}$	$\Delta К_{РС10}$
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, обработка вяжущим	1,11	1,12	1,15	1,15

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

Помимо уровня безопасности дорожного движения, критериями распределения выделенных денежных средств на реконструкцию и ремонт автомобильных дорог могут выступать: дефектность дорожной одежды, коэффициент прочности дорожной конструкции, показатели ровности и сцепных свойств дорожного покрытия. Распределение выделенных денежных средств может осуществляться по каждому критерию отдельно, либо по комбинации перечисленных критериев. Все участки дорог разбиваются на группы в зависимости от значения выбранного критерия. Каждой группе присваивается соответствующий ранг.

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.

При использовании в качестве основного критерия уровня безопасности дорожного движения анализируют фактические данные о ДТП, происшедших за последние три года. Устанавливают адреса участков с различной степенью опасности по условиям движения автотранспортных средств. Все объекты разбивают на группы исходя из степени опасности. При определении очередности ремонтных работ руководствуются таблицей 3.5, с использованием которой может быть установлен средневзвешенный показатель очередности ремонтных работ.

Таблица 3.5 - Очередность ремонтных работ в зависимости от состояния участка по условиям безопасности дорожного движения

Очередность ремонтных работ	Состояние участка по условиям безопасности дорожного движения	Показатель очередности и состояния участка
Первая	Очень опасные или опасные и с неудовлетворительным коэффициентом сцепления	0
Вторая	Очень опасные или опасные и с неудовлетворительной ровностью, или (и) отсутствием виража, или (и) с неукрепленной обочиной	1
Третья	Малоопасные и неопасные и с неудовлетворительным коэффициентом сцепления	2
Четвертая	Малоопасные и неопасные и с неудовлетворительной ровностью или (и) отсутствием виража, или (и) с неукрепленной обочиной	3
Пятая	Остальные участки, нуждающиеся в ремонте	4
Примечание - Участкам, не требующим ремонта, присваивается показатель очередности или состояния, равный 5.		

При отсутствии средств на реконструкцию дорог и ограниченных финансовых ресурсах на ремонт выполнение работ по реконструкции дорог не предусматривают, а ремонтные работы планируют только на участках с показателями очередности (а следовательно, и оценкой состояния) 0, 1 и 2. Если после этого часть выделенных средств остается неиспользованной, то их направляют на ремонт участков с показателем очередности 3.

Если по результатам оценки состояния дорог выявлены участки с повышенной опасностью для дорожного движения, при том, что их транспортно-

эксплуатационное состояние отвечает действующим требованиям, следует провести дополнительный анализ для назначения необходимых мероприятий. В качестве временной меры на таких участках предусматривают улучшение организации движения: ограничение скорости движения, запрещение обгонов и др.

Все другие участки с недостатками дорожных условий рассматривают только после тех, которые характеризуются повышенной аварийностью.

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.

При формировании программы «Максимум» учитывают полную потребность в работах по реконструкции и ремонту дорог, реализация которых позволила бы полностью удовлетворить «индекс соответствия».

3.4 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, руководствуясь рекомендациями, приведенными в п.п. 3.1-3.3.

Если выделенные ресурсы соответствуют рассчитанной потребности, то эту программу принимают к исполнению. Если выделенных средств оказывается недостаточно, то намеченные объемы работ пересматривают, сокращая в первую очередь работы по реконструкции, занимающие последние места ранжированного ряда. При этом участки дорог, нуждающиеся в реконструкции, но не вошедшие в программу работ, рассматривают при уточнении программы ремонтов.

При недостатке денежных средств на минимально необходимые ремонтные работы используют принцип замены основных видов работ на альтернативные, более дешевые виды, позволяющие поддержать соответствующие участки дорог в работоспособном состоянии.

Чаще всего к альтернативным видам работ относятся: поверхностная обработка покрытия, устройство тонких защитных слоев и слоев износа из холодных эмульсионно-минеральных смесей.

4 Порядок определения средней скорости транспортного потока

Важным показателем степени соответствия качества и состояния дороги сложившейся интенсивности и составу является средняя скорость транспортного потока.

Оценку потребительских свойств дороги выполняют применительно к ее характерному состоянию в расчетных по условиям движения осенне-весенний период года при влажной или мокрой поверхности дороги.

Скорость движения транспортного потока, наблюдаемая в этих условиях, условно принята за среднегодовую, поскольку в летний период при благоприятных условиях погоды скорость движения может быть выше, чем в осенне-весенний, а в зимний период из-за наличия скользкости, снежных отложений и других неблагоприятных факторов скорость движения может быть значительно ниже, чем в осенне-весенний.

Более точно среднегодовая скорость движения может быть определена после оценки состояния дороги в летний, осенне-весенний и зимний периоды года, методика выполнения которой в данной работе не рассматривается.

В общем виде среднюю скорость транспортного потока на каждом характерном участке дороги определяют по формуле:

$$V_{Пi} = V_{Ф.МАХ} - t \cdot \sigma_V - \Delta V, \text{ км/ч}, \qquad (4.1)$$

где $V_{Ф.МАХ} = 120 \cdot К_{РС}^{ИТОГ}$ - фактическая обеспеченная дорогой при данном ее состоянии максимально возможная безопасная скорость движения одиночного автомобиля, км/ч;

t - функция доверительной вероятности; принимают t = 1,04 для доверительной вероятности 85 %;

σ_V - среднеквадратическое отклонение скорости движения свободного транспортного потока, км/ч;

ΔV - показатель, учитывающий влияние интенсивности и состава транспортного потока на скорость движения, км/ч.

Практический расчет средней скорости транспортного потока на каждом характерном участке ведут с использованием данных линейного графика транспортно-эксплуатационного состояния в такой последовательности:

1) за характерные принимают участки, на протяжении которых все основные элементы, параметры и характеристики дороги сохраняют одни и те же размеры, величины и значения. На всем протяжении этого участка комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния ($КП_{Дi}$) имеет одну и ту же величину, ограниченную одним и тем же параметром или характеристикой дороги.

Порядок выделения характерных участков изложен в разделе 5;

2) на каждом характерном участке определяют значения фактически обеспеченной максимальной скорости движения

$$V_{Ф.МАХ} = 120 \cdot К_{РС}^{ИТОГ} = 120 \cdot КП_{Дi}, \text{ км/ч}, \quad (4.2)$$

где $КП_{Дi} = К_{РС}^{ИТОГ}$ - комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Принимают по линейному графику оценки транспортно-эксплуатационного состояния;

3) определяют значения, учитывающие уровень доверительной вероятности и разброс скоростей движения в транспортном потоке (таблицы 4.1 и 4.2);

4) определяют величину снижения скорости за счет влияния интенсивности и состава движения:

$$\Delta V = 120 \cdot \Delta К_{РС1} \quad (4.3)$$

Значения $\Delta К_{РС1}$ принимают по таблице 2.7, исходя из фактической интенсивности и состава движения на каждом участке дороги;

5) определяют величину средней скорости транспортного потока на каждом характерном участке дороги по формуле (4.1).

При этом необходимо учитывать, что при определении $К_{РС3}$ значение $\Delta К_{РС1}$ уже было учтено. Поэтому, если на данном участке величина $КП_{Дi} = К_{РС}^{ИТОГ} = К_{РС3}$, то значение средней скорости транспортного потока определяют по формуле:

$$V_{Пi} = V_{Ф.МАХ} - t \cdot \sigma_V, \text{ км/ч.} \quad (4.4)$$

В тех случаях, когда минимальное значение на данном участке имеет любой другой частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости, принятый за $КП_{Дi} = К_{РС}^{ИТОГ}$, расчет ведется по формуле 4.1.

Средневзвешенную скорость транспортного потока по всей дороге определяют по формуле:

$$V_П = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_{Пi} \cdot l_i}{L}, \text{ км/ч,} \quad (4.5)$$

где $V_{Пi}$ - средняя скорость транспортного потока на каждом характерном участке дороги, км/ч;

l_i - протяженность каждого характерного участка, км;

n - количество характерных участков;

L - длина дороги, км.

При необходимости определения кроме средней скорости транспортного потока средней скорости отдельно легковых и грузовых автомобилей пользуются следующими эмпирическими соотношениями:

$$V_Л = (1{,}30 - 1{,}40) \cdot V_{Пi}, \text{ км/ч,} \quad (4.6)$$

$$V_Г = (0{,}90 - 0{,}92) \cdot V_{Пi}, \text{ км/ч}, \quad (4.7)$$

где $V_Л$ и $V_Г$ - средние скорости легковых и грузовых автомобилей соответственно, км/ч.

Таблица 4.1- Значения $t \cdot \sigma_V$ для двухполосных дорог

Значения $V_{Ф.МАХ}$, км/ч	Значения $t \cdot \sigma_V$ при доле грузовых автомобилей и автобусов β,равном				
	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
20	4,3	4,0	4,0	3,8	3,7
30	5,0	4,6	4,5	4,2	4,1
40	6,1	5,3	5,1	4,8	4,6
50	7,5	6,2	6,0	5,5	5,2
60	9,2	7,3	7,0	6,4	6,0
70	11,3	8,7	8,2	7,5	7,0
80	13,6	10,3	9,6	8,8	8,1
90	16,3	12,1	11,2	10,2	9,0
100	19,2	14,0	13,0	11,8	10,7
110	22,5	16,2	15,0	13,5	12,2
120	26,1	18,6	17,1	15,4	13,9
130	30,0	21,2	19,4	17,5	15,7

Таблица 4.2 - Значения $t \cdot \sigma_V$ для многополосных дорог

Значения $V_{Ф.МАХ}$, км/ч	Значения $t \cdot \sigma_V$ в зависимости от местоположения полос движения, км/ч		
	правая крайняя	средние полосы	левая крайняя
1	2	3	4
20	1,6	1,5	1,4
30	1,7	1,6	1,5
40	2,5	1,7	1,6
50	3,2	2,5	1,8
60	4,6	3,3	2,6
70	6,5	4,1	3,3
80	8,2	5,9	4,3
90	9,9	7,7	5,7
100	12,3	9,8	7,0
110	14,8	11,5	8,8
120	17,9	13,6	10,5
130	20,5	16,4	12,3
140	23,1	18,7	13,3
150	26,2	21,3	15,6

5 Расчет объемов снегопереноса и объемов снега, подлежащего уборке

5.1 Расчет объемов снегопереноса

5.1.1 Климатическая характеристика района

В первую очередь определяется климатическая зона рассматриваемой автомобильной дороги, указывается тип климата, продолжительность снежного покрова (количество суток), время прекращения весенних заморозков и начало осенних, среднемесячная температура воздуха, количество осадков, преобладающие ветра (таблица 5.1.).

Таблица 5.1 - Погодно-климатические характеристики

Наименование показателя	Значение показателя по месяцам											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднедекадная температура воздуха, °С												
Среднемесячная температура поверхности почвы												
Среднедекадное количество осадков, мм												
Число дней с осадками более 5 мм												

Даты перехода суточных температур через 0 °С, 5 °С, 10 °С, 15 °С и безморозный период представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Даты перехода суточных температур через определенные границы

Наименование показателя	Значение показателя			
	0	5	10	15
Дата перехода				
Количество дней				

По климатическим справочникам определяются следующие величины:

- максимальное среднегодовое количество осадков (мм);
- минимальное среднегодовое количество осадков (мм);
- среднее количество осадков за год (мм);
- максимальное количество осадков выпадающих в течение одних суток,(мм);
- средняя величина снежного покрова (см);
- максимальная величина снежного покрова (см);
- минимальная величина снежного покрова (см),
- направление ветров зимой (см.таблицу 5.3).

Таблица 5.3 - Ветры зимой

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
XII									
I									
II									
итого									

Строится роза ветров. По осям С, СВ, В, ЮВ, Ю,ЮЗ,З,СЗ откладывается значения количества ветров за рассматриваемый период (декабрь-февраль).

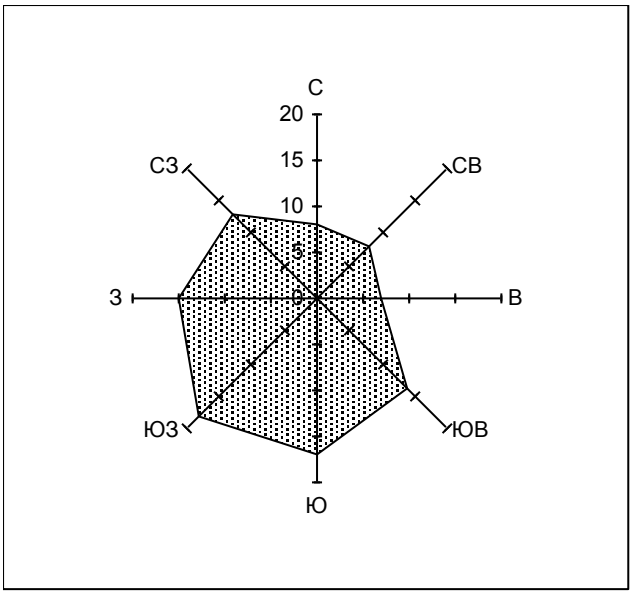


Рисунок 5.1 - Роза ветров



Рисунок 5.2 - Схема автомобильной дороги

Существуют следующие виды снежнометелевых явлений: снегопад, верховая метель и низовая метель. Количество снега, поступающего от метелей, необходимо определять расчетом.

Существует 2 метода определения объема снегопереноса:

– метод балансов. Учитывает существующий в периоде баланс твердых осадков;

– метод расходов. Определяет расход снега, поступившего за всю зиму с обеих сторон дороги от всех метелей разных направлений и разной продолжительностью. В данном методе используется твердый расход метели и определяется:

$$Q = 0{,}08 \cdot (V_ф - 5)^3, \text{ г/м с}, \qquad (5.1)$$

где $V_ф$ – скорость ветра на флюгере.

Объем снегопереноса (W_n) - количества снега, проносящегося над дорогой, на единицу длины дороги.

Объем снегопереноса (W) - количество снега, задерживающегося на единицу длины дороги. Рассчитывается по твердому расходу. При этом учитываются все метели разных градаций скорости и разных направлений. Для этого необходимо знать румб метелевого ветра, скорость ветра и его продолжительность.

$$W = W_n \cdot \sin\alpha, \qquad (5.2)$$

где $\sin\alpha$ – угол наклона метелевого ветра по отношению к оси дороги.

Снегопринос - объем снега, приносимого на погонную длину 1м дороги в единицу времени. Он зависит от размеров бассейна снегоприноса, ориентации дороги относительно направления преобладающих ветров, толщины снежного покрова, плотности, температуры и влажности снега, силы ветра и других факторов.

Объем снегоприноса определяется по участкам:

$$W_п = \frac{\xi * \sin\alpha}{\rho_c * (\frac{1}{L} + \frac{1}{L_э})} * W_a , \qquad (5.3)$$

где $W_П$ - объем снегоприноса , $м^3$ / м;

ξ - коэффициент сдувания твердых осадков, ξ=0,5;

α - угол между направлением господствующего ветра и направлением рассматриваемого участка дороги;

ρ_c - плотность снега, ρ_c = 0.4 $т/м^3$;

L - путь, который проходит метель от границы бассейна до дороги, L=∞;

W_a - общее число твердых осадков за зиму, W_a=122 мм.

Примечания

1. Не учитываются метели со скоростью меньше 8 м/с;
2. Не учитываются метели при положительной температуре;
3. Не учитываются метели, направленные к оси дороги под углом меньше 10 градусов.

Поучастковый расчет сведем в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 - Определение объема снегоприноса

№ участка	Ветер	Дорога	Расчет	$W_п$, $м^3/м$

5.2 Расчет объемов снега, подлежащего уборке

Расчет объемов снега, подлежащего уборке, определяется по формуле:

$$W_{общ} = \sum W \cdot \sin\alpha \cdot l_j \cdot К_{влj}, \quad (5.4)$$

где $К_{вл}$ - коэффициент влияния, учитывающий местные условия отложения снега (1,0-2,5);

l_j - протяженность участка, м.

6 Расчет потребности в снегоуборочной технике

При очистке дорог от снега производятся следующие мероприятия: патрульная снегоочистка, уборка валов и ликвидация снежных валов.

Патрульная снегоочистка. Целью патрульной снегоочистки является не допустить образование на проезжей части слоя рыхлого снега свыше допустимого. Темп снегоочистки идет таким образом, чтобы не образовался снежный накат. Большое значение имеет дальность выброски снега.

Таблица 6.1 - Техническая характеристика плужных снегоочистителей

Показатели	КДМ – 130Б	КО-002	КО-703
Ширина захвата, м	2,5	2,7	2,7
Рабочая скорость, км/ч	30	20	25

По таблице 6.1 выбираем плужный снегоочиститель КО-703.

Расчет производительности снегоочистителя определяется по формуле:

$$П^{м2} = (в_{зах} - Δв) \cdot V_{раб} \cdot 1000 К_в \cdot К_с \cdot Т, \text{ м}^2/\text{см}, \quad (6.1)$$

$$П^{м3} = П^{м2} \cdot h_{доп}, \text{ м}^3/\text{см}, \quad (6.2)$$

где $в_{зах}$ - ширина очищаемой полосы, м;

Δв - ширина перекрытия, 0,3 м;

$V_{раб}$ - рабочая скорость снегоочистителя;

$К_в$ - коэффициент использования рабочего времени, 0,85-0,95;

$К_с$ - коэффициент состояния техники, для б/у – 0,6; для новой – 1;

Т - продолжительность смены, 8 ч;

$h_{доп}$ - допустимая толщина рыхлого снега, III, IV категории дороги , 50 мм.

Расчет потребного количества машиносмен определяется по формуле:

$$N_{м\text{-}см} = W^{уб}/П^{м3}, \quad (6.3)$$

$$W^{уб} = W^{лев} + W^{пр} + W^{сн}, \quad (6.4)$$

$$W^{сн} = B \cdot L \cdot h^{сн}_{стат}, \quad (6.5)$$

где $W^{уб}$ - количество снега, подлежащего уборке, $м^3$;

$W^{лев}$ - количество снега с левой стороны дороги, 56912,72 $м^3$;

$W^{пр}$ - количество снега с правой стороны дороги, 20438,24 $м^3$;

$W^{сн}$ - количество снега, подлежащего уборке от снегопада, $м^3$;

$h^{сн}_{стат}$ - статистическая толщина снега, для Оренбургской области 210-260 мм;

B - ширина зем. полотна, 12 м;

L - длина дороги, 2450 м.

Выбор технологической схемы патрульной снегоочистки.

Существует две технологические схемы патрульной снегоочистки:

– при низкой интенсивности движения и небольшом снегопаде. Патрульная снегоочистка начинается сначала снегопада;

– при большой интенсивности движения и интенсивном снегопаде (интенсивность снегопада 4-5 мм/ч). В данном случае после начала снегопада делается пауза 15-30 мин. После этого производится посыпка солью или пескосоляной смесью. Затем делается еще одна пауза 2-3 ч., необходимая для того, чтобы соль прореагировала. Затем производят патрульную снегоочистку с посыпкой пескосоляной смесью.

Уборка снежных валов.

Для уборки снежных валов применяются роторные, шнекороторные снегоочистители, а также лаповые погрузчики.

Таблица 6.2 - Техническая характеристика роторных снегоочистителей

Показатели	ДЭ-210А	ДЭ-211	ДЭ-220А
Рабочая скорость, км/ч	до 6	До 6	до 5
Высота убираемого слоя, м	1.3	1.5	1.3
Ширина захвата, м	2.56	2.81	2.53

По таблице 6.2. выбираем роторный снегоочиститель ДЭ-211.

Расчет производительности снегоочистителя:

$$П = в_{зах} \cdot h_{раб} \cdot V_{раб} \cdot 1000 К_в \cdot К_с \cdot Т, м^3/см. \quad (6.6)$$

Расчет потребного количества маш-см:

$$N_{м\text{-}см} = (W^{уб}/П) \cdot 0.5 \quad (6.7)$$

7 Пример оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог и планирования дорожно-ремонтных работ

Для рассмотрения примера разработки и построения линейных графиков транспортно-эксплуатационного состояния и обобщенного показателя качества дороги выбран участок автомобильной дороги без установленной фактической категории протяженностью 5 км (с 264 км по 269 км).

Работы по составлению графиков включают четыре этапа:

1. Сбор объективной информации о параметрах и характеристиках автомобильной дороги, элементах инженерного оборудования и обустройства, а также качества содержания с занесением необходимой информации на линейный график.

2. Определение и занесение на график значений частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости, показателя инженерного оборудования и обустройства и показателя уровня содержания.

3. Построение линейного графика транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

4. Расчет и построение линейного графика обобщенного показателя качества дороги.

также рассчитываются:

- объемы снегопереноса и объемов снега, подлежащего уборке;
- потребности в снегоуборочной технике.

7.1 Сбор и оформление полученной информации

Работу по сбору информации начинают с установления номера и титула дороги с указанием района ее расположения, дорожного органа управления и обслужи-

вающей организации (таблица 7.1). В данном случае фактическая категория неизвестна. В соответствии с п.1 определение категории дороги оставляем до получения информации о фактической ширине основной укрепленной поверхности, на что указывает наличие краевых укрепленных полос. Студенту необходимо заполнить графы 1-23 «Линейного графика оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги» в соответствии с выбранным участком дороги. Эти данные являются исходными для выполнения курсовой работы.

Таблица 7.1 - Общие данные об участке дороги № 12/56 в Оренбургской обл. (II ДКЗ), обслуживаемой ДРСУ 2

Адрес участка, км + ...		Фактическая категория дороги	Количество полос	Рельеф местности
начало	конец			
264,000	269,000	?	2	равнинный

Так как Паспорт на дорогу и другие рабочие чертежи в обслуживающей организации отсутствовали, измерение параметров и характеристик продольного и поперечного профилей и плана выполняли инструментально с использованием передвижной лаборатории. Измерению подлежали продольные уклоны, радиусы кривых в плане и поперечные уклоны виражей (таблицы 7.2-7.3).

Таблица 7.2 -Ведомость продольных уклонов

Адрес начала микроучастка, км + ...	Продольный уклон, ‰
264,000	20
264,380	-10
264,750	30
265,320	-20
265,660	0
265,990	-20
266,540	-30
266,820	-60
267,110	-10
267,450	0
267,900	-40
268,230	30
268,670	-10

Таблица 7.3 - Ведомость радиусов кривых в плане и виражей

Адрес микроучастка, км + ...		Радиус кривой, м	Поперечный уклон виража, ‰
начало	конец		
265,480	265,960	1290	0
267,140	267,520	2870	0

Определение расстояния видимости произведено непосредственным наблюдением на участке дороги и результаты занесены в ведомость (таблица 7.4).

Таблица 7.4 - Ведомость расстояний видимости (на остальном протяжении расстояние видимости более 300 м)

Адрес микроучастка, км + ...		Расстояние видимости, м
начало	конец	
264,800	265,380	200
267,460	267,690	250
268,440	268,590	150

В графе «Ситуация» на линейном графике приводят информацию о ситуации в полосе отвода: ландшафт, пересечения с автомобильными и железными дорогами, реками, примыкания, населенные пункты, службы сервиса, автобусные остановки, съезды к площадкам отдыха, расположенным за пределами полосы отвода.

Ширину проезжей части и обочин, разделяя краевые укрепленные полосы, укрепленную часть обочины, неукрепленную часть обочин, габарит моста и высоту борта измеряли с использованием ручного инструмента (таблицы 7.5-7.7). В расчет для оценки принимаем наименьшую ширину обочин (микроучасток 268,000-269,000 км), а при равной ширине - с наименьшей шириной краевой укрепленной полосы (остальные микроучастки).

Т.к. ширина основной укрепленной поверхности составляет более 9,0 м, а на микроучастке без наличия краевых укрепленных полос более 7,4 м, то весь обследуемый участок дороги следует отнести ко II категории. Это укажем в таблице 7.1 (вместо значка «?»).

Таблица 7.5 - Ведомость ширины проезжей части, типа покрытия, краевых укрепленных полос и основной укрепленной поверхности

Адрес начала микроучастка, км + ...	Ширина проезжей части $B_П$ (Г), м	Тип покрытия	Ширина краевых укрепленных полос $a_У$, м		Ширина основной укрепленной поверхности B_1 (Г), м
			слева	справа	
264,000	7,7	а/б	0,75	0,85	9,3
265,000	7,7	а/б	0,75	0,85	9,3
266,000	7,7	а/б	0,75	0,85	9,3
266,320	(12,0)	а/б	-	-	12,0
266,510	7,4	а/б	1,0	0,80	9,2
267,430	7,5	а/б	-	-	7,5
268,000	7,7	а/б	0,75	0,85	9,3

Таблица 7.6 - Ведомость характеристики обочин

Адрес начала микроучастка, км + ...	Ширина обочины $B_{ОБ}$, м	Тип укрепления и его ширина, м			
		А/б, ц/б, укрепл. вяжущим	Щебень, гравий	Засев трав	Не укрепленные
264,000	3,75	0,75	-	3,0	-
265,000	3,75	0,75	-	-	3,0
266,000	3,75	0,75	-	3,0	-
266,510	3,50	0,80	2,70	-	-
267,430	3,50	-	-	3,50	-
268,000	3,50	0,85	-	2,65	-

Таблица 7.7 - Ведомость высоты бордюра на искусственных сооружениях

Адрес микроучастка, км + ...		Высота бордюра, м
начала	конца	0,20
266,320	266,510	

Значительный объем представляет информация о показателях состояния дорожной одежды и покрытия.

Ровность покрытия в продольном направлении измеряли с помощью ПКРС-2У согласно ГОСТ 30412-96 «Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий». В ведомости приведены максимальные значения показателя ровности на каждом километре (таблица 7.8).

Коэффициент сцепления колеса автомобиля с поверхностью покрытия определяли также установкой ПКРС-2У по ГОСТ 30413-96 «Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления». Измерения выполняли шиной с неизношенным протектором с фиксированием температуры воздуха. В ведомости приведены минимальные значения коэффициента сцепления на каждом километре (таблица 7.9).

Таблица 7.8 - Ведомость показателя ровности в продольном направлении прибором ПКРС-2У

Адрес начала микроучастка, км + ...	Показания прибора, см/км
264,000	340
265,000	640
266,000	395
267,000	480
268,000	850

Таблица 7.9 - Ведомость коэффициентов сцепления

Адрес начала микроучастка, км + ...	Коэффициент сцепления
264,000	0,44
265,000	0,36
266,000	0,29
267,000	0,26
268,000	0,40

Устанавливали конструкцию дорожной одежды отбором кернов по всей толщине, ее тип (таблица 7.10), а также вид, расположение и характеристику дефектов.

По результатам дефектной ведомости в соответствии с вышеизложенной методикой, с помощью таблицы 3.16 рассчитали средневзвешенный балл состояния дорожной одежды $Б_{СР}$, а по формуле 3.18 - средневзвешенный показатель $\rho_{СР}$. Результатами расчета заполняем ведомость (таблица 7.11).

Участок расположения моста из рассмотрения исключали.

Таблица 7.10 - Ведомость характеристики конструкции дорожной одежды

Материал слоя дорожной одежды и его характеристика	Толщина слоя, см	Тип дорожной одежды
а/б мелкозернистый, тип Б, плотный	6	Капитальный
а/б крупнозернистый, пористый	11	
щебень осадочный, заклинкой	18	
песок мелкий	30	
грунт земляного полотна	Суглинок легкий непылеватый	

Таблица 7.11 - Ведомость состояния покрытия и прочности дорожной одежды

Адрес начала микроучастка, км + ...	Балл состояния дорожной одежды $Б_{СР}$	Средневзвешенный показатель $\rho_{СР}$
264,000	5,0	1,0
265,000	3,7	0,79
266,000	4,2	0,88
267,000	2,4	0,64
268,000	4,5	0,90

Ровность покрытия в поперечном направлении (колейность) измеряли, руководствуясь методикой ОДМ «Методика измерения и оценки эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи», 2-метровой рейкой. Работы выполняли путем приложения рейки на выпоры колеи (упрощенный метод), со взятием отсчета по вертикали между нижней опорной гранью рейки и дном колеи (таблица 7.12).

Участок расположения моста из рассмотрения исключаем.

Таблица 7.12- Ведомость параметра ровности в поперечном направлении (колеи) . Метод измерения - упрощенный

Адрес начала микроучастка, км + ...	Глубина колеи, мм
264,000	2
264,400	4
265,100	10
265,550	8
266,200	0
267,150	26
268,000	17

Сведения о ДТП на каждом километре участка автомобильной дороги были получены по данным ГИБДД за последние три года (таблица 7.13).

Таблица 7.13 - Ведомость наличия ДТП

Адрес начала микроучастка, км + ...	Количество ДТП
264,000	0
265,000	2
266,000	0
267,000	1
268,000	1

Сбор данных о характеристиках транспортного потока включал определение интенсивности движения на каждом микроучастке между пересечениями и примыканиями с другими автомобильными дорогами. В данном случае результаты замера движения показали расхождение в пределах 15-20 % по всем основным параметрам транспортного потока. Поэтому весь участок является характерным. При этом выделяли доли легковых и грузовых автомобилей, а также автобусов (таблица 7.14).

Таблица 7.14 - Ведомость характеристик транспортного потока

Адрес начала микроучастка, км + ...	Среднегодовая интенсивность движения, авт./сут	Доля автомобильного парка, % (количество)		
		легковые	грузовые	автобусы
264,000	6421	73 (4687)	26 (1670)	1 (64)

При учете грузовой составляющей транспортные средства делят по грузоподъемности (таблица 7.15).

Таблица 7.15 - Ведомость состава и интенсивности грузового движения

Тип автомобилей	Количество транспортных средств
легкие, 1-2 т	551
средние, 2-5 т	434
тяжелые, 5-8 т	184
очень тяжелые, более 8 т	284
с прицепами и полуприцепами	217
	Всего: 1670

Обследуемая дорога удовлетворяет требованиям по интенсивности движения дороге II категории.

Уровень эксплуатационного содержания по данным оценки за последние 10 месяцев представлен в таблице 7.16.

Таблица 7.16 - Ведомость оценки уровня эксплуатационного содержания (высокий - в; средний - с; допустимый - д)

Наименование показателя	Значение показателя									
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Уровень содержания	с	в	в	с	с	д	с	с	в	с

7.2 Обработка полученной информации для определения комплексного показателя состояния участка дороги

Работу по оценке качества данного участка дороги начинаем с определения величины нормативного и предельно допустимого комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния (они же величины нормативного и предельно допустимого обобщенного показателя качества). Определение частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости проводим с округлением до 0,01 при необходимости интерполяцией по интервалам значений.

По таблице 2.1 устанавливаем, что для участка дороги II категории в равнинной местности $КП_Н = 1,0$ и $КП_П = 0,75$.

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС1}$, учитывающий ширину основной укрепленной поверхности и ширину габарита моста, определяем в соответствии с п. 2.4. Расчет фактически используемой для движения ширины основной укрепленной поверхности проводим по формулам 2.11-2.13. Ширину основной укрепленной поверхности берем из таблицы 7.5. Коэффициент $К_У$ нахо-

дим по таблице 2.2, значения $К_{РС1}$ - по таблице 2.3 в диапазоне интенсивности 3600-10000. Результаты расчета заносим в таблицу 7.17.

Таблица 7.17 - Ведомость результатов определения $К_{РС1}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	$В_1$ ($В_П$), м	$К_У$	Г, м	$h_Б$, м	$В_{1Ф}$, м	$К_{РС1}$
264,000	9,3	0,96	-	-	8,9	1,18
265,000	9,3	0,95	-	-	8,8	1,16
266,000	9,3	0,96	-	-	8,9	1,18
266,320	-	-	12,0	0,2	11,4	1,30
266,510	9,2	0,98	-	-	9,0	1,20
267,430	(7,5)	0,96	-	-	7,2	0,80
268,000	9,3	0,96	-	-	8,9	1,18

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС2}$, учитывающий влияние ширины и состояния обочин, определяем в соответствии с п. 2.4. Расчеты выполняем по формуле (2.15). Значения $К_{РС2i}$ берем из таблицы 2.8. Так, для адреса 264,000-265,000 согласно таблице 7.6 $К_{РС2}$ равен:

$$К_{РС2} = \frac{0,75 \cdot 1,35 + 3,0 \cdot 1,05}{3,75} = 1,11$$

То же значение $К_{РС2}$ получено и для адреса 266,000-266,320.

Для адреса 265,000-266,000:

$$К_{РС2} = \frac{0,75 \cdot 1,35 + 3,0 \cdot 0,9}{3,75} = 0,99$$

Для адреса 266,510-267,430:

$$К_{РС2} = \frac{0,8 \cdot 1,35 + 2,7 \cdot 1,2}{3,5} = 1,23$$

Для адреса 267,430-268,000 $К_{РС2}$ = 1,05.

Для адреса 268,000-269,000:

$$К_{РС2} = \frac{0,85 \cdot 1,35 + 2,65 \cdot 1,05}{3,5} = 1,12$$

Результаты расчета по всему участку дороги сводим в таблицу 7.18.

Таблица 7.18 - Ведомость результатов определения $К_{РС2}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	Значения $К_{РС2}$
264,000	1,11
265,000	0,99
266,000	1,11
266,510	1,23
267,430	1,05
268,000	1,12

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС3}$, учитывающий интенсивность и состав движения, определяем по формуле 5.16, в которой величину $\Delta К_{РС}$ устанавливаем по таблице 5.9 для двухполосных дорог при $\beta = 0,27$. Интенсивность движения по таблице 4.14 N=6421 авт./сут. При этом заполняем таблицу 7.19.

Таблица 7.19 - Ведомость результатов определения $К_{РС3}$

Адрес начала микроучастка, км +…	$К_{РС1}$	$\Delta К_{РС}$	$К_{РС3}$
264,000	1,18	0,08	1,1
265,000	1,16	0,08	1,08
266,000	1,18	0,08	1,1
266,320	1,30	0,08	1,22
266,510	1,20	0,08	1,12
267,430	0,80	0,08	0,72
268,000	1,18	0,08	1,1

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС4}$, учитывающий продольные уклоны и видимость поверхности дороги, определяем в соответствии с п. 2.4. Так, для адреса микроучастка 264,000-264,380 абсолютное значение продольного уклона 20 ‰ (таблица 7.2). Поскольку ширина укрепленной обочины из асфальтобетона составляет 0,75 м, что менее 1,5 м, то состояние покрытия принимаем как мокрое загрязненное (м.з.). Расстояние видимости составляет более 300 м (таблица 7.4). Тогда по таблице 2.11 при движении на подъем $К_{РС4}$= 1,15 (таблица 2.12) при движении на спуск $К_{РС4}$ = 1,1, а окончательное значение $К_{РС4}$ принимаем равным наименьшему из двух значений, т.е. $К_{РС4}$ = 1,1.

Результаты определения $К_{РС4}$ по всем характерным микроучасткам занесены в таблицу 7.20.

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС5}$, учитывающий радиусы кривых в плане и уклон виража, устанавливаем по п. 2.4., таблицы 2.13 и для всех характерных участков дороги приводим в таблице 7.21.

Таблица 7.20- Ведомость результатов определения $К_{РС4}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	Продольный уклон, ‰	Состояние покрытия	Расстояние видимости, м	$К_{РС4}$ на подъем	$К_{РС4}$ на спуск	Окончательный $К_{РС4}$
264,000	20	м.з.	более 300	1,15	1,1	1,1
264,380	-10	м.з.	более 300	1,15	1,1	1,1
264,750	30	м.з.	200	1,1	0,75	0,75
265,320	-20	м.з.	200	1,15	0,78	0,78
265,660	0	м.з.	более 300	1,15	1,1	1,1
265,990	-20	м.з.	более 300	1,15	1,1	1,1
266,540	-30	м.з.	более 300	1,1	1,05	1,05
266,820	-60	м.з.	более 300	0,75	0,9	0,75
267,110	-10	м.з.	более 300	1,15	1,1	1,1
267,450	0	м.з.	250	1,15	0,85	0,85
267,900	-40	м.з.	более 300	0,95	1,0	0,95
268,230	30	м.з.	150	1,1	0,65	0,65
268,670	-10	м.з.	более 300	1,15	1,1	1,1

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС6}$, учитывающий продольную ровность покрытия, определяем в соответствии с п. 2.4. по таблице

2.14 для контрольно-измерительного прибора ПКРС-2У, интерполируя при необходимости (таблица 7.22).

Таблица 7.21 - Ведомость результатов определения $К_{РС5}$

Адрес микроучастка, км + ...		Радиус кривой, м	Состояние покрытия	Поперечный уклон виража, ‰	$К_{РС5}$
начало	конец				
265,480	265,960	1290	м.з.	0	0,96
267,140	267,520	2870	м.з.	0	1,0

Таблица 7.22 - Ведомость результатов определения $К_{РС6}$

Адрес микроучастка, км + ...	Показания ПКРС-2У, см/км	Значение $К_{РС6}$
264,000	340	1,21
265,000	640	0,79
266,000	395	1,12
267,000	480	1,0
268,000	850	0,62

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС7}$, учитывающий коэффициент сцепления колеса с покрытием, находим согласно п. 2.4., по строке таблицы 2.15 для II категории дороги, интерполируя при необходимости, с занесением в ведомость (таблица 7.23).

Таблица 7.23 - Ведомость результатов определения $К_{РС7}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	Коэффициент сцепления	$К_{РС7}$
264,000	0,44	0,87
265,000	0,36	0,78
266,000	0,29	0,72
267,000	0,26	0,67
268,000	0,40	0,83

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС8}$, учитывающий состояние и прочность дорожной одежды, рассчитывают по формуле 2.17 п. 2.4. Ранее определенное нормативное значение комплексного показателя транспорт-

но-эксплуатационного состояния участка дороги $КП_Н$ = 1,0. Целесообразность инструментальной оценки устанавливаем при сравнении средневзвешенного балла состояния $Б_{СР}$ с предельно допустимым баллом для II категории дороги, который равен 3,0. Приближенный коэффициент прочности дорожной одежды $К_{ПР}$ определяем по таблице 7.24.

Таблица 7.24 - Приближенный коэффициент прочности дорожной одежды $К_{ПР}$

Наименование показателя	Значение показателя					
Скорость движения, км/ч	30	40	50	60	70	80
Поправочный коэффициент	1,1	1,05	1	0,95	1,1	1,15

Результаты вычислений и сравнения регистрируем в таблицу 7.25.

Таблица 7.25 - Ведомость результатов определения состояния дорожной одежды и $К_{РС8}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	$Б_{СР}$	Предельно допустимый балл	Основание инструментальной оценки	$К_{ПР}$	$\rho_{СР}$	$К_{ПН}$	$К_{РС8}$
264,000	5,0	3,0	нет	1,0	1,0	1,0	1,0
265,000	3,7	3,0	нет	0,87	0,79	1,0	0,79
266,000	4,2	3,0	нет	0,92	0,88	1,0	0,88
267,000	2,4	3,0	да	0,74	0,64	1,0	0,64
268,000	4,5	3,0	нет	0,95	0,90	1,0	0,90

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС9}$, учитывающий ровность в поперечном направлении (глубину колеи), определяем по п. 2.4., используя таблицу 2.17, с заполнением таблицы 7.26.

Таблица 7.26 - Ведомость результатов определения $К_{РС9}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	Глубина колеи, мм	$К_{РС9}$
264,000	2	1,25
264,400	4	1,25
265,100	10	0,88
265,550	8	0,95
266,200	0	1,25
267,150	26	0,68
268,000	17	0,75

Частный коэффициент обеспеченности расчетной скорости $К_{РС10}$, учитывающий безопасность движения, рассчитывают по формуле 2.19. Так для микроучастков по адресу 264,000-265,000 км и 266,000-267,000 км:

$$И = \frac{0 \cdot 10^6}{365 \cdot 6421 \cdot 3} = 0$$

Для микроучастка по адресу 265,000-266,000:

$$И = \frac{2 \cdot 10^6}{365 \cdot 6421 \cdot 3} = 0,285$$

Для микроучастков по адресу 267,000-268,000 км и 268,000-269,000 км:

$$И = \frac{1 \cdot 10^6}{365 \cdot 6421 \cdot 3} = 0,142$$

Величины $К_{РС10}$ устанавливаем по таблице 2.18. Вычисления оформляем в таблицу 7.27.

Таблица 7.27 - Ведомость результатов определения $К_{РС10}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	Количество ДТП	Среднегодовая интенсивность движения, авт./сут.	И	$К_{РС10}$
264,000	0	6421	0	1,25
265,000	2	6421	0,285	1,0
266,000	0	6421	0	1,25
267,000	1	6421	0,142	1,25
268,000	1	6421	0,142	1,25

Определенные частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости заносим в сводную ведомость (таблица 7.27). Значение итогового коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РСi}^{ИТОГ}$ на каждом характерном микроучастке равно минимальному из десяти частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости. Поскольку обследованию и оценке состояния подлежит участок автомобильной дороги, а не вся дорога в целом, то комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги $КП_Д$ не определяем. По формуле 2.2 комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния на отрезке дороги $КП_{Дi}$ равен $К_{РСi}^{ИТОГ}$ для каждого характерного микроучастка.

7.3 Обработка полученной информации для определения обобщенного показателя качества участка дороги

Показатель инженерного оборудования и обустройства участка дороги $К_{ОБ}$ рассчитан согласно п. 2.5 с округлением до десятых и в данном примере не разбирается. При использовании таблицы 2.21 величины $К_{ОБ}$ выбирают для II категории дороги. Результаты вычислений представлены в таблице 7.29.

Таблица 7.28 - Сводная ведомость оценки комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги $КП_{Дi}$

Адрес начала микро-участка, км + ...	$К_{РС1}$	$К_{РС2}$	$К_{РС3}$	$К_{РС4}$	$К_{РС5}$	$К_{РС6}$	$К_{РС7}$	$К_{РС8}$	$К_{РС9}$	$К_{РС10}$	$КП_{Дi}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
264,000	1,18	1,11	1,1	1,1	1,0	1,21	0,87	1,0	1,25	1,25	0,87
264,380	1,18	1,11	1,1	1,1	1,0	1,21	0,87	1,0	1,25	1,25	0,87
264,400	1,18	1,11	1,1	1,1	1,0	1,21	0,87	1,0	1,25	1,25	0,87
264,750	1,18	1,11	1,1	0,75	1,0	1,21	0,87	1,0	1,25	1,25	0,75
265,000	1,16	0,99	1,08	0,75	1,0	0,79	0,78	0,79	1,25	1,0	0,75
265,100	1,16	0,99	1,08	0,75	1,0	0,79	0,78	0,79	0,88	1,0	0,75
265,320	1,16	0,99	1,08	0,78	1,0	0,79	0,78	0,79	0,88	1,0	0,78
265,480	1,16	0,99	1,08	0,78	0,96	0,79	0,78	0,79	0,88	1,0	0,78
265,550	1,16	0,99	1,08	0,78	0,96	0,79	0,78	0,79	0,95	1,0	0,78
265,660	1,16	0,99	1,08	1,1	0,96	0,79	0,78	0,79	0,95	1,0	0,78
265,960	1,16	0,99	1,08	1,1	1,0	0,79	0,78	0,79	0,95	1,0	0,78
265,990	1,16	0,99	1,08	1,1	1,0	0,79	0,78	0,79	0,95	1,0	0,78
266,000	1,18	1,11	1,1	1,1	1,0	1,12	0,72	0,88	0,95	1,25	0,72
266,200	1,18	1,11	1,1	1,1	1,0	1,12	0,72	0,88	1,25	1,25	0,72
266,320	1,30	-	1,22	1,1	1,0	1,12	0,72	-	1,25	1,25	0,72
266,510	1,20	1,23	1,12	1,1	1,0	1,12	0,72	0,88	1,25	1,25	0,72
266,540	1,20	1,23	1,12	1,05	1,0	1,12	0,72	0,88	1,25	1,25	0,72
266,820	1,20	1,23	1,12	0,75	1,0	1,12	0,72	0,88	1,25	1,25	0,72
267,000	1,20	1,23	1,12	0,75	1,0	1,0	0,67	0,64	1,25	1,25	0,64
267,110	1,20	1,23	1,12	1,1	1,0	1,0	0,67	0,64	1,25	1,25	0,64
267,140	1,20	1,23	1,12	1,1	1,0	1,0	0,67	0,64	1,25	1,25	0,64
267,150	1,20	1,23	1,12	1,1	1,0	1,0	0,67	0,64	0,68	1,25	0,64
267,430	0,80	1,05	0,72	1,1	1,0	1,0	0,67	0,64	0,68	1,25	0,64
267,450	0,80	1,05	0,72	0,85	1,0	1,0	0,67	0,64	0,68	1,25	0,64
267,520	0,80	1,05	0,72	0,85	1,0	1,0	0,67	0,64	0,68	1,25	0,64
267,900	0,80	1,05	0,72	0,95	1,0	1,0	0,67	0,64	0,68	1,25	0,64
268,000	1,18	1,12	1,1	0,95	1,0	0,62	0,83	0,90	0,75	1,25	0,62
268,230	1,18	1,12	1,1	0,65	1,0	0,62	0,83	0,90	0,75	1,25	0,62
268,670	1,18	1,12	1,1	1,1	1,0	0,62	0,83	0,90	0,75	1,25	0,62
Примечание - Выделенные значения коэффициентов обеспеченности расчетной скорости ниже требуемых.											

Таблица 7.29 - Ведомость результатов определения $К_{ОБ}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	Итоговый коэффициент дефектности соответствия $Д_{И.О}$	Показатель $К_{ОБ}$
264,000	0,1	0,99
265,000	0	1,0
265,660	0,4	0,96
266,320	0	1,0
266,510	0,3	0,97
267,430	0,1	0,99
268,320	0	1,0

Таким образом, добавляем в оценку микроучастки с адресами 268,230-268,320 км и 268,320-268,670 км.

Показатель уровня эксплуатационного содержания $К_Э$ участка дороги определяем согласно пункту 2.6 в зависимости от оценки содержания в баллах Б. Балл рассчитываем как среднее арифметическое всех оценок за 10 месяцев. При этом заполняем форму таблицы 7.30.

Таблица 7.30 - Ведомость результатов определения $К_Э$

Адрес микроучастка, км + ... начало 264.000 конец 269.000

Оценка уровня содержания в баллах за предыдущие месяцы										Б	$К_Э$
11	12	1	2	3	4	5	6	7	8		
4	5	5	4	4	3	4	4	5	4	4,2	1,02

Обобщенный показатель качества каждого характерного микроучастка дороги рассчитываем по формуле 2.1. Вычисления сопровождаем заполнением формы сводной ведомости (таблица 7.31).

Таблица 7.31- Сводная ведомость оценки обобщенного показателя качества участка дороги $П_{Дi}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	Комплексный показатель $КП_{Дi}$	Показатель $К_{ОБ}$	Показатель $К_{Э}$	Обобщенный показатель качества $П_{Дi}$
1	2	3	4	5
264,000	0,87	0,99	1,02	0,88
264,380	0,87	0,99	1,02	0,88
264,400	0,87	0,99	1,02	0,88
264,750	0,75	0,99	1,02	0,76
265,000	0,75	1,0	1,02	0,77
265,100	0,75	1,0	1,02	0,77
265,320	0,78	1,0	1,02	0,80
265,480	0,78	1,0	1,02	0,80
265,550	0,78	1,0	1,02	0,80
265,660	0,78	0,96	1,02	0,76
265,960	0,78	0,96	1,02	0,76
265,990	0,78	0,96	1,02	0,76
266,000	0,72	0,96	1,02	0,71
266,200	0,72	0,96	1,02	0,71
266,320	0,72	1,0	1,02	0,73
266,510	0,72	0,97	1,02	0,71
266,540	0,72	0,97	1,02	0,71
266,820	0,72	0,97	1,02	0,71
267,000	0,64	0,97	1,02	0,63
267,110	0,64	0,97	1,02	0,63
267,140	0,64	0,97	1,02	0,63
267,150	0,64	0,97	1,02	0,63
267,430	0,64	0,99	1,02	0,65
267,450	0,64	0,99	1,02	0,65
267,520	0,64	0,99	1,02	0,65
267,900	0,64	0,99	1,02	0,65
268,000	0,62	0,99	1,02	0,63
268,230	0,62	0,99	1,02	0,63
268,320	0,62	1,0	1,02	0,63
268,670	0,62	1,0	1,02	0,63

Показатели инженерного оборудования и обустройства, уровня эксплуатационного содержания, а также обобщенный показатель качества наносим на линейный график по соответствующим характерным микроучасткам.

7.3.1 Назначение видов и очередности дорожно-ремонтных работ при полной обеспеченности финансированием

Виды и очередность дорожно-ремонтных работ при полном финансировании назначаем, руководствуясь положениями раздела 3. Работы по восстановлению требуемого качества участка дороги необходимо наметить в том случае, если значения частных коэффициентов обеспеченности расчетной скорости $К_{РС3}$, $К_{РС4}$ и $К_{РС5}$ ниже ранее установленной величины нормативного комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния $КП_Н = 1,0$, а также, если значения $К_{РС2}$, $К_{РС6}$, $К_{РС7}$, $К_{РС8}$, $К_{РС9}$ и $К_{РС10}$ ниже величины предельно допустимого комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния $КП_П = 0,75$ (таблица 2.1).

При этом учитываем эффект взаимного устранения и частичного повышения отдельных видов работ, исправляющих одни параметры дороги, на частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости, характеризующие другие параметры дороги на том же микроучастке по таблице 3.2. Например, на микроучастке по адресу 267,000-267,110 км работы по $К_{РС4}$, значение которого ниже 1,0, полностью устраняют влияние $К_{РС7}$ и $К_{РС8}$, значения которых ниже 0,75. А на микроучастке по адресу 268,670-269,000 км устройство выравнивающего слоя ($К_{РС6}$) повышает значение $К_{РС8}$ в 1,05 раза с 0,90 до 0,95, а значения $К_{РС7}$ и $К_{РС9}$ по дефектам, не требующим исправления, доводит до нормативной величины $КП_Н = 1,0$. Поэтому на данном микроучастке $КП_{Дi} = 0,95$.

При работах по исправлению параметров дороги по $К_{РС3}$, не требующих реконструкции, следует учитывать специфику намеченного вида работ, поскольку они могут быть совмещены при работах по исправлению дефектов, характеризуемых другими частными коэффициентами обеспеченности расчетной скорости. Так, на микроучастке по адресу 267,430-267,450 км устройство краевых укрепленных полос совмещено с усилением дорожной одежды ($К_{РС8}$), а на микроучастках по адресу 267,450-268,000 км устройство краевых укрепленных полос следует выполнить при смягчении продольного уклона ($К_{РС4}$).

Намеченные виды работ и ожидаемые изменения показателей состояния дороги приводим в таблице 7.31. При расчетах обобщенного показателя качества и состояния $П_{Дi}$ после ремонта значения показателей $К_{ОБ}$ и $К_{Э}$ принимаем по таблице 7.31.

Таблица 7.32 - Ведомость дорожно-ремонтных работ и оценки состояния участка дороги после ремонта

Адрес начала микроучастка, км + ...	$К_{РС}$, определяющий вид дорожно-ремонтных работ	Вид дорожно-ремонтных работ	$КП_{Дi}$ после ремонта	$П_{Дi}$ после ремонта
1	2	3	4	5
264,000	-	Не требуется	0,87	0,88
264,380	-		0,87	0,88
264,400	-		0,87	0,88
264,750	$К_{РС4}$	Увеличение видимости, смягчение продольного уклона	1,0	1,0
265,000	$К_{РС4}$		1,0	1,02
265,100	$К_{РС4}$		1,0	1,02
265,320	$К_{РС4}$		1,0	1,02
265,480	$К_{РС4}$	Увеличение радиуса кривой; устройство виража с уклоном не менее 20 ‰	1,0	1,02
265,550	$К_{РС5}$		1,0	1,02
265,660	$К_{РС5}$		1,0	0,98
265,960	-	Не требуется	0,78	0,76
265,990	-		0,78	0,76
266,000	$К_{РС7}$	Устройство шероховатой поверхностной обработки	0,88	0,86
266,200	$К_{РС7}$		0,88	0,86
266,320	$К_{РС7}$		1,0	1,02
266,510	$К_{РС7}$		0,88	0,87
266,540	$К_{РС7}$		0,88	0,87
266,820	$К_{РС4}$	Увеличение видимости, смягчение продольного уклона	1,0	0,99
267,000	$К_{РС4}$		1,0	0,99
267,110	$К_{РС8}$	Усиление дорожной одежды	1,0	0,99
267,140	$К_{РС8}$		1,0	0,99
267,150	$К_{РС8}$		1,0	0,99
267,430	$К_{РС8}$		1,0	1,0
267,450	$К_{РС4}$	Увеличение видимости, смягчение продольного уклона	1,0	1,0

Продолжение таблицы 7.32

1	2	3	4	5
267,520	$К_{РС4}$		1,0	1,0
267,900	$К_{РС4}$		1,0	1,0
268,000	$К_{РС4}$		1,0	1,0
268,230	$К_{РС4}$		1,0	1,0
268,320	$К_{РС4}$		1,0	1,02
268,670	$К_{РС6}$	Укладка выравнивающего слоя	0,95	0,97

7.3.2 Определение средней скорости транспортного потока

В общем виде среднюю скорость транспортного потока на каждом характерном участке дороги определяют по формуле:

$$V_{Пi} = V_{Ф.МАХ} - t \cdot \sigma_V - \Delta V, \text{ км/ч}, \quad (7.1)$$

где $V_{Ф.МАХ} = 120 \cdot К_{РС}^{ИТОГ}$ - фактическая обеспеченная дорогой при данном ее состоянии максимально возможная безопасная скорость движения одиночного автомобиля, км/ч;

t - функция доверительной вероятности; принимают t = 1,04 для доверительной вероятности 85 %;

σ_V - среднеквадратическое отклонение скорости движения свободного транспортного потока, км/ч;

ΔV - показатель, учитывающий влияние интенсивности и состава транспортного потока на скорость движения, км/ч.

β- доля грузовых автомобилей и автобусов = 0,4.

Интенсивность движения на всем протяжении участка - 5000 авт/сут.

Средневзвешенную скорость транспортного потока по всей дороге определяют по формуле:

$$V_П = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_{Пi} \cdot l_i}{L}, \quad км/ч, \qquad (7.2)$$

где $V_{Пi}$ - средняя скорость транспортного потока на каждом характерном участке дороги, км/ч;

l_i - протяженность каждого характерного участка, км;

n - количество характерных участков;

L - длина дороги, км.

Объединяем участки с одинаковым $КП_{Дi}$ и $V_{Пi.}$

Таблица 7.33 - Определение средней скорости транспортного потока

Адрес начала микроучастка, км + ...	$КП_{Дi}$ после ремонта	$V_{Пi} = V_{Ф.МАХ} - t \cdot \sigma_V - \Delta V,$
1	2	3
264,000	0,87	120·0,87-13,4-120·0,08=81,4
264,380	0,87	120·0,87-13,4-120·0,08=81,4
264,400	0,87	120·0,87-13,4-120·0,08=81,4
264,750	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
265,000	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
265,100	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
265,320	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
265,480	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
265,550	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
265,660	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
265,960	0,78	120·0,78-13,4-120·0,08=70,6
265,990	0,78	120·0,78-13,4-120·0,08=70,6
266,000	0,88	120·0,88-13,4-120·0,08=80,2
266,200	0,88	120·0,88-13,4-120·0,08=80,2
266,320	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
266,510	0,88	120·0,88-13,4-120·0,8=82,6
266,540	0,88	120·0,88-13,4-120·0,08=82,6
266,820	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
267,000	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
267,110	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
267,140	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97

Продолжение таблицы 7.33

1	2	3
267,150	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
267,430	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
267,450	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
267,520	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
267,900	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
268,000	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
268,230	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
268,320	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
268,670	0,95	120·0,95-13,4-120·0,08=91

Таблица 7.34 - Объединение участков с одинаковыми $КП_{Дi}$ и $V_{Пi}$

Адрес начала микроучастка, км + ...	Длина участка,км	$КП_{Дi}$ после ремонта	$V_{Пi} = V_{Ф.МАХ} - t \cdot \sigma_V - \Delta V$,
264,000-264,750	0,750	0,87	120·0,87-13,4-120·0,08=81,4
264,750-265,960	1,210	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
265,960-266,00	0,040	0,78	120·0,78-13,4-120·0,08=70,6
266,000-266,320	0,320	0,88	120·0,88-13,4-120·0,08=82,6
266,320-266,510	0,190	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
266,510-266,820	0,310	0,88	120·0,88-13,4-120·0,08=82,6
266,820-268,670	1,850	1,0	120·1,0-13,4-120·0,08=97
268,670-269,000	0,330	0,95	120·0,95-13,4-120·0,08=91

$V_{Пi}$ =(81,4·0,75+97·1,21+ 70,6·0,04+ 82,6·0,32+97·0,19 +82,6·0,31+97·1,85+ +91·0,33)/5 = 92,24

Средневзвешенная скорость транспортного потока по всей дороге равна:

$V_{Пi}$ =92,24км/ч

7. 4 Расчет объемов снегопереноса

7.4.1 Климатическая характеристика района

Рассматриваемая автомобильная дорога проходит в N-ской области, которая относится к II-б климатической зоне с умеренным климатом и устойчивым снежным покровом продолжительностью от 100 до 120 суток. Весенние заморозки прекращаются в среднем 5 мая, осенние начинаются - 5 октября.

Среднемесячная температура воздуха, количество осадков, преобладающие направления ветра представлены в таблице 7.35.

Даты перехода суточных температур через 0, 5, 10, 15°С и безморозный период представлены в таблице 7.36.

Таблица 7.35 - Погодно-климатические характеристики

Наименование показателя	Значение показателя												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Месяц		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднедекадная температура воздуха, °С	1 2 3	-6,5 -7,0 -7,2	-7,0 -6,4 -5,6	-4,0 -2,0 -3,0	3,1 6,3 9,2	11,8 13,8 15,2	16,2 16,9 17,5	18,0 18,5 18,8	18,1 17,2 16,1	14,4 12,3 10,1	7,8 8,2 4,3	2,4 0,5 -1,4	-3,0 -4,2 -6,0
Среднемесячная температура поверхности почвы		-8	-7	-2	7	16	21	22	20	13	6	1	-4
Среднедекадное количество осадков, мм	1 2 3	11 11 11	10 10 10	9 9 11	14 15 18	17 18 20	22 25 27	30 30 28	27 24 21	21 18 17	15 15 15	14 14 14	14 14 12
Число дней с осадками более 5 мм		0	0	0	2	3	4	2	3	2	1	3	0

Таблица 7.36 - Даты перехода суточных температур через определенные границы

Наименование показателя	Значение показателя			
Температура воздуха, °С	0	5	10	15
Дата перехода	28 / III 18 / XI	11 / IV 22 / X	28 /IV 25 / IX	24 / V 2 / IX
Количество дней	238	193	149	100

Максимальное среднегодовое количество осадков составляет 812 мм, минимальное - 227 мм, среднее количество осадков за год - 721 мм. Максимальное количество осадков выпадающих в течение одних суток - 90 мм.

Средняя величина снежного покрова составляет 20 см, максимальная - 59 см, минимальная - 3 см.

Таблица 7.37 - Ветры зимой

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
XII									
I									
II									

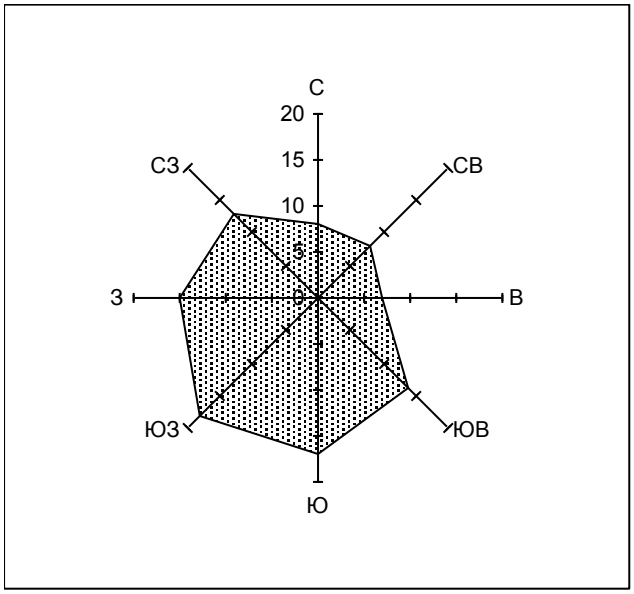


Рисунок 7.1 - Роза ветров

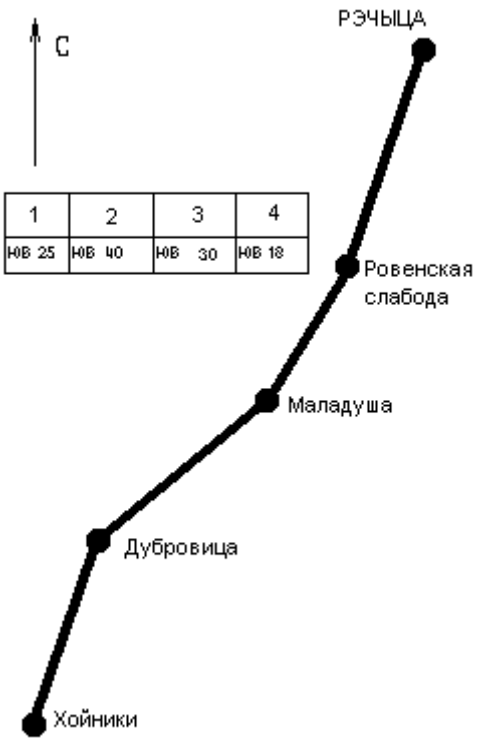


Рисунок 7.2 - Схема автомобильной дороги

7.4.2 Определение объема снегоприноса

Существуют следующие виды снежнометелевых явлений: снегопад, верховая метель и низовая метель. Количество снега, поступающего от метелей, необходимо определять расчетом.

Существует 2 метода определения объема снегопереноса:

– метод балансов. Учитывает существующий в периоде баланс твердых осадков.

– метод расходов. Определяет расход снега, поступившего за всю зиму с обеих сторон дороги от всех метелей разных направлений и разной продолжительностью. В данном методе используется твердый расход метели и определяется:

$$Q = 0{,}08 \cdot (V_ф - 5)^3, \text{ г/м с}, \quad (7.3)$$

где $V_ф$ – скорость ветра на флюгере, м/с.

Объем снегопереноса (Wn) – количества снега, проносящегося над дорогой, на единицу длины дороги.

Объем снегопереноса (W) – количество снега, задерживающегося на единицу длины дороги. Рассчитывается по твердому расходу. При этом учитываются все метели разных градаций скорости и разных направлений. Для этого необходимо знать румб метелевого ветра, скорость ветра и его продолжительность.

$$W = Wn \cdot \sin\alpha, \qquad (7.4)$$

где $\sin\alpha$ – угол наклона метелевого ветра по отношению к оси дороги.

Объем снегоприноса определяется по участкам по формуле:

$$W_п = \frac{\xi * \sin\alpha}{\rho_c * (\frac{1}{L} + \frac{1}{L_э})} * W_a , \qquad (7.5)$$

где $W_П$ - объем снегоприноса , $м^3$ / м;

ξ - коэффициент сдувания твердых осадков, ξ=0.5;

α - угол между направлением господствующего ветра и направлением рассматриваемого участка дороги;

ρ_c - плотность снега, ρ_c = 0.4 $т/м^3$;

L - путь, который проходит метель от границы бассейна до дороги, L=∞ ;

W_a - общее число твердых осадков за зиму, W_a=122 мм.

Поучастковый расчет сведем в таблицу 7.38.

Таблица 7.38 - Определение объема снегоприноса

Ветер	Дорога	Расчет	$W_п$, $м^3/м$
Ю:З	СВ:25°	$Wn = \frac{0.5\sin(20^\circ)}{0.4(1/\infty + 1/0.5)}122$	26,07
Ю:З	СВ:40°	$Wn = \frac{0.5\sin(5^\circ)}{0.4(1/\infty + 1/0.5)}122$	6,65
Ю:З	СВ:30°	$Wn = \frac{0.5\sin(15^\circ)}{0.4(1/\infty + 1/0.5)}122$	19,73
Ю:З	СВ:18°	$Wn = \frac{0.5\sin(27^\circ)}{0.4(1/\infty + 1/0.5)}122$	34,62

7.4.3 Расчет объемов снега, подлежащего уборке определяем по формуле:

$$W_{общ} = \sum W_п \cdot \sin\alpha \cdot l_j \cdot К_{влj}, \qquad (7.6)$$

где $К_{вл}$ – коэффициент влияния, учитывающий местные условия отложения снега, равен 1,0-2,5;

l_j – протяженность участка, м.

$W_{общ} = \sum W_п \cdot \sin\alpha \cdot l_j \cdot К_{вл}$=26,07 ·sin (20°) ·200 ·1,5+ 6,65 ·sin(5°) ·450 ·1,8+ +19,73 ·sin (15°) ·1000 ·1,8+ 34,62 ·sin (27°) ·3350 ·1,2= 105435 $м^3$

7.5 Расчет потребности в снегоуборочной технике

При очистке дорог от снега производятся следующие мероприятия: патрульная снегоочистка, уборка валов и ликвидация снежных валов.

Патрульная снегоочистка. Целью патрульной снегоочистки является не допустить образование на проезжей части слоя рыхлого снега свыше допустимого. Темп

снегоочистки идет таким образом, чтобы не образовался снежный накат. Большое значение имеет дальность выброски снега.

Таблица 7.39 - Техническая характеристика плужных снегоочистителей

Показатели	КДМ – 130Б	КО-002	КО-703
Ширина захвата, м	2.5	2.7	2.7
Рабочая скорость, км/ч	30	20	25

По таблице 7.39. выбираем плужный снегоочиститель.

Расчет производительности снегоочистителя производим по формулам:

$$П^{м2} = (в_{зах} - Δв) \cdot V_{раб} \cdot 1000 К_в \cdot К_с \cdot Т, \text{ м}^2/\text{см}, \quad (7.7)$$

$$П^{м3} = П^{м2} \cdot h_{доп}, \text{ м}^3/\text{см}, \quad (7.8)$$

где $в_{зах}$ – ширина очищаемой полосы, м;

Δв – ширина перекрытия, 0,3м;

$V_{раб}$ – рабочая скорость снегоочистителя, м/с;

$К_в$ – коэффициент использования рабочего времени, 0,85-0,95;

$К_с$ – коэффициент состояния техники, для б/у – 0,6; для новой – 1;

Т – продолжительность смены, 8 ч;

$h_{доп}$ – допустимая толщина рыхлого снега, III, IV категории дороги 50 мм.

$$П^{м2} = (2,7-0,3) \cdot 25 \cdot 1000 \cdot 0,85 \cdot 0,6 \cdot 8 = 244800 \text{ м}^2/\text{см},$$

$$П^{м3} = 244800 \cdot 0,05 = 12240 \text{ м}^3/\text{см}.$$

Расчет потребного количества маш-см. определяем по формулам:

$$N_{м\text{-}см} = W^{уб}/П^{м3}, \quad (7.9)$$

$$W^{уб} = W^{лев} + W^{пр} + W^{сн}, \quad (7.10)$$

$$W^{сн} = B \cdot L \cdot h^{сн}_{стат}, \quad (7.11)$$

где $W^{уб}$ – количество снега, подлежащего уборке, $м^3$;

$W^{лев}$ - количество снега с левой стороны дороги, 56912,72 $м^3$;

$W^{пр}$ - количество снега с правой стороны дороги, 20438,24 $м^3$;

$W^{сн}$ - количество снега, подлежащего уборке от снегопада, $м^3$;

$h^{сн}_{стат}$ – статистическая толщина снега, для II климатической зоны 120-150 мм;

B – ширина зем. полотна, 12 м;

L – длина дороги, 2450 м.

$$W^{сн} = 12 \cdot 2450 \cdot 0{,}2 = 5880\ м^3;$$

$$W^{уб} = 56912{,}72 + 20438{,}24 + 5880 = 83230.96\ м^3;$$

$$N_{м\text{-}см} = 8323{,}96/13440 = 6\ м\text{-}см.$$

Выбор технологической схемы патрульной снегоочистки.

Существует две технологические схемы патрульной снегоочистки:

– при низкой интенсивности движения и небольшом снегопаде. Патрульная снегоочистка начинается сначала снегопада;

– при большой интенсивности движения и интенсивном снегопаде (интенсивность снегопада 4-5 мм/ч). В данном случае после начала снегопада делается пауза 15-30 мин. После этого производится посыпка солью или пескосоляной смесью.

Затем делается еще одна пауза 2-3 ч., необходимая для того, чтобы соль прореагировала. Затем производят патрульную снегоочистку с посыпкой пескосоляной смесью.

Уборка снежных валов.

Для уборки снежных валов применяются роторные шнекороторные снегоочистители, а также лаповые погрузчики.

Таблица 7.40 - Техническая характеристика роторных снегоочистителей

Показатели	Дэ-210А	ДЭ-211	ДЭ-220А
Рабочая скорость, км/ч	до 6	До 6	до 5
Высота убираемого слоя, м	1.3	1.5	1.3
Ширина захвата, м	2.56	2.81	2.53

По таблице 7.40 выбираем роторный снегоочиститель, подставляя значения его характеристик в формулу.

Расчет производительности снегоочистителя:

$$П = в_{зах} \cdot hраб \cdot Vраб \cdot 1000 К_в \cdot К_с \cdot Т, м^3/см,$$

$$П = 2,81 \cdot 1,5 \cdot 6 \cdot 1000 \cdot 0,85 \cdot 0,60 \cdot 8 = 103183.2 м^3/см.$$

Расчет потребного количества маш-см:

$$N_{м\text{-}см} = (W^{уб}/П) \cdot 0,5$$

$$N_{м\text{-}см} = (83230,96/103183,2) \cdot 0,5 = 4 м\text{-}см.$$

Часть 2 Методические указания по выполнению лабораторных работ

Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ

1. Перед проведением лабораторных работ все студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале инструктажа. Студенты, не прошедшие инструктажа, к работе не допускаются.

2. Определение интенсивности, скорости движения и состава транспортного потока выполняются студентами с обочин или с тротуаров. Выход на проезжую часть запрещен. Переход проезжей части допускается только в разрешенных местах при отсутствии движения автомобилей на расстоянии от места перехода не менее 85 м.

3. К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, знающие порядок выполнения работы и перечень параметров, которые необходимо зарегистрировать.

4. При всех работах, проводимых непосредственно на проезжей части автомобильной дороги, необходимо выставлять наблюдателей.

5. Работающие на проезжей части дороги должны быть одеты в куртки оранжевого цвета.

6. Перед началом работы на проезжей части необходимо на расстоянии 50 м от места производства работ выставить предупреждающие знаки, а в случае необходимости, заградительные барьеры или тумбы.

7. Во время движения в автобусе общего пользования до места назначения, необходимо соблюдать меры предосторожности установленные для общественного транспорта.

8. Строго запрещается без разрешения преподавателя во время остановки автобуса производить высадку или посадку.

9. За каждым измерительным прибором должен быть назначен ответственный из числа студентов.

10. Перед выполнением работ студент должен ознакомиться с инструкцией на оборудование.

8 Лабораторная работа № 1. Определение фактической категории существующей автомобильной дороги

8.1 Общие сведения

При оценке состояния и назначении работ по ремонту или реконструкции эксплуатируемых дорог во многих случаях возникает необходимость установить фактическую категорию дороги, требуемую категорию по интенсивности движения на момент обследования и расчетную, назначаемую при проектировании реконструкции.

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.

В зависимости от рельефа местности эти параметры рассматривают как главные или дополнительные критерии при определении категории дороги (таблица 8.1). Рельеф местности устанавливают по проектной документации на дорогу.

Таблица 8.1 - Критерии определения фактической категории дороги

Рельеф местности	Критерии определения фактической категории дороги		
	Ширина проезжей части или ширина основной укрепленной поверхности	Продольный уклон	Радиус кривых в плане
Равнинный	главный	дополнительный	дополнительный
Пересеченный	главный	главный	дополнительный
Горный	главный	главный	главный

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.

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.

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

Фактические категории других дорог по ширине проезжей части или по ширине основной укрепленной поверхности принимают в зависимости от их фактических размеров (таблица 8.2).

Таблица 8.2- Определение категории дороги по фактической ширине проезжей части и укрепленной поверхности

Наименование показателя	Значение показателя			
Фактическая ширина проезжей части, м	до 4,8	5,8-6,8	6,9-7,4	более 7,4
Фактическая ширина основной укрепленной поверхности, м	до 5,6	7,0-8,0	8,1-9,0	более 9,0
Фактическая категория дороги	V	IV	III	II
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.				

В пересеченной местности фактическую категорию существующей дороги определяют по двум главным параметрам: ширине проезжей части и продольному уклону (таблица 8.2).

Таблица 8.3 - Определение категории дороги в пересеченной местности

Наименование показателя	Значение показателя				
Максимальный продольный уклон, ‰	40	50	60	70	90
Фактическая категория дороги	I-А	I-Б, II	III	IV	V

8.2 Приборы и инструменты для полевого обследования

Необходимо следующее оборудование для полевого обследования:

а) лазерный дальномер;

б) уровень;

в) мел.

8.3 Организация полевых работ

1. Полевые обследования включают осмотр и визуальную оценку отдельных элементов дорог и дорожных сооружений, а также инструментальные измерения параметров и транспортно-эксплуатационных характеристик в установленном порядке.

2. Полевые обследования проводят в теплый период года, как правило, комбинированным способом: визуальный осмотр с простейшими измерениями и детальное обследование с применением передвижных специализированных лабораторий.

3. В начале полевых обследований проводят рекогносцировочный осмотр дороги, в процессе которого уточняют:

– местоположение начала и конца характерных участков дороги, основных населенных пунктов, мостов и путепроводов, пересечений с крупными водными преградами, железными дорогами и т.п.;

– места проведения детального инструментального обследования транспортно-эксплуатационных характеристик.

4. Полевые обследования проводят в соответствии с указаниями и методиками измерения основных параметров дорог, приведенными в соответствующих нормативных документах.

В процессе полевых обследований определяют и уточняют:

– длину дороги и ее характерных участков, длины прямых и кривых в плане, радиусы кривых в плане, углы поворота трассы, наличие на кривых в плане виражей и их уклоны;

– продольные уклоны и видимость поверхности дороги;

– высоту насыпей, тип местности по увлажнению;

– ширину проезжей части, краевых укрепительных полос, обочин, в том числе ширину укрепленной поверхности и неукрепленной части обочин, ширину полос загрязнения у кромок проезжей части;

– тип и состояние дорожной одежды и покрытия на проезжей части, на краевых полосах и обочинах;

– показатель продольной и поперечной ровности и коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием;

– дефектность покрытия на всем протяжении дороги;

– прочность дорожной конструкции на участках с неудовлетворительной ровностью и на участках, где визуально установлено наличие характерных дефектов (сетки трещин, ямочность, глубокая колея и т.д.);

– интенсивность и состав движения;

– фактические габариты и длину мостов;

– местоположение и степень соответствия требованиям нормативных документов площадок отдыха, а также пересечений с автомобильными и железными дорогами, автобусных остановок, ограждений, направляющих и сигнальных устройств, элементов искусственного освещения, тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек.

5. Полные первичные обследования проводят, как правило, в следующей последовательности:

– рекогносцировочный осмотр дороги;

– определение параметров геометрических элементов дороги;

– оценка продольной ровности дорожного покрытия;

– оценка поперечной ровности (колейности) дорожного покрытия;

– оценка сцепных качеств дорожного покрытия;

– оценка состояния покрытия и прочности дорожной конструкции;

– обследование состояния инженерного оборудования и обустройства;

– определение интенсивности и состава движения;

– сбор данных о ДТП.

При этом отдельные виды работ могут выполняться одновременно.

6. Работы по обследованию автомобильных дорог относятся к категории опасных. Все лица, участвующие в этой работе, должны строго и неукоснительно

соблюдать действующие Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании дорог, а также другие ведомственные правила и инструкции. При выполнении работ по обследованию непосредственно на дороге должны соблюдаться требования Инструкции по организации движения и ограждению мест производства работ. В случае использования новых приемов труда и передвижных лабораторий, для которых требования техники безопасности не предусмотрены, следует соблюдать требования специально разработанных для таких случаев инструкций и указаний.

8.4 Определение параметров геометрических элементов дороги

1. Ширину проезжей части, левой и правой краевых укрепленных полос, укрепленных и неукрепленных обочин (а на дорогах первой категории и ширину разделительной полосы) измеряют на каждом характерном участке дороги, но не реже чем 1 раз на 1 км.

К характерным относят:

- прямые участки в плане с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос — участки дорог с одинаковой шириной проезжей части;
- горизонтальные участки с продольными уклонами 0-20 ‰
- участки с продольными уклонами более 20 ‰;
- участки кривых в плане с радиусами кривых 200 м и более;
- участки кривых в плане с радиусами кривых менее 200 м;
- участки сужений проезжей части над трубами, в местах установки ограждений, парапетов, направляющих столбиков с шагом установки менее 10 м.

На участках подъемов и спусков с дополнительными полосами движения ширина проезжей части измеряется в створах начала и конца дополнительной полосы полной ширины и в любом створе на уклоне.

На подъездах к мостам (ж/д переездам) проводятся два измерения ширины проезжей части: в створе до начала отгона ширины проезжей части на сужение либо уширение (если таковое имеется) и в створе начала моста (ж/д переезда). В случае отсутствия изменения ширины проезжей части на подходах к мосту, измерение ширины проезжей части на подходах может не производиться.

В пределах населенных пунктов сельского и городского типа (городах) ширина проезжей части измеряется в начале и конце застройки (на подходах – в местах уширения или сужения проезжей части), в любом характерном створе дороги, расположенном в пределах рассматриваемого участка, а также в местах изменения ее ширины (если таковое имеется), отслеживаемых визуально.

2. В месте измерения ширины проезжей части разбивают поперечник, параметры которого заносят в полевой журнал. Измерения проводят лазерным дальномером. До начала измерений с поверхности проезжей части, краевых укрепленных полос и укрепленных обочин очищают пыль и грязь, чтобы были четко видны границы укрепления. На многополосных дорогах и дорогах с высокой интенсивностью движения рекомендуется выполнять измерения с использованием геодезических инструментов.

3. Ширину основной укрепленной поверхности определяют как сумму ширины проезжей части и краевых укрепительных полос.

4. Одновременно с измерением ширины проезжей части, краевых укрепительных полос и обочин в журнал измерений заносят данные о числе полос движения, типе и состоянии покрытия и поверхности обочины, а также о наличии разметки.

5. Для определения уклонов обочин, заложения откосов земляного полотна, поперечных уклонов дорожных покрытий используют угломерные линейки, уровень.

6. Измерение расстояния геометрической видимости поверхности дороги выполняют с помощью дальномера. Порядок проведения измерений и обработки результатов изложен в паспорте на данный прибор.

7. Число полос движения является общей характеристикой дороги, устанавливаемой в ходе обследований как расчетным путем, так и непосредственно в результате инструментальных измерений ширины проезжей части.

Следует различать число полос движения, устанавливаемое по:

- официальным данным дорожных организаций;
- фактической разметке проезжей части (при ее наличии);
- фактической ширине проезжей части.

Число полос движения по фактической разметке проезжей части устанавливается при визуальном обследовании покрытия проезжей части.

Число полос движения по фактической ширине проезжей части устанавливается расчетным способом путем деления измеренной ширины проезжей части на:

- 3,75 для дорог I-II категории;
- 3,5 для дорог III категории;
- 3,0 для дорог IV-V категории.

Количество полос движения принимают равным округленному до целого числа результату деления. Округление выполняется в сторону меньшего значения в случае, если дробная часть числа равна или меньше: 0,7 для дорог I-II категории, 0,85 для дорог III категории и 0,95 для дорог IV-V категории.

8.5 Сбор и оформление полученной информации

Работу по сбору информации начинают с установления номера и титула дороги с указанием района ее расположения (таблица 8.4). В данном случае фактическая категория неизвестна. Определение категории дороги оставляем до получения информации о фактической ширине основной укрепленной поверхности, на что указывает наличие краевых укрепленных полос.

Таблица 8.4 - Общие данные об участке дороги

Адрес участка, км		Фактическая категория дороги	Количество полос	Рельеф местности
начало	конец			
264,000	269,000	?	2	равнинный

Измерение параметров и характеристик продольного и поперечного профилей и плана выполняем инструментально.

Таблица 8.5 - Ведомость продольных уклонов

Адрес начала микроучастка, км	Продольный уклон, ‰
1	2
264,000	20
264,380	-10
264,750	30
265,320	-20
265,660	0
265,990	-20
266,540	-30
266,820	-60
267,450	0
267,900	-40
268,670	-10

Таблица 8.6 - Ведомость радиусов кривых в плане и виражей

Адрес микроучастка, км		Радиус кривой, м	Поперечный уклон виража, ‰
начало	конец		
265,480	265,960	1290	0
267,140	267,520	2870	0

Определение расстояния видимости произведено непосредственным наблюдением на участке дороги и результаты занесены в ведомость (таблица 8.7).

Таблица 8.7 - Ведомость расстояний видимости (на остальном протяжении расстояние видимости более 300 м)

Адрес микроучастка, км		Расстояние видимости, м
начало	конец	
264,800	265,380	200
267,460	267,690	250
268,440	268,590	150

Ширину проезжей части и обочин, разделяя краевые укрепленные полосы, укрепленную часть обочины, неукрепленную часть обочин, габарит моста и высоту борта измеряли с использованием ручного инструмента (таблица 8.8-8.10). В расчет для оценки принимаем наименьшую ширину обочин (микроучасток 268,000-269,000 км), а при равной ширине - с наименьшей шириной краевой укрепленной полосы (остальные микроучастки).

Таблица 8.8 - Ведомость ширины проезжей части, типа покрытия, краевых укрепленных полос и основной укрепленной поверхности

Адрес начала микроучастка, км	Ширина проезжей части, м	Тип покрытия	Ширина краевых укрепленных полос, м		Ширина основной укрепленной поверхности, м
			слева	справа	
264,000	7,7	а/б	0,75	0,85	9,3
265,000	7,7	а/б	0,75	0,85	9,3
266,000	7,7	а/б	0,75	0,85	9,3
266,320	(12,0)	а/б	–	–	12,0
266,510	7,4	а/б	1,0	0,80	9,2
267,430	7,5	а/б	–	–	7,5
268,000	7,7	а/б	0,75	0,85	9,3

Т.к. ширина основной укрепленной поверхности составляет более 9,0 м, а на микроучастке без наличия краевых укрепленных полос более 7,4 м, то весь обследуемый участок дороги следует отнести ко II категории. Это укажем в таблица 8.4 (вместо значка «?»).

Таблица 8.9 - Ведомость характеристики обочин

Адрес начала микроучастка, км	Ширина обочины, м	Тип укрепления и его ширина, м			
		А/б, ц/б, укрепл. вяжущим	Щебень, гравий	Засев трав	Не укрепленные
264,000	3,75	0,75	–	3,0	–
265,000	3,75	0,75	–	-	3,0
266,000	3,75	0,75	–	3,0	–
266,510	3,50	0,80	2,70	-	–
267,430	3,50	–	–	3,50	–
268,000	3,50	0,85	–	2,65	–

Таблица 8.10 - Ведомость высоты бордюра на искусственных сооружениях

Адрес микроучастка		Высота бордюра, м
начала	конца	0,20
266,320	266,510	

8.6 Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной работы.
2. Сбор и оформление полученной информации.
3. Анализ полученной информации.

9 Лабораторная работа № 2. Оценка состояния дорожной одежды с учетом характера деформаций и разрушения покрытия

9.1 Общие сведения

Важным этапом диагностики и оценки состояния автомобильных дорог является определение прочностных свойств дорожной одежды, которые существенно

влияют на ровность покрытия, а следовательно, на обеспеченную скорость и эффективность функционирования автомобильного транспорта. Вследствие постепенного снижения прочности дорожной одежды во времени на покрытии возникают и постепенно накапливаются различные деформации и разрушения.

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 обеспечивающее передачу транспортной нагрузки на верхнюю часть земляного полотна.

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

Деформация – изменение относительного положения частиц тела, связанное с их перемещением. При деформации происходит изменение размеров и формы тела без изменения его массы и потери сплошности. Различают упругие и остаточные (пластические) деформации. Упругие деформации исчезают почти мгновенно после снятия (прохождения) нагрузки. Остаточные деформации после снятия нагрузки не исчезают и при многократных нагружениях способны накапливаться.

Разрушение – изменение размеров, формы и массы тела с потерей сплошности.

К основным видам разрушений и деформаций дорожных одежд и покрытий следует отнести: трещины (поперечные, продольные, косые), сетку трещин, обламывание (оскол) кромок, износ (истирание), шелушение, выкрашивание, выбоины, просадки, проломы, пучины, колею, волны.

Если дорожная одежда запроектирована и построена с соблюдением всех норм, то на ней не должно быть разрушений (кроме износа покрытия), но под совместным действием транспортных нагрузок и природно-климатических факторов могут возникать деформации, не превышающие допустимого предела.

В качестве относительного показателя прочности дорожной конструкции используют коэффициент прочности:

$$K_{пр} = \frac{E_{ф}}{E_{тр}} \tag{9.1}$$

При необходимости увязки состояния покрытия, отражающего в конечном итоге состояние всей дорожной конструкции, со скоростью движения как одиночного легкового автомобиля, так и средней скоростью транспортного потока может быть использован показатель фактической степени деформирования дорожной одежды (поверхности покрытия) $r_ф$:

$$r_{ф} = \frac{S_{деф}}{S_{общ}}, \tag{9.2}$$

где $S_{деф}$ – площадь повреждений на рассматриваемом участке, м^2;

$S_{общ}$ – общая площадь обследуемого участка дороги, м^2.

Допустимая степень деформирования покрытия составляет:

$$r_{доп} = 1 - K_{н}, \tag{9.3}$$

где $K_{н}$ - уровень надежности дорожной одежды определяется из ОДН 218.1.052-2002.

Лабораторная работа включает в себя визуальное обследование покрытия с составлением дефектной ведомости, обработку результатов обследования с последующим вычислением фактической степени деформированности, определением вероятных причин возникновения деформации и разрушений, назначение мероприятий по их устранению.

9.1 Приборы и инструменты для полевого обследования

Необходимо следующее оборудование для полевого обследования:

а) лента мерная или курвиметр;

б) линейка или лазерный дальномер;

в) мел.

9.2 Порядок проведения обследования

На обследуемой дороге выбирается характерный участок (однотипный участок, в пределах которого не наблюдается существенных изменений дорожной конструкции, интенсивности и состава движения, а также состояния покрытия по видам дефектов) протяженностью 1 км. Участок разбивают на пикеты через 100 м с помощью мерной ленты или курвиметра. Каждой бригаде (2-3 человека) назначается свой 100-метровый участок, на котором фиксируются деформации и разрушения с привязкой к пикетам. Фиксируют размеры дефектов с помощью линейки или рулетки.

Результаты обследования заносят в дефектную ведомость (таблица 9.1).

Таблица 9.1 - Дефектная ведомость обследуемой дороги

№ микроучастка	Координаты микроучастка (ПК-ПК)	Вид разрушения (деформации) и размер дефекта (ширина b; глубина h; длина λ; площадь S)	Ожидаемый коэффициент прочности $K_{пр}$	Протяженность микроучастка l_i, м
1	2	3	4	5
1	1,0 1,100	Трещины на расстоянии 20 м	0,98	100

Продолжение таблицы 9.1

1	2	3	4	5
2	1,100 1,200	Редкие трещины на расстоянии 8 м	0,88	100
3	1,200 1,300	Редкие трещины на расстоянии 4 м	0,8	100
4	1,300 1,400	Сетка трещин площадью 30%	0,68	100
5	1,400 1,500	Просадки с относительной прочностью 20%	0,65	100
6	1,500 1,600	Искажение продольного профиля (волны, келейность)	0,68	100
7	1,600 1,700	Проломы дорожной одежды 3 м , 10%	0,6	100
8	1,700 1,800	Проломы дорожной одежды 8 м, 30%	0,58	100
9	1,800 1,900	Проломы дорожной одежды более 30%	0,5	100
10	1,900 2,0	Редкие трещины на расстоянии 4 м	0,85	100

9.4 Обработка результатов исследования

Обработка результатов исследования (исходных данных) предполагает определение коэффициента прочности нежесткой дорожной одежды по характеру и степени повреждений покрытия, используя методику проф. Ю.М. Яковлева (таблица 9.2). Далее производится статистическая обработка полученных результатов, вычисление фактической степени деформирования поверхности и сопоставлений с допустимой степенью деформирования.

Таблица 9.2 - Ожидаемый коэффициент прочности дорожной одежды

Состояние покрытия и характер повреждения	Оценка в баллах	Ожидаемый коэффициент прочности $К_{пр}$
Без дефектов, отдельные трещины на расстоянии более 40 м	5	1,0
Отдельные трещины на расстоянии 20 – 40 м	4,8 – 5,0	0,98 – 1,0
То же на расстоянии 10 – 20 м	4,5 – 4,8	0,95 – 0,98
Редкие трещины на расстоянии 8 – 10 м	4,0 – 4,5	0,90 – 0,95
То же на расстоянии 6 – 8 м	3,8 – 4,0	0,88 – 0,90
То же на расстоянии 4 – 6 м	3,5 – 3,8	0,85 – 0,88
Частые трещины на расстоянии 3 – 4 м	3,0 – 3,5	0,80 – 0,85
То же на расстоянии 2 – 3 м	2,8 – 3,0	0,78 – 0,80
То же на расстоянии 1 – 2 м	2,5 – 2,8	0,75 – 0,78
Сетка трещин при относительной площади, занимаемой сеткой менее 30%	2,0 – 2,5	0,70 – 0,75
То же от 60 до 30%	1,8 – 2,0	0,68 – 0,70
То же от 90 до 60%	1,5 – 1,8	0,65 – 0,68
Искажение продольного микропрофиля и поперечного профиля (волны, колейность)	1,8 – 2,0	0,68 – 0,70
Просадки при относительной площади до 20%	1,0 – 1,5	0,60 – 0,68
То же от 50 до 20%	0,8 – 1,0	0,58 – 0,60
То же более 50%	0,5	0,55 – 0,58
Проломы дорожной одежды при относительной площади проломов менее 10%	1,0 – 1,5	0,60 – 0,65
То же от 30 % до 10%	0,8 – 1,0	0,58 – 0,60
То же более 30%	0,5 – 0,8	0,50 – 0,58
Примечания 1. В пределах одного последующего пункта для более существенных повреждений меньшие значения Кпр. 2. При сочетании поперечных трещин с косыми и продольными трещинами, а также при наличии выбоин значения Кпр, указанные в таблице, следует понижать на 10 – 30% в зависимости от тяжести повреждения (разрушения).		

По таблице 9.2 в зависимости от характера и степени повреждения определяется ожидаемый коэффициент прочности дорожной одежды для каждого микроучастка. Площадь сетки трещин, просадок и проломов измеряется по отношению ко всему участку, подверженному данному виду дефекта. При наличии на одном микроучастке различных дефектов или разрушений, например, колейности и попереч-

ных трещин, коэффициент прочности назначают по дефекту, дающему наименьший коэффициент прочности (в данном случае по колее).

Полученные значения коэффициентов прочности и протяженности микроучастков с данным коэффициентом прочности заносят в таблицу 9.1 (столбцы 4 и 5). Заполнив таблицу, вычисляют средневзвешенный коэффициент прочности по формуле:

$$K_{пр}^{ср.в} = \frac{\sum_{i=1}^{m} K_{прi} \cdot l_i}{\sum l_i}, \qquad (9.4)$$

где $K_{прi}$ – значение коэффициента прочности на i-м микроучастке;

l_i – протяженность i-го микроучастка, м.

Среднеквадратичное отклонение коэффициента прочности рассчитывают по формуле:

$$\sigma_{Кпр} = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{m} \left(K_{прi} - K_{пр}^{ср.в}\right)^2}{m-1}}. \qquad (9.5)$$

Для расчета среднеквадратического отклонения заполняют таблицу 9.3.

Таблица 9.3 – Расчет среднеквадратического отклонения

i	$K_{прi}$	$K_{прi} - K_{пр}^{ср.в}$	$\left(K_{прi} - K_{пр}^{ср.в}\right)^2$
1	0,98	0,26	0,068
2	0,88	0,16	0,026
3	0,8	0,08	0,006
4	0,68	0,04	0,002
5	0,65	0,07	0,005
6	0,68	0,04	0,002
7	0,6	0,12	0,001
8	0,58	0,14	0,002
9	0,5	0,22	0,05
10	0,85	0,13	0,02
			Σ=0,182

По распределению коэффициентов прочности на разрушенных или деформированных микроучастках можно судить о фактической степени деформирования поверхности, вычисляемой из выражений:

$$r_{ф} = 0{,}5 - \Phi(x), \tag{9.6}$$

$$\Phi(x) = \Phi\left(\frac{K_{пр}^{ср.в} - 0{,}7}{\sigma_{Кпр}}\right), \tag{9.7}$$

где *Ф(х)* – табулированная функция Лапласа (таблица 9.4).

Для соответствующей величины «х» по таблице 9.4 находят значение функции Лапласа (если «х» отрицательное число, то *Ф(х)* принимают также с минусом), после чего вычисляют фактическую степень деформирования (формула 9.6). Допустимая степень деформирования вычисляется по формуле 9.3.

В выводе к лабораторной работе студенты отмечают основные виды деформаций и разрушений и указывают вероятные причины их возникновения. При $r_ф > r_{доп}$, намечают необходимые восстановительные мероприятия.

9.5 Пример расчета фактической степени деформации поверхности

Для приведенного примера вычисляем средневзвешенный коэффициент прочности:

$$K_{пр}^{ср.в} = \frac{(0{,}98 + 0{,}88 + 0{,}8 + 0{,}68 + 0{,}65 + 0{,}68 + 0{,}6 + 0{,}58 + 0{,}5 + 0{,}85)}{1000} = 0{,}72$$

Среднеквадратическое отклонение коэффициента прочности m=10 – 1=9

$$\sigma_{Knp} = \sqrt{\frac{(0{,}98-0{,}72)^2+(0{,}88-0{,}72)^2+(0{,}8-0{,}72)^2+(0{,}68-0{,}72)^2+(0{,}65-0{,}72)^2+}{9}}$$

$$+\sqrt{\frac{(0{,}68-0{,}72)^2+(0{,}6-0{,}72)^2+(0{,}58-0{,}72)^2+(0{,}5-0{,}72)^2+(0{,}85-0{,}72)^2}{9}}=0{,}02$$

Определяем фактическую степень деформации поверхности:

$$\Phi(x)=\Phi\left(\frac{0{,}72-0{,}7}{0{,}02}\right);$$

$$X=1;\ \Phi(x)=0{,}341$$

$$r_\phi = 0{,}5-0{,}341=0{,}159$$

Допустимая степень деформирования $K_н$ принимается по ОДН 218.1.052-2002. Для дорог общего пользования $K_н$=0,98÷0,80.

Например $К_н$=0,98, $r_{доп}$=1 – 0,98=0,02, при $r_ф > r_{доп}$ – намечают восстановительные работы, 0,159>0,02 – необходимы восстановительные операции.

Таблица 9.4 – Табулированная функция Лапласа

X	Ф(X)	X	Ф(X)	X	Ф(X)	X	Ф(X)
1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,000	0,42	0,163	0,84	0,300	1,40	0,419
0,01	0,004	0,43	0,166	0,85	0,302	1,42	0,422
0,02	0,008	0,44	0,170	0,86	0,305	1,45	0,427
0,03	0,012	0,45	0,174	0,87	0,308	1,50	0,433
0,04	0,016	0,46	0,177	0,88	0,311	1,55	0,439
0,05	0,020	0,47	0,181	0,89	0,313	1,60	0,445
0,06	0,024	0,48	0,184	0,90	0,316	1,70	0,455
0,07	0,028	0,49	0,188	0,91	0,319	1,80	0,464
0,08	0,032	0,50	0,192	0,92	0,321	1,90	0,471
0,09	0,036	0,51	0,195	0,93	0,324	2,50	0,494
0,10	0,040	0,52	0,199	0,94	0,326	3,00	0,49

Продолжение таблицы 9.4

1	2	3	4	5	6	7	8
0,11	0,044	0,53	0,202	0,95	0,329	5,00	0,500
0,12	0,048	0,54	0,205	0,96	0,332		
0,13	0,052	0,55	0,209	0,97	0,334		
0,14	0,056	0,56	0,212	0,98	0,337		
0,15	0,060	0,57	0,216	0,99	0,339		
0,16	0,064	0,58	0,219	1,00	0,341		
0,17	0,068	0,59	0,22	1,01	0,344		
0,18	0,071	0,60	0,226	1,02	0,346		
0,19	0,075	0,61	0,229	1,03	0,349		
0,20	0,079	0,62	0,232	1,04	0,351		
0,21	0,083	0,63	0,236	1,05	0,353		
0,22	0,087	0,64	0,239	1,06	0,355		
0,23	0,091	0,65	0,242	1,07	0,358		
0,24	0,095	0,66	0,245	1,08	0,360		
0,25	0,099	0,67	0,249	1,09	0,362		
0,26	0,103	0,68	0,252	1,10	0,364		
0,27	0,106	0,69	0,255	1,11	0,367		
0,28	0,110	0,70	0,258	1,12	0,369		
0,29	0,114	0,71	0,261	1,13	0,371		
0,30	0,118	0,72	0,264	1,14	0,373		
0,31	0,123	0,72	0,267	1,15	0,375		
0,32	0,126	0,74	0,270	1,16	0,377		
0,33	0,129	0,75	0,273	1,17	0,379		
0,34	0,133	0,76	0,276	1,18	0,381		
0,35	0,137	0,77	0,279	1,19	0,383		
0,36	0,141	0,78	0,282	1,20	0,385		
0,37	0,144	0,79	0,285	1,21	0,387		
0,38	0,148	0,80	0,288	1,23	0,391		
0,39	0,152	0,81	0,291	1,25	0,394		
0,40	0,155	0,82	0,294	1,30	0,403		
0,41	0,159	0,83	0,297	1,35	0,412		

Таблица 9.5 – Варианты состояния покрытий с повреждениями

Вариант №	Состояние покрытия и характер повреждения
1	2
1	9, 14, 16, 17, 6, 2, 14, 19, 5, 10
2	2, 16, 17, 3, 4, 6, 18, 1, 14, 5
3	5, 8, 14, 17, 4, 8, 14, 2, 12, 13
4	4, 12, 15, 16, 2, 8, 16, 16, 19, 6
5	7, 8, 9, 2, 13, 16, 9, 14, 18, 2
6	3, 6, 17, 1, 9, 19, 5, 15, 9, 14
7	17, 19, 3, 11, 1, 9, 13, 2, 9, 14
8	8, 13, 16, 3, 12, 1, 8, 4, 5, 18
9	1, 19, 9, 2, 4, 15, 16, 18, 2, 4

Продолжение таблицы 9.5

1	2
10	3, 6, 8, 18, 6, 9, 1, 4, 17, 1
11	1, 2, 4, 4, 12, 13, 18, 5, 7, 15
12	8, 15, 1, 3, 4, 8, 6, 14, 16, 4
13	6, 13, 7, 8, 10, 4, 11, 14, 19, 2
14	2, 14, 10, 16, 19, 9, 10, 13, 14, 7
15	7, 13, 14, 1, 14, 16, 3, 12, 2, 19
16	2, 14, 16, 10, 10, 13, 1, 2, 4, 5
17	15, 16, 2, 13, 17, 8, 11, 15, 1, 3
18	10, 18, 19, 14, 1, 2, 12, 15, 2, 12
19	11, 17, 4, 7, 11, 4, 6, 11, 3, 10
20	1, 19, 8, 17, 8, 12, 3, 6, 4, 10

9.6 Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной работы.
2. Сбор и оформление полученной информации.
3. Расчет и анализ полученной информации.
4. Мероприятия по восстановлению и устранению разрушений.

10 Лабораторная работа № 3. Определение продольной и поперечной ровности покрытия

10.1 Общие сведения

Продольная ровность проезжей части: один из показателей качества дорожного покрытия, характеризующий взаимное воздействие транспортных средств и дорожной поверхности на вертикальные колебания транспортного средства и динамическую нагруженность дорожной одежды.

Продольная ровность поверхности дорожных покрытий оценивают по показателям, характеризующим плавность, удобство и безопасность движения автомобиля с расчётной скоростью. Поэтому в качестве наиболее эффективного показателя ровности дорожного покрытия были приняты колебания самого автомобиля при его движении по дороге. В качестве характеристики колебаний была принята их амплитуда. С увеличением неровностей увеличивается амплитуда и частота колебаний автомобиля. Сумма сжатия рессор на определенном участке дороги является условным показателем ровности покрытия, выражаемым в сантиметрах сжатия рессор на одном километре пути (см/км).

Для оценки ровности поверхности дорожных покрытий используется показатель измерений прибора ПКРС-2, выражаемый в см/км (S_n), в международной практике - международный индекс ровности, выраженный в м/км или мм/м IRI. Показатели S_n и IRI являются интегральными показателями и оценивают ровность поверхности проезжей части автомобильной дороги во всем диапазоне дорожных частот, на которые реагирует автотранспортное средство (АТС) при определённой скорости движения. Оба показателя являются косвенными, так как ровность поверхности покрытия оценивается не по результатам измерения его геометрических параметров, а по реакции динамической системы, «прокатываемой» по дороге. Различие показателей S_n и IRI состоит в том, что IRI - это расчётный показатель, получаемый при «прокатывании» 2-массовой линейной модели колебаний АТС по продольному профилю участка дороги. В приборе ПКРС-2 устройство для оценки ровности представляет собой конструкцию, имитирующую двухмассовую модель колебаний АТС, прицепляемую к буксирующему автомобилю. В обеих моделях (для S_n и IRI) для упрощения расчётов и получения аналитического решения не учитывается реально существующее трение в шине и конечность длины её отпечатка на покрытии. Разница между показателями IRI и расчётным значением показателя S_n (расчётным показателем, т.е. полученным аналитически, не экспериментально при прокатывании ПКРС-2 по участку дороги) обусловлена разницей в нормативных значениях скорости АТС при определении IRI (80 км/ч) и S_n (50 км/ч); и различием в параметрах ди-

намических систем, моделирующих «эталонный» АТС и прибор ПКРС. Различие в принимаемых размерностях устраняется простым масштабным множителем 100.

По принципу действия различают приборы:

1) регистрирующие геометрические параметры неровностей (количество, высоту и длину волны) - рейки, профилографы, виографы, уклономеры, профилометры, нивелиры и др.;

2) приборы импульсивного действия, измеряющие величину механического или электрического импульса или перемещения отдельных частей автомобиля при наезде на неровность, которые косвенно характеризуют ровность поверхности покрытия – толчкомеры, акселерометры (приборы, измеряющие ускорения при колебаниях масс) и др.;

3) приборы инерционного действия – динамометрический принцип ПКРС-2У, в котором измеряются вертикальные колебания подрессорной массы, возникающие в результате наезда на неровность и др.

Поперечную ровность проезжей части определяют с помощью рейки и профилографа. Простейшим прибором для оценки ровности является рейка длиной 2 м, 3 м или 4 м, которая прикладывается к покрытию. Под рейкой выявляются просветы, величину которых измеряют линейкой или клином. Эта величина показывает размеры неровности: отклонения от условной прямой линии поверхности.

В России для измерения продольной ровности используется рейка длиной 3 м. Для оценки поперечной ровности (колейности) используется укороченная рейка длиной 2 м при измерении по упрощенному способу, когда рейка укладывается на поверхность покрытия и под ней измеряются просветы. При измерении по способу вертикальных отметок применяется рейка длиной 3 м с подставочными стаканами, при помощи которых рейка выводится в горизонтальное положение, по отношению к которому определяются просветы. Измерение рейками требует больших затрат ручного труда, даёт приближённое значение ровности и не позволяет судить о колебаниях автомобиля при движении. Рейки применяют для контроля ровности для выборочного контроля ровности при эксплуатации дорог.

10.2 Приборы и инструменты для полевого обследования

Необходимо следующее оборудование для полевого обследования:

а) передвижная установка ПКРС-2У или данные по исследуемому участку;

б) рейка длиной 2 м, 3 м;

в) мел.

10.3 Измерение и оценка продольной и поперечной ровности дорожного покрытия

При оценке продольной ровности дорожных покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения в соответствии с ГОСТ 30412-96 и ГОСТ 30413-96. Сплошные измерения выполняют при обследовании участков дорог протяженностью более 1 км, выборочные - менее 1 км. Выборочные измерения выполняют при обследовании участков концентрации ДТП, опасных участков дорог, участков дорог, на которых произошло ДТП, отремонтированных участков.

Сплошные измерения продольной ровности покрытий осуществляют с помощью передвижной установки ПКРС-2У. Для измерения ровности допускается использование передвижных лабораторий, оборудованных толчкомерами ТХК-2, ИР-1 или ИВП-1. Могут быть использованы и другие приборы, имеющие необходимое метрологическое обеспечение, показания которых должны быть приведены к показаниям ПКРС-2У или толчкомера, установленного на один из базовых автомобилей.

Выборочные измерения продольной ровности выполняют с помощью нивелиров, трехметровых реек или многоопорных реек ПКР-4М.

Измерения продольной ровности дорожного покрытия с помощью передвижной установки ПКРС-2У производятся при постоянной скорости движения (50±5) км/ч. Измерения продольной ровности производят по правой полосе наката каждой

полосы движения. Требуемое количество измерений на 1 км дороги в зависимости от однородности поверхности покрытия колеблется от 2 до 6.

При проведении измерений толчкомером эксплуатационное состояние автомобиля должно соответствовать требованиям технического паспорта: давление в шинах, состояние рессор и амортизаторов, допуск люфтов в пальцах и серьгах рессор. Спидометр или датчик пройденного пути необходимо предварительно откалибровать.

Измерение ровности с помощью толчкомера производится при движении автомобиля строго по полосам наката.

Состояние покрытия проезжей части автомобильных дорог по продольной ровности оценивают путем сравнения фактических показателей ровности с предельно допустимыми. Дорожное покрытие удовлетворяет требуемым условиям эксплуатации по ровности, если величина фактического показателя ровности меньше предельно допустимого значения или равна этому значению (таблица 10.1).

Таблица 10.1 - Стандартные значения ровности дорожного полотна

Интенсивность движения, авт./сут	Категория дороги	Тип дорожной одежды	Предельно допустимые показатели продольной ровности, см/км			Допустимое количество просветов под 3-метровой рейкой, превышающих указанные в СНиП 3.06.03-85, %
			По прибору ПКРС-2У	По толчкомеру ТХК-2, установленному на автомобиле		
				УАЗ-2206	ГАЗ-31022 «Газель»	
Более 7000	I	Капитальный	540	100	220	6
3000-7000	II		660	120	270	7
1000-3000	III	Капитальный	860	170	350	9
		Облегченный	1100	240	460	12
500-1000	IV	Облегченный	1200	265	500	14
200-500		Переходный	–	340	510	–
До 200	V	Низший	–	510	720	–

Измерения параметров колеи (поперечной ровности) в процессе диагностики выполняют в соответствии с ОДМ «Методика измерений и оценки эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи» по упрощенному варианту с помощью 2-метровой рейки и измерительного щупа.

Измерения производят по правой внешней полосе наката в прямом и обратном направлении на участках, где при визуальном осмотре установлено наличие колеи.

Количество створов измерений 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. Протяженность такого участка может колебаться от 20 м до нескольких километров. Самостоятельный участок разбивается на измерительные участки длиной по 100 м каждый.

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. При этом последний створ предыдущего измерительного участка становится первым створом последующего и имеет номер 5/1.

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

Рейку укладывают на выпоры внешней колеи и берут один отсчет $h_к$ в точке, соответствующей наибольшему углублению колеи в каждом створе, при помощи измерительного щупа, устанавливаемого вертикально, с точностью до 1 мм; при отсутствии выпоров рейку укладывают на проезжую часть таким образом, чтобы перекрыть измеряемую колею.

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

Измеренная в каждом створе глубина колеи записывается в ведомость, форма которой с примером заполнения приведена в таблица 10.2.

По каждому измерительному участку определяют расчетную глубину колеи. Для этого анализируют результаты измерений в 5 створах измерительного участка, отбрасывают самую большую величину, а следующую за ней величину глубины колеи в убывающем ряде принимают за расчетную на данном измерительном участке ($h_{КН}$).

Расчетную глубину колеи для самостоятельного участка определяют как среднеарифметическую из всех значений расчетной глубины колеи на измерительных участках, мм:

$$h_{КС} = \frac{\sum_{1}^{n} h_{КН}}{n} \qquad (10.1)$$

Таблица 10.2 - Ведомость измерения глубины колеи

Номер самостоятельного участка	Привязка к километражу и протяженность	Длина измерительного участка l, м	Глубина колеи по створам		Расчетная глубина колеи $h_{КН}$, мм	Средняя расчетная глубина колеи $h_{КС}$, мм
			номер створа	глубина колеи $h_к$, мм		
1	от км 20+150 до км 20+380, L = 230 м	100	1	11	13	12,7
			2	8		
			3	12		
			4	17		
			5/1	13		
		100	2	16	13	
			3	10		
			4	13		
			5/1	11		
		30	2	9	12	
			3	14		
			4	12		
			5	7		

Оценку эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи производят по каждому самостоятельному участку путем сравнения средней расчетной глубины колеи h_{KC} с допустимыми и предельно допустимыми значениями (таблица 10.3).

Таблица 10.3 - Шкала оценки состояния дорог по параметрам колеи, измеренным по упрощенной методике

Расчетная скорость движения, км/ч	Глубина колеи, мм	
	допустимая	предельно допустимая
>120	4	20
120	7	20
100	12	20
80	25	30
60 и меньше	30	35

Участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений относятся к опасным для движения автомобилей и требуют немедленного проведения работ по устранению колеи.

10.4 Обработка результатов измерений

Ровность покрытия в продольном направлении измеряли с помощью ПКРС-2У согласно ГОСТ 30412-96 «Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий». В ведомости приведены максимальные значения показателя ровности на каждом километре (таблица 10.4).

Таблица 10.4 - Ведомость показателя ровности в продольном направлении прибором ПКРС-2У

Адрес начала микроучастка, км	Показания прибора, см/км
264,000	340
265,000	640
266,000	395
267,000	480
268,000	850

Ровность покрытия в поперечном направлении (колейность) измеряли, руководствуясь методикой ОДМ «Методика измерения и оценки эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи», 2-метровой рейкой. Работы выполняли путем приложения рейки на выпоры колеи (упрощенный метод), со взятием отсчета по вертикали между нижней опорной гранью рейки и дном колеи (таблица 10.5). Участок расположения моста из рассмотрения исключаем.

Таблица 10.5 - Ведомость параметра ровности в поперечном направлении (колеи) по упрощенному методу измерения

Адрес начала микроучастка, км	Глубина колеи, мм
264,000	2
264,400	4
265,100	10
265,550	8
266,200	0
267,150	26
268,000	17

10.5 Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной работы.
2. Сбор и оформление полученной информации.
3. Анализ полученной информации.

11 Лабораторная работа № 4. Расчёт объёмов снегопереноса и объёмов снега, подлежащего уборке

11.1 Общие сведения

Данная работа посвящена решению очень важного вопроса эксплуатации автомобильных дорог в зимний период.

Цель зимнего содержания дорог – обеспечение безопасного движения автомобилей с заданными скоростями и нагрузками, защита дороги, зданий и сооружений на ней от неестественного физического износа. Эта цель достигается путем защиты и очистки дорог от снежных заносов, лавин, предотвращения образования и устранения возникающей ледяной корки на проезжей части, борьбы с наледями.

В процессе выполнения лабораторной работы необходимо решить следующие задачи:

– проанализировать природно-климатические условия работы автомобильной дороги в зимний период;

– выявить снегозаносимые участки, определить объемы снегоприноса;

– определить средства борьбы с зимней скользкостью.

11.1.1 Климатическая характеристика г. Оренбурга

Климатические условия г. Оренбурга характеризуются резко континентальным климатом. Особенностью зимы является циклоническая деятельность, сопровождаемая усилением западного переноса, что наиболее четко проявляется в распределении температуры воздуха. В годы с активной циклонической деятельностью зимы бывают более снежные и теплые. На карте климатического районирования Оренбург относится к III-А климатическому району.

11.1.2 Выявление снегозаносимых участков

Снегозаносимостью называют подверженность дорог снежным заносам. Количественно снегозаносимость определяется как отношение объема снега, отложившегося на дорожном полотне к общему объему снега, принесенного метелью к дороге.

По степени снегозаносимости различают следующие категории заносимых участков:

– слабозаносимые – насыпи от $H_п$=0,59 м до $H_н$=1,09 м; пересечения в одном уровне; насыпи с барьером безопасности;

– среднезаносимые – раскрытые выемки; полувыемки-полунасыпи; нулевые места и невысокие насыпи ниже $H_п$=0,59 м; дороги, проходящие через населенные пункты;

– сильнозаносимые – нераскрытые выемки, подветренный откос которых не может вместить снег, приносимый метелями и выпадающий при снегопадах; все выемки на кривых.

– незаносимые-насыпи более $H_п$=1,09 м; выемки ниже $H_в$=5 м, а также нераскрытые выемки, подветренный откос которых может вместить весь снег на дорогу за зиму.

11.1.3 Определение объема снегоприноса

Снегопринос – объем снега, приносимого на погонную длину 1 м дороги в единицу времени. Он зависит от размеров бассейна снегоприноса, ориентации дороги относительно направления преобладающих ветров, толщины снежного покрова, плотности, температуры и влажности снега, силы ветра и других факторов.

Объем снегоприноса определяется по участкам:

$$W_{П} = \frac{\xi \cdot \sin\alpha}{\rho_c \cdot \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{L_Э}\right)} \cdot W_a, \qquad (11.1)$$

где W_n – объем снегоприноса, м^3/м;

ξ – коэффициент сдувания твердых осадков, ξ=0,5;

α – угол между направлением господствующего ветра и направлением рассматриваемого участка дороги;

ρ_c – плотность снега, ρ_c = 0,4 т/м^3;

L – путь, который проходит метель от границы бассейна до дороги, L=∞;

$L_э$ – предельная дальность снегоприноса, $L_э$ = 0,5 км;

W_a – общее число твердых осадков за зиму.

11.1.4 Расчистка снежных отложений

Цель снегоочистки – полностью удалить выпадающий снег или в кратчайшие сроки убрать с проезжей части и обочин уже выпавший снег. Снегоочистка состоит из двух технологических операций – резание и транспортировка снега. Основным процессом, определяющим производительность снегоочистки, является процесс резания, то есть отделение от снежного массива пластов режущим органом очистительных машин.

Наиболее широко распространена патрульная снегоочистка. Технология патрульной снегоочистки сводится к следующему: при небольших снегопадах или малой интенсивности метели снег очищают одноотвальными скоростными плужными снегоочистителями типа Д-666. При скорости движения от 30 до 40 км/ч снег отбрасывают отвалом без образования на проезжей части валов. С увеличением скорости движения от 60 до 80 км/ч снег отбрасывают отвалом на расстояние от 10 до 20 м, и

эффективность патрульной очистки возрастает, поскольку на обочинах не образуются снежные валы.

Патрульную очистку ведут продольными проходами, смещаясь от оси к обочинам. Если снегопад не превышает 3-5 см/ч, то возможно применение одиночной машины. В противном случае, а так же при интенсивном движении, работу ведут отрядом снегоочистителей: машины движутся в одном направлении от 30 до 60 м друг от друга с перекрытием следа на 30 - 50 см. За один проход снег удаляется со всей полосы движения.

Необходимое число машин для патрульной очистки автомобильной дороги определяется по формуле:

$$N = \frac{2 \cdot L \cdot n}{V \cdot K_u \cdot t_n}, \qquad (11.2)$$

где L – длина обслуживаемой автомобильной дороги, км;

n – число проходов снегоочистителей, необходимое для полной уборки снега с половины ширины дорожного полотна, n=3;

V – рабочая скорость снегоочистителя, V=30÷40 км/ч;

K_u – коэффициент использования машины в течение смены, K_u=0,7;

t_n – время между проходами снегоочистителей.

11.1.5 Борьба с зимней скользкостью

Все мероприятия по борьбе с зимней скользкостью можно разделить на три группы по целевой направленности:

– мероприятия, направленные на снижение отрицательного воздействия образовавшейся зимней скользкости (повышение коэффициента сцепления путем россыпи фрикционных материалов);

– мероприятия, направленные на скорейшее удаление с покрытия ледяного и снежного покровов с применением различных методов;

– мероприятия, направленные на предотвращение образования снеголедного слоя или ослабления его сцепления с покрытием.

В практике зимнего содержания для борьбы с зимней скользкостью применяют фрикционные, химические, физико-химические и другие комбинированные методы.

Суть фрикционного метода состоит в том, что по поверхности ледяного или стеклоледяного слоя рассыпают песок, мелкий гравий, отходы дробления и другие материалы с размером частиц не более 5-6 мм без примесей глины. Рассыпаемый материал повышает коэффициент сцепления до 0,3 но задерживается на проезжей части короткое время.

Значительно большее распространение получил комбинированный химико-фрикционный метод, когда рассыпают фрикционные материалы с твердыми хлоридами NaCl, $NaCl_2$.

Песчано-солевую смесь готовят на базах путем смешивания фрикционных материалов с кристаллической солью в отношении 1:4. Смеси распределяют пескоразбрызгивателями или комбинированными дорожными машинами с универсальным оборудованием типов КДМ-130, ЭД-403.

Химический способ борьбы заключается в применении для плавления снега и льда, твердых или жидких химических веществ, содержащих хлористые соли.

Комбинированный способ состоит в распределении по снежному накату твердых или жидких хлоридов, которые расплавляют или ослабляют снежноледный слой, после чего снежную массу убирают плужными или плужнощеточными очистителями, а при их отсутствии автогрейдером.

Необходимое количество противогололедных материалов:

$$Q = L \cdot B \cdot a \cdot n, \qquad (11.3)$$

где L – расстояние между базами, L=40÷50 км;

B – ширина проезжей части, м;

a – норма распределения противогололедных материалов, м^3/тыс.м^2; песко-соляная смесь – 0,1÷0,2 м^3/тыс.м^2, песок – 0,3÷0,4 м^3/тыс.м^2;

n – число попыток за сезон, n=17.

Далее необходимо рассчитать потребность в распределительных машинах:

$$N_{100} = \frac{105}{T} \cdot \left[\frac{a \cdot b}{G} \left(t + 0{,}5 \cdot \frac{L}{V} \right) + \frac{1}{V_p} \right], \qquad (11.4)$$

где N_{100} – потребность в распределительных машинах на 100 км;

T – время, в течение которого требуется ликвидировать зимнюю скользкость, T = 5 ч;

b – ширина распределения противогололедных материалов, м;

G – вместимость кузова, G = 4,6 м;

t – время погрузки распределителя, t = 0,4 ч;

V – средняя скорость автомобиля в груженом состоянии, V = 60 км/ч;

V_p – рабочая скорость при распределении противогололедных материалов, V_p = 30 км/ч.

Количество машин необходимых на данном участке:

$$N = N_{100} \cdot \frac{L}{100} \qquad (11.5)$$

11.2 Сбор и оформление полученной информации

Определить климатические характеристики г. Оренбурга (gismeteo.ru или др.), максимальное среднегодовое количество осадков, минимальное, среднее количество осадков за год. Максимальное количество осадков выпадающих в течение одних суток. Средняя величина снежного покрова, максимальная и минимальная, полученные данные заносим в таблицу 11.1, 11.2.

Таблица 11.1 – Погодно-климатические характеристики

Показатели	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя температура воздуха, °С												
Среднемесячная температура поверхности почвы, °С												
Среднее количество осадков, мм												
Число дней с осадками более 5 мм												

Таблица 11.2 – Ветры зимой

Месяц	Направление ветра								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
XII									
I									
II									

По полученным данным таблицы 11.2 строим «Розу ветров», и сопоставляем с положением направления участка дороги выбранного для исследования (данные из лабораторной работы №1). Определяем угол α между направлением господствую-

щего ветра и направлением рассматриваемого участка дороги. Рассчитываем объем снегоприноса для каждого участка дороги.

Рассчитываем необходимое число машин для патрульной очистки автомобильной дороги (формула 11.2).

Для борьбы с зимней скользкостью рассчитываем необходимое количество противогололедных материалов и количество машин необходимых на данном участке.

11.3 Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной работы.
2. Сбор и оформление полученной информации.
3. Анализ полученной информации.

12 Лабораторная работа № 5. Определение характеристик транспортного потока

12.1 Общие сведения

Эффективная работа автомобильного транспорта обеспечивается тогда, когда транспортно-эксплуатационное состояние дорог соответствует нормативным требованиям.

Важными показателями, отражающими соответствие дорог нормативным требованиям, являются фактическая максимальная скорость одиночного легкового автомобиля и средняя скорость транспортного потока, пропускная способность и уровень загрузки движением. Указанные параметры наряду с показателем безопасности движения автомобилей не только отражают транспортно-эксплуатационное состоя-

ние дорог в различные периоды года, но также позволяют оценить эффективность мероприятий по ремонту дорог и организации движения.

Лабораторная работа включает в себя визуальный учет интенсивности и состава движения, измерение скоростей движения транспортных средств, статистическую обработку результатов обследования, расчет уровня загрузки дороги, определение фактической максимальной скорости свободного движения и средних скоростей движения.

Интенсивность движения транспорта определяется количеством транспортных средств, проходящих через сечение магистрали в единицу времени (час, сутки, год) в одном или двух направлениях.

За единицу выражения интенсивности приняты натуральные и приведенные единицы.

Натуральными единицами являются различные виды транспорта: легковые и грузовые автомобили, автопоезд, автобус, троллейбус, велосипед, мототранспорт.

За приведенную единицу измерения принят легковой автомобиль, остальные транспортные средства приводятся к легковому автомобилю с помощью коэффициентов приведения по формуле:

$$N_{пр} = \sum_{i=1}^{m} k_i \cdot N_{i\ нат} \qquad (12.1)$$

где $N_{пр}$ – интенсивность движения транспорта в приведенных единицах;

k_i – коэффициент приведения i-го вида транспорта к легковому автомобилю, принимаемый по таблице 12.1;

$N_{i\ нат}$ – интенсивность движения i-го вида транспорта в натуральных единицах.

Таблица 12.1 - Коэффициенты приведения i-го вида транспорта к легковому автомобилю

Транспортные средства	Коэффициент приведения
Легковые автомобили	1
Мотоциклы с коляской	0,75
Мотоциклы и мопеды	0,5
Велосипеды	0,3
Автобусы	
особо малой вместимости (15–25 пасс.)	1,25
малой вместимости (25–50 пасс.)	1,5
средней вместимости (50–75 пасс.)	2
большой вместимости (75–100 пасс.)	2,5
особо большой вместимости сочлененные (более100 пасс.)	4
Троллейбусы	3
Сочлененные троллейбусы	4
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2	1,5
до 6	2
до 8	2,5
до 14	3
св. 14	3,5
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12	3,5
до 20	4
до 30	5
св. 30	6

Интенсивность движения, соответствующая каждому часу суток N_i (авт./ч) вычисляют по формуле:

$$N_i = \frac{N \cdot K_i}{K}, \qquad (12.2)$$

где K – коэффициент, соответствующий часу измерения интенсивности;

K_i – коэффициент, соответствующий i-му часу суток (таблица 2.5.2).

Таблица 12.2 – Коэффициенты пересчета интенсивности движения от времени суток

Часы суток	*K*	Часы суток	*K*
0 - 1	0,08	12 - 13	0,74
1 - 2	0,02	13 - 14	0,75
2 - 3	0,01	14 - 15	0,83
3 - 4	0,02	15 - 16	0,97
4 - 5	0,06	16 - 17	1,05
5 - 6	0,14	17 - 18	0,95
6 - 7	0,27	18 - 19	0,79
7 - 8	0,30	19 - 20	0,47
8 - 9	0,52	20 - 21	0,26
9 - 10	0,68	21 - 22	0,24
10 - 11	1,00	22 - 23	0,19
11 - 12	0,84	23 - 24	0,12

На основе полученных данных строят гистограмму распределения интенсивности движения по часам суток. Суточную интенсивность $N_{сут}$ (авт./ч) определяют как сумму часовых интенсивностей:

$$N_{сут} = \sum_{i=1}^{24} N_i \qquad (12.3)$$

Уровень загрузки дороги движением *Z* рассчитывают для самого насыщенного движением часа суток по формуле:

$$Z = \frac{N_{пр}}{P}, \qquad (12.4)$$

где P – пропускная способность участка дороги, авт./ч.

Пропускная способность автомобильной дороги определяется по формуле:

$$P = P_{max} \cdot \beta_{итог}, \qquad (12.5)$$

где P_{max} – максимальная теоретическая пропускная способность эталонного-участка дороги, авт./ч.

Однополосные дороги, имеющие разъезды в оба направления P_{max} = 800

Двухполосные дороги P_{max} = 2000

Трехполосные P_{max} = 4000

$\beta_{итог}$ – итоговый коэффициент снижения пропускной способности, равный произведению частных коэффициентов, определяемых по таблице 12.3 – 12.6

Таблица 12.3 – Значение частных коэффициентов β_i, учитывающих влияние дорожных условий

Коэффициент	Описание факторов	Численные значения					
		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
β_1	Ширина полосы движения, м	<3	3,5	>3,75			
	Двухполосная дорога	0,85	0,90	1			
β_2	Ширина обочины, м	3	2,5	2	1,5		
		0,97	0,92	0,8	0,7		
β_3	Расстояние видимости, м	<50	50-100	100-150	150-250	250-350	>350
		0,69	0,73	0,84	0,90	0,98	1
β_4	Радиус кривой в плане, м	<100	100-250	250-450	450-600	>600	
		0,85	0,90	0,96	0,99	1	
β_5	Расстояние от кромки проезжей части до препятствии на обочине, м	2,5	2,0	1,5	1	0,5	
		0,98	0,95	0,94	0,87	0,80	
β_6	Ограничения скорости движения, км/ч	40	50	60			
		0,96	0,98	1			
β_7	Тип обочин	Укрепленные щебнем		Укрепленные дерном		Грунтовые	
		0,99		0,95		0,90	
β_8	Тип покрытия	Шероховатый асфальтобетон		Гладкий асфальтобетон	Грунтов. в хорошем состоянии	Щебеночное	
		1		0,91	0,90	0,89	

Продолжение таблицы 12.3

1	2	3	4	5	6	7	8
β_9	Наличие разметки	Осевая		Осевая-краевая	Указатели полос движения		
		1,02		1,05	1,1		

Таблица 12.4 - Значение частного коэффициента β_{10}, учитывающего влияние продольного уклона и длины подъема

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	Значение β_{10} при доле автомобильных поездов в потоке, %			
		2	5	10	15
1	2	3	4	5	6
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89
	500	0,97	0,94	0,92	0,87
	800	0,96	0,92	0,90	0,84
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86
	500	0,95	0,93	0,91	0,83
	800	0,93	0,90	0,88	0,80
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80
	500	0,91	0,88	0,83	0,76
	800	0,88	0,85	0,80	0,72
50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
	500	0,86	0,80	0,75	0,70
	800	0,82	0,76	0,71	0,64
60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
	500	0,71	0,71	0,64	0,55
	800	0,70	0,63	0,53	0,47
70	200	0,75	0,68	0,60	0,55
	300	0,63	0,55	0,48	0,41

Таблица 12.5 - Значения частного коэффициента β_{11}, учитывающего влияние автопоездов и грузовых автомобилей в потоке

Количество автопоездов в потоке, %	Значение β_{11} и при доле легких и средних грузовых автомобилей, %			
	10	20	50	60
1	2	3	4	5
5	0,97	0,96	0,91	0,88
10	0,95	0,93	0,88	0,85

Продолжение таблицы 12.5

1	2	3	4	5
15	0,92	0,90	0,85	0,82
20	0,90	0,87	0,82	0,79
25	0,87	0,84	0,79	0,76

Таблица 12.6 - Значения частного коэффициента β_{12}, учитывающего влияние автобусов в потоке

Доля автобусов в потоке, %	Значение β_{11} при доле легковых автомобилей в потоке			
	50	40	30	20
5	0,75	0,72	0,71	0,69
10	0,73	0,71	0,69	0,67
15	0,71	0,69	0,67	0,66
20	0,69	0,68	0,66	0,64

Полученное значение уровня загрузки Z сравнивают с предельно допустимым значением, которое составляет: для дорог I категории – 0,6; для дорог II и III категории – 0,7; для дорог IV категории – 0,75.

Скорость движения определяют отдельно для легковых, грузовых автомобилей и автобусов.

Расчет средневзвешенной скорости движения транспортного потока производится в следующей последовательности:

Среднее время проезда $t_{ср.i}$ (с), транспортными средствами определяется по формуле:

$$t_{ср.i} = \frac{t_1 + t_2 + ... + t_n}{n}, \qquad (12.6)$$

где t_1, t_2, … t_n – результаты отдельных измерений времени проезда транспортными средствами данного вида участка улицы или дороги длиной l м;

n – число отдельных измерений времени проезда транспортными средствами данного вида участка улицы или дороги длиной l м.

Средняя скорость движения транспортных средств определяется по формуле, км/ч:

$$V_{ср.i} = \frac{3{,}6 \cdot l}{t_i} \qquad (12.7)$$

Средневзвешенная скорость движения транспортного потока, км/ч:

$$V_{ср.вз} = \frac{\sum V_{ср.i} \cdot N_{час.i}}{\sum N_{час.i}}, \qquad (12.8)$$

где $N_{час.i.}$ – часовая интенсивность движения i-го вида транспорта в потоке.

12.2 Необходимое оборудование и приборы

Обязательные:

а) лазерный дальномер;

б) секундомер или измеритель скорости движения транспортных средств дистанционный «Барьер-2М»;

в) вешки и мел.

12.3 Порядок выполнения и оформления работы

На обследуемой дороге фиксируют количество автомобилей, прошедших по участку дороги за единицу времени (один час) по всем полосам движения.

Результаты измерений записывают в таблицу 2.5.7, выделяя типы транспортных средств.

Таблица 12.7 – Распределение транспортных средств по интервалам скоростей

Типы транспортных средств	Количество транспортных средств	Проценты от общего количества	Коэффициенты приведения к легковому автомобилю
1	2	3	4
Легковые автомобили			
Мотоциклы с коляской			
Мотоциклы и мопеды			
Велосипеды			
Автобусы			
особо малой вместимости			
малой вместимости			
средней вместимости			
большой вместимости			
особо большой вместимости сочлененные			
Троллейбусы			
Сочлененные троллейбусы			
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:			
особо большой вместимости сочлененные			
Троллейбусы			
Сочлененные троллейбусы			
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:			
до 2			
до 6			
до 8			
до 14			
св. 14			
Автопоезда грузоподъемностью, т:			
до 12			
до 20			
до 30			
св. 30			
	Σ=	100%	

Определение скорости движения проводятся учетчиками визуальным методом с помощью секундомеров, так же возможно измерение скорости с помощью дистанционного измерителя «Барьер-2М». При работе с секундомером замеряется время прохождения участка определенной длины (базового расстояния), 20 – 30 м, при высоких скоростях – 50 – 60 м. Участок для измерения скоростей выбирается на перегоне, на расстоянии не менее 50 м от перекрестков и от остановочных пунктов, в зоне, где транспорт движется с установившейся скоростью.

Для удобства целесообразно выбрать участок между двумя смежными опорами освещения. С помощью лазерного дальномера замеряется длина участка. Скорости замеряют два учетчика. В момент пересечения передними колесами автомобиля границы начала участка включается секундомер, при пересечении передними колесами границы конца участка секундомер выключается и записывается время.

Скорости замеряются для всех видов транспортных средств, имеющихся в потоке. Первый учетчик выбирает в потоке транспортное средство, сообщает об этом второму учетчику и дает ему команду включить секундомер в момент прохождения начала участка. Второй учетчик включает секундомер по сигналу первого учетчика, выключает в момент прохождения конца участка и записывает время движения. Следует провести 100 замеров скоростей.

Измерение скорости с помощью дистанционного измерителя «Барьер-2М», производят согласно инструкции по эксплуатации на данный прибор.

По полученным данным строят графики распределения скоростей движения обследованных транспортных средств. Скорости рекомендуется группировать по интервалам в 5 км/ч. В пределах каждого интервала (15–20, 20–25, 25–30 и т.д., км/ч) определяется количество зарегистрированных транспортных средств.

Оформление следует представить в табличной форме (таблица 12.8) суммарно по всем обследованным транспортным средствам. Для группировки скоростей по интервалам необходимо определить затраты времени, соответствующие граничным значениям интервалов по формуле:

$$t_i = \frac{3{,}6 \cdot l}{V_i}, \qquad (12.9)$$

где l – длина участка где происходят измерения скорости, м.;

V_i – значения скорости, км/ч.

Таблица 12.8 - Распределение транспортных средств по интервалам скоростей

Интервалы времени, с	Интервалы скоростей, км/ч	Вид транспортных средств	Количество транспортных средств, N_i	Накопленные частоты
	15–20	Легковые автомобили		
		Мотоциклы		
		Велосипеды		
		Автобусы		
		Троллейбусы		
		Грузовые автомобили		
		Автопоезда		

Построить график распределение транспортных средств по интервалам скоростей (Количество транспортных средств – Скорость движения), кумулята распределения транспортных средств по интервалам скоростей (Накопленные частоты – Скорость движения) из которого определяется $V_{85\%}$ – скорость, с которой и ниже которой движется 85 % транспортных средств.

12.4 Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной работы.
2. Сбор и оформление полученной информации.
3. Анализ полученной информации.

13 Лабораторная работа № 6. Комплексная оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги

13.1 Общие сведения

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния дороги осуществляют по степени соответствия нормативным требованиям основных транспортно-эксплуатационных показателей дороги, которые приняты за ее потребительские свойства.

Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (ТЭС АД) предназначена для обоснования необходимости и очередности проведения ремонтных мероприятий и оценки деятельности дорожных организаций.

При комплексной оценке ТЭС АД определяют обобщенный показатель качества и состояния дороги $П_д$, включающий в себя комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги $КП_д$, показатель инженерного оборудования и обустройства $К_{об}$ ($К_{об}$ = 1) и показатель уровня эксплуатационного содержания $К_э$ ($К_э$ = 0,96):

$$П_д = КП_д \cdot К_{об} \cdot К_э \qquad (13.1)$$

Транспортно-эксплуатационное состояние каждого характерного отрезка дороги оценивают итоговым коэффициентом обеспеченности расчетной скорости $К_{рсi}^{итог}$, который принимают за комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги на данном отрезке:

$$КП_{дi} = К_{рсi}^{итог} \qquad (13.2)$$

Значение итогового коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{рсi}^{итог}$ на каждом участке для осенне-весеннего расчетного по условиям движения периода

года принимают равным наименьшему из всех частных коэффициентов на этом участке

$$K_{pci}^{итог} = K_{pci}^{\min} \qquad (13.3)$$

Для получения итогового значения коэффициента обеспеченности расчетной скорости определяют частные коэффициенты, учитывающие ширину основной укрепленной поверхности (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}.

Лабораторная работа включает в себя оценку транспортно-эксплуатационного состояния на основе данных измерений, обработанных в лабораторных работах №1,2,3,5.

13.2 Оценка влияния параметров и характеристик дорог на комплексный показатель

Коэффициент учитывающий ширину основной укрепленной поверхности и ширину габарита моста – K_{PC1}, определяется по таблице 13.1.

Таблица 13.1 - Значения коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC1}, учитывающего влияние ширины основной укрепленной поверхности дороги для двухполосных дорог

Ширина основной укрепленной поверхности, м	Интенсивность движения, авт./сут. (физических ед.)			
	менее 600	600-1200	1200-3600	3600-10000
1	2	3	4	5
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	–	–
1	2	3	4	5
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

При наличии на обочине краевой укрепленной полосы и (или) укрепленных различными материалами, а также неукрепленных полос значения K_{PC2} определяют как средневзвешенную величину для данных типов укрепления по формуле:

$$K_{PC2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i \cdot K_{PC2i}}{B_{ОБ}}, \qquad (13.4)$$

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;

$B_{ОБ}$ – общая ширина обочины, м;

n – количество типов укреплений на обочине.

Таблица 13.2 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC2}, учитывающего влияние ширины и состояния обочин

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

Частный коэффициент K_{PC3} определяют в зависимости от интенсивности и состава движения по формуле:

$$K_{PC3} = K_{PC1} - \Delta K_{PC}, \qquad (13.5)$$

где ΔK_{PC} – снижение коэффициента обеспеченности расчетной скорости под влиянием интенсивности и состава движения, значение которого приведено в таблице 13.3.

Таблица 13.3 - Значения ΔK_{PC}, учитывающего влияние интенсивности и состава движения, на двухполосных и трехполосных дорогах

Интенсивность движения, тыс. авт./сут.	Значения ΔK_{PC}									
	Для двухполосных дорог при β, равном					Для трехполосных дорог при β, равном				
	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.

Частный коэффициент K_{PC4} определяют по величине продольного уклона для расчетного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года и фактического расстояния видимости поверхности дороги при движении на подъем (таблица 13.4) и на спуск (таблица 13.5). При этом между точками перелома продольного профиля допускается принимать величину уклона постоянной без учета его смягчения на вертикальных кривых.

Таблица 13.4 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC4}, учитывающего влияние продольных уклонов при движении на подъем

Параметры	Значения							
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

Таблица 13.5 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC4}, учитывающего влияние продольных уклонов и видимость поверхности дороги при движении на спуск

Значения K_{PC4}:	Видимость, м	Продольный уклон, ‰							
		0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	более 80
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

Частный коэффициент K_{PC5} определяют по величине радиуса кривой в плане и уклона виража по таблице 13.6 для расчетного состояния поверхности дороги в ве-

сенне-осенний период года, которое принимают с учетом типа и ширины укрепления обочин.

Таблица 13.6 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC5}, учитывающего влияние радиуса кривых в плане и поперечного уклона виража

Поперечный уклон виража, ‰	Коэффициент обеспеченности расчетной скорости K_{PC5} при радиусе кривой в плане, м										
	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

Частный коэффициент K_{PC6} определяют по величине суммы неровностей покрытия проезжей части (таблица 13.7). В расчет принимают худший из показателей ровности для различных полос на данном участке.

Таблица 13.7 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC6}, учитывающего продольную ровность покрытия

Ровность по толчкомеру ТХК-2, см/км	Значение K_{PC6}	Ровность по ПКРС-2, см/км	Значение K_{PC6}
1	2	3	4
до 60	1,25	до 300	1,25
70	1,15	350	1,20
80	1,07	400	1,12
90	0,96	500	0,98
100	0,92	600	0,84
120	0,75	700	0,72
140	0,67	800	0,65
160	0,63	900	0,59
200	0,57	1000	0,55

Продолжение таблицы 13.7

1	2	3	4
250	0,50	1100	0,51
300	0,43	1200	0,43
350	0,37	1400	0,33
400	0,31	1600	0,28
450	0,25	1800	0,24
более 500	0,20	2000	0,20

Таблица 13.8 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РС7}$, учитывающего влияние коэффициента сцепления колеса с покрытием

Категория дороги	Значения $К_{РС7}$ при коэффициенте сцепления дорожного покрытия φ						
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
I-А	0,66	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	0,99
I-Б, II	0,62	0,66	0,73	0,77	0,83	0,88	0,92
III	0,59	0,57	0,69	0,73	0,77	0,82	0,86
IV	0,53	0,51	0,60	0,64	0,68	0,71	0,74
V	0,43	0,41	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58

Частный коэффициент $К_{РС7}$ определяют по измеренной величине коэффициента сцепления, при расстоянии видимости поверхности дороги, равном нормативному для данной категории дороги (таблица 13.8). В расчет принимают наиболее низкий из коэффициентов сцепления по полосам движения на данном участке.

Частный коэффициент $К_{РС8}$ определяют в зависимости от состояния покрытия и прочности дорожной одежды только на тех участках, где визуально установлено наличие трещин, колейности, просадок или проломов, а коэффициент обеспеченности расчетной скорости по ровности меньше нормативного для данной категории дороги. Величину $К_{РС8}$ определяют по формуле:

$$К_{РС8} = \rho_{СР} \cdot КП_{Н}, \qquad (13.6)$$

где $\rho_{СР}$ – средневзвешенный показатель, учитывающий состояние покрытия и прочность дорожной одежды на однотипном участке;

$КП_Н$ - нормативное значение комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги ($КП_Н$ = 1 и $КП_П$ = 0,75).

$$\rho_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^{n} l_i}, \qquad (13.7)$$

где ρ_i и l_i – соответствующие показатель и протяженность частных микроучастков i с практически одинаковым состоянием дорожной одежды;

n – количество частных микроучастков в составе однотипного участка.

Виды дефектов и их оценка в баллах и соответствующие значения показателя ρ_i для вычисления $К_{РС8}$ принимаются из лабораторной работы №2 таблицы 9.2.

Частный коэффициент $К_{РС9}$ определяют в зависимости от величины параметров колеи в соответствии с таблицей 13.9.

Таблица 13.9 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РС9}$, учитывающего ровность в поперечном направлении

Параметры колеи		Значения $К_{РС9}$
Глубина колеи под уложенной на выпоры рейкой, мм	Общая глубина колеи относительно правого выпора, мм	
≤ 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

Частный коэффициент $К_{РС10}$ определяют на основе сведений о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) по величине коэффициента относительной аварийности. В качестве характерных по безопасности движения выделяют отрезки до-

роги длиной по 1 км, на которых за последние 3 года произошли ДТП. Для каждого такого участка вычисляют относительный коэффициент аварийности по формуле, ДТП/1 млн. авт. км.:

$$И = \frac{ДТП \cdot 10^6}{365 \cdot N \cdot n}, \qquad (13.8)$$

где $ДТП$ – число ДТП за последние n лет (n = 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 $К_{РС10}$ определяют по таблице 13.10.

Таблица 13.10 - Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости $К_{РС10}$, учитывающего безопасность движения

Показатели	Значения								
Значения коэффициента относительной аварийности, ДТП/1 млн. 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	более 1,5
Значение $К_{РС10}$	1,25	1,0	0,85	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2

13.3 Обработка полученной информации для определения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги

По полученным данным заполняется сводная таблица 13.11.

Таблица 13.11 - Значения транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги

Параметры		Значения
Категория дороги		
Продольные уклоны, ‰		
Тип дорожной одежды		
Состояние покрытия, баллы		
Ровность покрытия по ПРС 2-У, см/км		
Глубина колеи, мм		
Коэффициент сцепления		
Приведенная к расчетному грузовому автомобилю интенсивность движения, авт./сут.		
Частные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости	Ширины основной укрепленной поверхности $К_{РС1}$	
	Ширины и состояние обочин $К_{РС2}$	
	Интенсивности и состава движения $К_{РС3}$	
	Продольный уклон $К_{РС4}$	
	Радиус кривой в плане и уклон виража $К_{РС5}$	
	Неровности покрытия проезжей части $К_{РС6}$	
	Коэффициент сцепления $К_{РС7}$	
	Состояние покрытия и прочность дорожной одежды $К_{РС8}$	
	Параметры колеи $К_{РС9}$	
	Безопасность движения $К_{РС10}$	
Комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги $КП_{Д}$		
Показатель инженерного оборудования и обустройства $К_{ОБ}$		
Показатель эксплуатационного содержания $К_{Э}$		

13.4 Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной работы.

2. Оценка показателей транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

3. Анализ полученной информации.

Часть 3 Методические указания по решению задач

14.1 Определение отметки промежуточной линии, лежащей между горизонталями *a, c.*

На рис. обозначены АВ – наклонная линия, ℓ = АС – проекция наклонной линии на горизонтальную поверхность, h = ВС – превышение точки В над точкой А; α – угол наклона, *i* - уклон прямой АВ

$$i = h : \ell = tg\ \alpha$$

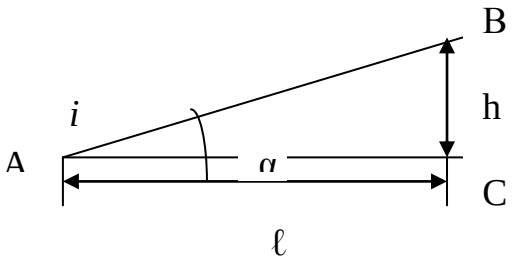


Рисунок 14.1 - Уклон между точками

Для определения отметки точки *b,* лежащей между горизонталями, проводим кратчайшую прямую *ac (* через точку *b)* и по масштабу измеряем расстояние *ℓ = ac = 150 м,* а $\ell_1 = a\ b = 60$ *м.* сечение горизонталей – через 5 м.

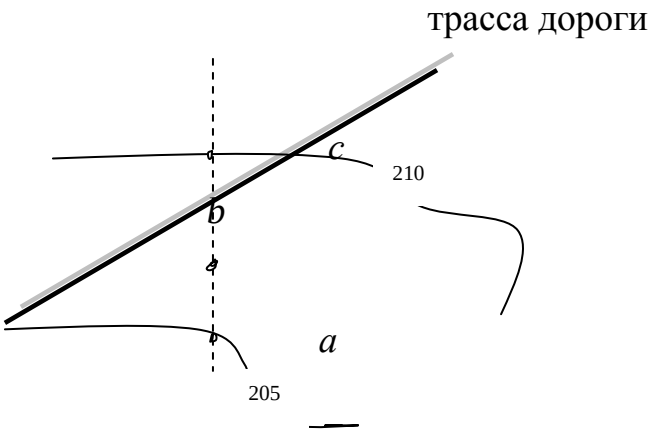


Рисунок 14.2 - Дорога

Тогда уклон линии будет равен $i = h : \ell = 5:150 = 0{,}033$.

Превышение точки b над точкой a составляет

$$h_1 = \ell_1 \cdot i = 60 \cdot 0{,}033 = 1{,}99 \text{ м}$$

а отметка точки b $H_b = H_a + h_1 = 205 + 1{,}99 = 206{,}99$м.

Таблица 14.1 - Варианты заданий: Определить отметку точки b - H_b

№ варианта	Высота точки *с*	Высота точки *а*	Расстояние по масштабу *ас*	Расстояние по масштабу *ав*
1	105	120	150	50
2	107	128	180	60
3	204	180	200	110
4	210	200	145	85
5	178	150	200	78
6	130	121	140	60
7	250	200	150	70
8	240	225	95	40
9	184	151	120	50
10	125	115	220	80
11	153	140	180	70
12	163	141	170	60
13	184	165	130	60
14	327	254	190	80
15	255	238	220	100
16	244	200	140	70
17	281	265	240	110
18	231	180	120	80
19	265	230	230	110
20	270	250	175	65
21	305	270	220	120
22	330	260	170	50
23	300	250	180	60
24	270	245	150	70
25	230	210	160	75
26	200	179	240	110
27	205	170	230	120
28	200	140	200	80

15 Определить износ покрытия расчётом за определённый период

За период времени Т=3 года определить расчётом износ щебёночного покрытия из прочного камня шириной 7,5 м в г. Оренбурге (III дорожно-климатическая зона) при известной интенсивности движения 5,5 тыс авт/ сут и показателе ежегодного роста интенсивности движения q_1=1,02.

Используем формулу:

$$h_t = a \cdot T + \frac{b \cdot N_1}{1000} \cdot \frac{(K - q_1)^T}{K \cdot q_1 - 1}$$

где h_T – износ покрытия за Т лет;

N_1 –интенсивность движения в исходном году;

К = 1,05-1,07 – коэффициент, учитывающий изменения в составе движения;

q_1 – показатель ежегодного роста интенсивности движения;

q_1>1. Значения параметров a и b определяются по таблице.

Таблица 15.1 - Значение параметров a и b

Покрытия	a, мм	b, мм/млн. брутто-тонн
Асфальтобетонные	0,4-0,6	0,25-0,55
Щебёночные и гравийные, обработанные вяжущими, восстанавливаемые:		
- двойной поверхностной обработкой	1,3-2,7	3,5-5,5
- одиночной поверхностной обработкой	1,4-2,8	4,0-6,0
Щебёночные:		
-из прочного камня	4,5-5,5	15,0-20,0
- из слабопрочных каменных материалов	5,5-6,5	19,0-25,0
Гравийные:		
-из прочного гравия	3,0-4,0	16,0-22,0
- из слабопрочного гравия	4,0-6,0	20,0-30,0

Примечания

1.Средние значения a и b принимают для дорог, расположенных в зоне умеренного увлажнения (III дорожно-климатическая зона) и построенных из каменных материалов, удовлетворяющих требованиям стандартов.

2. Для дорог с усовершенствованными покрытиями, расположенных в зоне избыточного увлажнения (II дорожно-климатическая зона, принимают верхние пределы, а для дорог, расположенных в районах с сухим климатом (IVи V дорожно-климатические зоны), нижние пределы значений a и b.

3. Для дорог с щебёночными и гравийными покрытиями, расположенных в зоне избыточного увлажнения, принимают нижние пределы, а в районах с сухим климатом- верхние пределы a и b. Если ширина проезжей части превышает 7 м, то значение b уменьшают на 15%, а если она меньше 6 м, то b увеличивают на 15 %.

Решение: Для определения износа покрытия подставляем в формулу известные данные:

Период времени T=3 года;

$N_{1=}$ 5,5 тыс.авт/сут;

q_1=1,02;

покрытие –щебёночное из прочного камня;

III дорожно-климатическая зона.

Величину К выбираем = 1,05.

Определяем параметры a и b. Так как АД расположена в III дорожно-климатической зоне, то в соответствии с таблицей значения этих параметров выбираются средние, однако для дорог с щебёночным покрытием при ширине её, равной 7,5 м значение b уменьшают на 15%. Таким образом, значения параметров a и b: a=5,0 b =17,5·(1-0,15)=14,875.

Подставляем эти данные в формулу:

h_T =5,0 ·3 +14,875 ·5,5 $(1,05-1,02)^3$/1,05·1,02 -1=15+0,031=15,031мм

Следовательно, износ щебёночного покрытия за 3 года составит h_T = 15,031 мм

Таблица 15.2 - Исходные данные

№ вар.	Период времени Т, год	Интенсивность движения, тыс. авт./сут	Показатель ежегодного роста интенсивности движения , q_1	Покрытие	Дорожно-климатическая зона	Ширина проезжей части, м
1	2	3	4	5	6	7
1	1,7	4,5	1,1	асфальтобетонное	III	6,7
2	1,5	7,7	1,2	асфальтобетонное	II	8
3	2,5	5,9	1,15	Щебёночное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые двойной поверхностной обработкой	I	9
4	2,3	8,1	1,05	Щебёночное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые двойной поверхностной обработкой	III	6,5
5	1,4	5,7	1,08	асфальтобетонное	IV	7,3
6	2,4	5,8	1,05	Гравийное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые одиночной поверхностной обработкой	II	6,9
7	2,7	4,5	1,05	Гравийное, из прочного камня	V	7,1
8	3,5	3,5	1,08	Щебёночное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые двойной поверхностной обработкой	I	6,4
9	3,4	7,3	1,09	Гравийное, из прочного камня	IV	6
10	2,5	6,8	1,1	асфальтобетонное	I	6,5
11	1,5	8,9	1,3	асфальтобетонное	II	6,8
12	4,2	8,6	1,2	Гравийное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые одиночной поверхностной обработкой	V	7,7
13	3,5	7,8	1,1	Гравийное, из прочного камня	I	6,8
14	2,4	6,3	1,03	Щебёночное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые двойной поверхностной обработкой	IV	6,6
15	2,5	5,3	1,07	Гравийное, из прочного камня	V	7

Продолжение таблицы 15.2

1	2	3	4	5	6	7
16	2,6	6,7	1,06	Гравийное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые одиночной поверхностной обработкой	I	6,9
17	3,4	8,2	1,08	асфальтобетонное	I I	7,5
18	1,6	7,4	1,09	Гравийное, из прочного камня	IV	5,7
19	1,8	5,6	1,1	Гравийное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые одиночной поверхностной обработкой	II	4,5
20	2,4	6,7	1.11	Щебёночное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые двойной поверхностной обработкой	I	5
21	2,7	7,9	1,12	Гравийное, из прочного камня	IV	5,5
22	2,8	5,7	1,13	асфальтобетонное	I	7
23	3,3	3,4	1,14	асфальтобетонное	I I	8
24	3,5	5,9	1,15	Гравийное, из прочного камня	I	6,5
25	1,8	7,9	1,16	Гравийное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые одиночной поверхностной обработкой	IV	6,6
26	2,4	6,8	1,08	Щебёночное, обработанное вяжущими, восстанавливаемые двойной поверхностной обработкой	II	6,8
27	2,7	8,1	1,03	Гравийное, из прочного камня	V	7
28	1,9	8,3	1,04	Щебёночное, из слабопрочного камня	I	6,9
29	2,1	7,5	1,09	Гравийное, из прочного камня	I	7
30	3,5	8,6	1,2	асфальтобетонное	IV	9

16 Оценка параметров магистральной улицы

- ширина проезжей части – 17 м;
- интенсивность движения в час «пик»:
-легковые автомобили – 680 авт/ч;
-грузовые автомобили грузоподъёмностью - 550 авт/ч:
- до 2 т – 250
- 2-6 т - 200
- 6-8 т - 50
- 8-14 т - 50
- автобусов- 250:
- ПАЗ- 70,
- Газель- 100
- Автосан - 60 авт/ч;
- ЛАЗ- 42021- 20
- троллейбусов – 40 авт/ч;
- пешеходов, движущихся вдоль жилых зданий - 5000 чел/час.
- среднее расстояние между регулируемыми перекрёстками – 700 м;
- расположения города – в II дорожно-климатической зоне;
- продолжительность цикла работы светофора:
-зелёная фаза – 30 с;
- красная фаза – 20 с;
- жёлтая фаза - 5 с.
- расчетная скорость – 60 км/ч

Решение. Для определения параметров магистральной улицы необходимо определить:

- пропускную способность одной полосы движения для каждого вида транспорта;

- необходимое число полос движения;

- ширину каждой полосы движения;

- ширину пешеходной части улицы;

-сравнить фактическую ширину проезжей части с расчётной.

1. Определение пропускной способности одной полосы движения в одном направлении с выделением специализированных полос проезжей части для каждого вида транспорта определяется по формуле:

$$P_i = \frac{3600 \cdot v_i}{L_u} \qquad (16.1)$$

где v_i – расчётная скорость движения по видам транспорта, м/с

L_u – динамический габарит транспортного средства или безопасное расстояние между автомобилями, двигающимися попутно в колонне (включая собственную длину), м

$$L_u = v_i \cdot T_p + \frac{v_i^2}{2g(\varphi \pm i)} + l_a + S \qquad (16.2)$$

где T_p - время реакции водителя, (принимается в пределах 0,7-1,5), с

V_i - скорость движения ТС, м/с,

g - ускорение свободного падения, м/с^2;

φ – коэффициент сцепления шины колеса с покрытием (см. таблицу 16.1)

i - продольный уклон, принимаемый при движении на подъём с знаком «+», при движении на спуск – со знаком «-»;

l_a – длина автомобиля, м; (см. таблицу 16.2)

S – расстояние между автомобилями после остановки (или дистанция безопасности между остановившимися приведёнными автомобилями на полосе движения), принимается равным 2 м.

Таблица 16.1 –Значения коэффициента сцепления

Вид покрытия	Коэф-т сцепления при разном состоянии покрытия		
	Чистом сухом	Чистом влажном	Чистом мокром
Асфальтобетонное	0,5	0,3-0,4	-
Цементобетонное	0,5	0,3-0,4	-
Асфальтобетонное с повышенным содержанием щебня	0,6	0,4-0,5	0,1 – 0,25
Асфальтобетонное с поверхностной обработкой для повышения шероховатости	0,7-0,8	0,5-0,6	-

Таблица 16.2 – Длина транспортных средств

Транспортные средства	Длина, м
Легковые автомобили	4-6
Грузовые автомобили	6-10
Автобусы	7-10
Троллейбусы	9-11

Определяем динамический габарит :

- легкового автомобиля ($V_л$ = 60 км/ч)

$L_и^{лег} = 16,7 \cdot 0,7 + 16,7^2/2 \cdot 9,81 \cdot 0,3 + 5 + 2 = 66,07м$

- грузового автомобиля

$L_и^{груз} = 16,7 \cdot 0,7 + 16,7^2/2 \cdot 9,81 \cdot 0,3 + 9 + 2 = 70,7м$

- автобуса

$L_и^{автоб} = 16,7 \cdot 0,7 + 16,7^2/2 \cdot 9,81 \cdot 0,3 + 10 + 2 = 71,07м$

- троллейбуса ($V_{трол}$ = 8,3 км/ч)

$L_и^{трол} = 16,7 \cdot 0,7 + 16,7^2/2 \cdot 9,81 \cdot 0,3 + 11 + 2 = 72,07м$

Пропускную способность одной полосы проезжей части улицы для каждого вида транспорта на перегоне определяем:

- для легковых автомобилей:

$P^{лег} = 3600 \cdot 16,7/66,07=909,9=910$ авт/ч

для грузовых автомобилей:

$P^{груз} = 3600 \cdot 16,7/70,07=857,9=858$ авт/ч

- для автобусов:

$P^{автоб} = 3600 \cdot 16,7/71,07=845,9=846$ авт/ч

для троллейбусов:

$P^{трол} = 3600 \cdot 16,7/72,07=834,2=834$ авт/ч

Однако, при определении пропускной способности автобусов и троллейбусов, следует исходить из того, что она практически обуславливается пропускной способностью остановочных пунктов.

Пропускная способность остановочных пунктов определяется по формуле:

$$P_{ост} = \frac{3600}{T_{ост}} \qquad (16.3)$$

где $T_{ост}$ - полное время, в течение которого автобус находится на остановочном пункте, с

$$T_{ост} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \qquad (16.4)$$

где t_1 – время, затрачиваемое на подход к остановочному пункту (время торможения),с;

t_2 - время на посадку и высадку пассажиров, с;

t_3 - время на передачу сигнала и закрывание дверей, принимается равным 3 с;

t_4 - время на освобождение остановочного пункта, с.

$$t_1 = \sqrt{\frac{2l_3}{b}}; \qquad t_2 = \frac{\rho \cdot \lambda \cdot m_0}{k}; \qquad t_4 = \sqrt{\frac{2l_3}{a}} \tag{16.5}$$

где l_3 – «промежуток безопасности» между автобусами при подходе к остановке, равный по длине 1 автобусу (10 м);

b – замедление при торможении, принимается равным 1 м/с^2;

ρ – коэф-т, учитывающий часть автобуса, занятая входящими и выходящими пассажирами по отношению к нормальной вместимости автобуса; - для остановочных пунктов с большим пассажирооборотом ρ=0,2;

λ – вместимость автобуса, равная средневзвешенной вместимости, (40·70+100·20)/90=53 чел;

m_0 – время, затрачиваемое одним входящим или выходящим пассажиром, принимаем равным 1,5 с;

k - число дверей для входа или выхода, принимаем равное 2;

а – ускорение, равное 1 м/с^2.

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{1}} = 4{,}47 \approx 5c; \qquad t_2 = \frac{0{,}2 \cdot 53 \cdot 1{,}5}{2} = 7{,}95 \approx 8c;$$

$$t_4 = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{1}} = 4{,}47 \approx 5c$$

$$T_{ост} = 5 + 8 + 3 + 5 = 21 \text{ с}$$

Пропускная способность остановочного пункта равна

$$P_{ост} = 3600/21 = 171 \text{ авт/ч}$$

При вычислении пропускной способности полос проезжей части легковым и грузовым транспортом, необходимо учитывать, что расчётная скорость на перегоне больше фактической скорости сообщения из-за задержек транспорта у перекрёстков, поэтому пропускная способность полос проезжей части между перекрёстками корректируется с помощью коэффициента снижения пропускной способности β, тогда формула пропускной способности имеет вид:

$$P = \frac{3600 \cdot v \cdot \beta}{L_u} \tag{16.6}$$

где v – расчётная скорость движения, м/с

β - коэффициент снижения пропускной способности с учётом задержек на перекрёстках;

L_u – динамический габарит транспортного средства, м

$$\beta = \frac{L_n}{L_n + \frac{v^2}{2a} + \frac{v^2}{2b} + t_\Delta \cdot v} \tag{16.7}$$

где L_n – расстояние между регулируемыми перекрёстками, м;

v - расчётная скорость,м/с;

a – среднее ускорение при трогании с места, м/с^2;

b - среднее замедление скорости движения при торможении, м/с^2;

$t_Д$ - средняя продолжительность задержки перед светофором, с

$$t_\Delta = \frac{t_к + 2t_{ж}}{2} \tag{16.8}$$

где $t_{к-}$ - продолжительность красной фазы светофора, с;

$t_{ж}$ - продолжительность жёлтой фазы светофора, с;

Подставляем значения

$$t_{\Delta} = \frac{20 + 2 \cdot 5}{2} = 15c$$

Коэффициент снижения пропускной способности для полос, используемой легковым и грузовым транспортом

$$\beta = \frac{700}{700 + \frac{16,7^2}{2 \cdot 1} + \frac{16,7^2}{2 \cdot 1} + 15 \cdot 16,7} = 0,696$$

Определяем пропускную способность одной полосы движения с учётом коэффициента пропускной способности:

$P^{лег}{}_{\beta} = 910 \cdot 0,696 = 633$ авт/ч

$P^{груз}{}_{\beta} = 858 \cdot 0,696 = 597$ авт/ч

$P^{авт}{}_{\beta} = 846 \cdot 0,696 = 589$ авт/ч

$P^{трол}{}_{\beta} = 834 \cdot 0,696 = 580$ авт/ч

16.1 Определение числа полос проезжей части

Число полос проезжей части для всех видов транспорта рассчитывается по формуле:

$$n = N/P, \quad (16.9)$$

где N – фактическая интенсивность движения определённого типа ТС в одном направлении, авт/ч;

P – расчётная пропускная способность, авт/ч.

Рассчитываем число полос движения для каждого вида транспорта:

- для легковых автомобилей: *n=680/633= 1,07*
- для грузовых автомобилей: *n=550/597=0,92*
- для автобусов: *n=250/171= 1,46*
- для троллейбусов: *n=40/580= 0,07*

Необходимое количество полос равно 1,07+0,92+1,46+0,07=3,52=4

Количество полос в одном направлении принимаем равным 4.

16.2 Рассчитаем пропускную способность для смешанного транспортного потока (нет специализированных полос движения)

Для этого необходимо пересчитать транспортный поток по коэффициентам приведения к легковому автомобилю (см. таблицу 16.3).

Таблица 16.3 – Коэффициенты приведения к легковому автомобилю

Тип транспортного средства	Коэффициент приведения
Легковые автомобили	1
Грузовые автомобили грузоподъёмностью, т	
До 2 т	1,5
2-6	2
6-8	2,5
8-14	3
Свыше 14	3,5
Автопоезда грузоподъёмностью, т	
До 12	3,5
12- 20	4
20-30	5
Свыше 30	6

Примечания

1. При промежуточных значениях грузоподъёмности автомобилей коэффициенты приведения следует определять интерполяцией.

2. Для автобусов, специальных автомобилей и т.д. значения этих коэффициентов следует принимать равными значениям коэффициентов для базовых автомобилей соответствующей грузоподъёмности.

Количество ТС, приведённых к легковому автомобилю $А_{пр}$ определяем

$$А_{пр} = 680 \cdot 1 + 250 \cdot 1,5 + 200 \cdot 2 + 50 \cdot 2,5 + 50 \cdot 3 + 100 \cdot 1,5 + 70 \cdot 2 + 60 \cdot 2,5 + 20 \cdot 3 + 40 \cdot 3 = 2350$$

На многополосной проезжей части пропускная способность на перегонах возрастает не прямо пропорционально числу полос, а с учётом коэффициента многополосности:

одна полоса – 1;

две полосы – 1,9;

три полосы - 2,7;

четыре полосы – 3,5.

Количество полос движения находим по формуле 3.8 ($N = А_{пр;}\ P = P^{лег}$):

$$n=2350/910 = 2,6\approx3$$

Проверяем пропускную способность полос с учётом коэффициента многополосности в одном направлении (для 3-х полос =2,7):

$P = 910 \cdot 2,7 = 2457$

Приведённая интенсивность движения (к легковому автомобилю) меньше пропускной способности (2350≤2457). Следовательно, при смешанном движении (без выделения полос для отдельных видов транспорта) количество полос равно 3.

16.3 Определение ширины проезжей части

Наименьшая ширина проезжей части улиц на прямых участках определена нормативами и представлена в таблице 16.4

Таблица 16.4 – Наименьшая ширина проезжей части улиц с многополосным движением

Категория дорог и улиц	Ширина одной полосы движения, м	Наименьшее число полос движения проезжей части в обоих направлениях
Скоростные дороги	3,75	6
Магистральные улицы и дороги:		
Общегородского значения:		
- непрерывного движения	3,75	6
-регулируемого движения	3,75	4
районного значения	3,75	4
Дороги для грузового транспорта	3,75	2
Улицы и дороги местного значения:		
Жилые улицы	3,75	2
Дороги промышленных и коммунально-складских районов	3,5	2
Поселковые улицы и дороги	3,5	2

Ширину проезжей части в каждом направлении определяем по формуле:

$$B=b\cdot n \qquad (16.10)$$

где b – ширина одной полосы движении, м

n- количество полос движения.

Для магистральной улицы общегородского значения минимальная ширина одной полосы 3,75 м, наименьшее количество полос в обоих направлениях – 4. В таблице 16.4 указаны без учёта полос для временной стоянки автомобилей. Учитывая двухстороннюю застройку улицы, предусматриваем специальную полосу = 3 м для остановки (стоянки) ТС.

Общая ширина проезжей части в каждом направлении равна

- при выделении специализированных полос движения

$$B=3,75\cdot 4+3 = 18\ м$$

- без выделения специализированных полос движения

$$B=3,75\cdot 3+3 = 14,25\ м$$

Полученные значения ширины проезжей части должны быть больше табличных (таблица 16.4)

16.4 Проверка пропускной способности магистрали у перекрёстка

Необходимо проверить рассчитанную пропускную способность на перегоне с пропускной способностью магистрали в узком сечении и у перекрёстка в сечении у стоп-линии.

Пропускная способность одной полосы проезжей части у этого перекрёстка P_n зависит от режима регулирования, принятого на перекрёстке и рассчитывается по формуле:

$$P_n = \frac{3600}{t_n} \cdot \frac{t_З - \frac{v_n}{2a}}{T_ц} \qquad (16.11)$$

где t_n - интервал во времени прохождения автомобилем перекрёстка, принимаем равным 3 с;

$t_З$ - продолжительность зелёной фазы светофора, с;

v_n - скорость прохождения автомобилями перекрёстка, принимаем равным 5 м/с;

a=1 м/с^2

$T_ц$ – продолжительность цикла работы светофора, с.

$$P_n = \frac{3600}{3} \cdot \frac{30 - \frac{5}{2}}{60} = 549{,}99 = 550 авт/ч$$

Учитывая необходимость правых и левых поворотов на перекрёстке, требующих специальных полос проезжей части, для определения пропускной способности магистрали P по формуле:

$$P_м = 1{,}3 \cdot P_n \cdot (n-2) \qquad (16.12)$$

где n – число полос движения;

1,3 – коэффициент, учитывающий право- и левоповоротное движение.

P_n - пропускную способность.

- при выделенных специализированных полосах движения

$$P_м = 1,3 \cdot 550 \cdot (4-2) = 1430 \text{ авт/ч}$$

- без выделения специализированных полосах движения

$$P_м = 1,3 \cdot 550 \cdot (3-2) = 715 \text{ авт/ч}$$

Сравнивая эти значения с приведённой интенсивностью к легковому автомобилю, делаем вывод о несоответствии количества полос движения или нерациональном выборе работы светофора.

При небольших расхождениях в значениях приведённой интенсивности движения и пропускной способности (10-15%), можно увеличить продолжительность зелёной фазы светофора.

Следовательно, при полученных параметрах проезжей части будут возникать пробки при прохождении перекрёстка. Чтобы это исключить, вводим дополнительную полосу. Пересчитываем пропускную способность для 5 полос движения.

$$P_м = 1,3 \cdot 550 \cdot (5-2) = 2145 \text{ авт/ч}$$

Это значение также меньше приведённой интенсивности движения.

В этом случае увеличим продолжительность зелёной фазы светофора до 40 с.

Тогда при пересчёте формулы 10 получим

$$P_п=(3600/3)(40-2,5)/70=643$$

$$P_м = 1,3 \cdot 643 \cdot (5-2) = 2507 \text{ авт/ч}$$

Данное значение пропускной способности удовлетворяет приведённой интенсивности движения (2507≥2350).

16.5 Установление ширины тротуара

Ширину тротуаров устанавливаем с учётом категории улицы в зависимости от интенсивности пешеходного движения, а также размещения в пределах тротуаров инженерных сооружений, зелёных насаждений и т.д. Ширину пешеходной части тротуаров принимаем кратной 0,75 м (ширине одной полосы пешеходного движения), но не менее указанной в СНиП 2.07.01-89.

Пропускную способность одной полосы движения следует принимать с учётом назначения и местоположения пешеходных путей, а также условий пешеходного движения (см. таблицу 16.5).

Таблица 16.5 – Пропускная способность пешеходной зоны

Пешеходные пути	Плотность пешеходного движения, чел/м^2	Пропускная способность одной полосы движения, чел/ч
1	2	3
Тротуары вдоль жилых зданий	0,22	700
Тротуары вдоль общественных зданий и сооружений	0,27	800
Тротуары, обособленные разделительными полосами	0,2	600
Тротуары в пределах зелёных насаждений улиц и дорог	0,3	1000

Продолжение таблицы 16.5

1	2	3
Пешеходные улицы и дороги	0,16	500
Пешеходные дорожки	0,1	500
Пешеходные проезды через проезжую часть	0,4	1200
Подземные пешеходные переходы	0,5	2000

В зависимости от местоположения пешеходных зон выбираем (таблица 16.5) пропускную способность одной полосы для тротуаров вдоль жилых зданий (700 чел/ч). Находим число полос пешеходного движения и ширину ходовой части тротуара:

$$n_{пеш} = 5000 / 700 = 7,14 = 7 \text{ полос}$$

$$B_{трот} = 0,75 \cdot 7 = 5,25 \text{ м}$$

Ширину пешеходной части тротуаров улиц и дорог принимают по расчётным данным, но не менее указанных в таблице 16.6

Таблица 16.6 – Минимальная ширина пешеходной части тротуаров

Категории улиц и дорог	Ширина тротуара, м	
	На первую очередь	На расчётный срок
Магистральные улицы:		
общегородского значения	4,5	7,5
районного значения	3	6
Улицы и дороги местного значения –жилые улицы	2,25	4,5
Дороги промышленных и коммунально-складских районов	1,5	4,5
Поселковые улица	1,5	1,5
Пешеходные дороги	3	4,5

17 Определить $К_{рс}$ при движении на подъём с уклоном 30‰ на участке дороги II категории с асфальтобетонным покрытием. Сопротивление качению при скорости 20 км/ч составляет 0,01; 0,02; 0,03 соответственно для сухого состояния летом, мокрого осенью и покрытого рыхлым снегом толщиной 10 мм зимой.

Решение. Рассчитываем суммы дорожных сопротивлений исходя из расчётной скорости для дорог II категории, равной 120 км/ч.

Сопротивление качению при этой скорости для летних условий:

$$f_v = f_{20} + K_f (v_p - 20) = 0{,}01 + 0{,}00025(120 - 20) = 0{,}035$$

Для осени и зимы соответственно f_v=0,045; f_v=0,055

Требуемый динамический фактор для летних условий

$$D = i + f_v = 0{,}03 + 0{,}035 = 0{,}065$$

Откладывая это значение на графике динамических характеристик (см.рис.), находим, что ей соответствует скорость 120 км/ч.

Коэффициент обеспеченности расчётной скорости $Крс = v_{ф\,max} /120 = 120/120 = 1{,}0$

Для осенне-весеннего периода при скорости 120 км/ч требуемый динамический фактор

D=0,075. Откладывая это значение на графике динамической характеристики, получим соответствующее ему скорость, равное 110 км/ч, соответственно Крс = 0,92.

Для зимнего периода требуемый динамический фактор составит

$$D = i + f_v = 0{,}03 + 0{,}055 = 0{,}085$$

Соответствующая ему скорость равна 85 км/ч, т.е значительно меньше, чем принята в расчёте. Зададимся скоростью 95 км/ч и проверим требуемый динамический фактор D, повторив расчёт.

$$f_v = 0{,}03 + 0{,}00025(95 - 20) = 0{,}051$$

требуемый динамический фактор

$$D = i + f_v = 0{,}03 + 0{,}051 = 0{,}081$$

Ему соответствует скорость около 98 км/ч, т.е. разница между предполагаемой и фактической менее 5%.

Кpc= 98/120= 0,82 $D = i + f_v = 0{,}03 + 0{,}055 = 0{,}085$

Таблица 17.1 - Варианты заданий для выполнения контрольной работы «Определение параметров городских улиц»

№ варианта	Ширина проезжей части, м	Интенсивность движения автомобилей и пешеходов, авт/ч,											Ср.расстояние между регулируемыми перекрёстками, м	Дорожно-климатическая зона	Продолжительность работы светофора, фаза, с		
		Легк авт.	Грузовые автомобили грузоподъёмностью, т					троллейбусов	Автобусов			пешеходов, тыс. пеш/час			Зелёная	Красная	Жёлтая
			до 2	2-6	6-8	8-14	более 14		Газель	ПАЗ	AUTOSAN						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	30	520	200	220	40	22		10	205	135	31	5,5	600	II	30	20	5
2	25	400	150	240	27	20		12	180	123	26	4,5	700	III	35	30	5
3	40	510	170	227	33	21		5	125	112	41	3,78	650	IV	30	25	5
4	50	570	220	279	45	30	3		200	182	51	5,1	750	II	40	30	5
5	55	565	230	267	54	29	5		210	175	56	5,6	800	I	35	20	5
6	47	700	240	255	48	32		7	150	133	48	3,7	600	III	35	25	5
7	53	650	200	300	56	35	6		206	178	54	4,2	750	II	30	30	5
8	48	600	235	245	49	31		10	145	115	47	5,2	800	III	40	25	5
9	37	630	200	236	39	27		5	142	123	36	4,1	600	V	35	30	5
10	38	710	180	267	42	28		7	135	114	37	3,8	800	II	40	25	5
11	40	680	243	231	47	23		8	148	136	36	4,05	700	IV	30	20	5
12	42	540	305	223	52	24		9	154	142	39	4,12	600	II	35	25	5
13	44	450	307	233	53	25		11	162	152	41	4,34	750	III	30	30	5
14	50	380	294	245	47	34	2		189	147	47	5,23	800	V	40	20	5
15	52	410	285	289	47	37	4		199	154	49	5,67	600	II	35	25	5
16	53	550	260	298	49	38	3		220	201	48	5,78	750	I	30	30	5
17	54	440	245	288	54	37	4		224	155	48	5,46	600	II	40	20	5
18	57	740	227	278	76	36	6		227	143	45	5,84	800	IV	30	25	5
19	43	620	238	256	58	26		13	176	153	37	4,57	700	III	35	30	5

Продолжение таблица 17.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
20	47	630	229	245	51	27		11	157	137	38	4,36	600	I	30	25	5
21	46	640	234	247	41	28		10	168	144	37	4,38	800	IV	40	20	5
22	41	670	218	237	42	24		12	165	131	32	4,83	750	II	35	30	5
23	43	565	271	216	54	25		14	158	141	31	4,51	700	III	30	25	5
24	49	543	263	247	49	28		20	159	116	37	4,79	600	V	30	30	5
25	51	587	231	274	51	32	5		204	117	43	5,42	800	I	35	20	5
26	38	620	245	236	46	34		13	147	118	31	4,02	700	II	40	25	5
27	39	630	204	263	47	35		14	136	121	25	3,97	800	III	30	20	5
28	45	640	242	239	48	37		15	174	122	27	4,76	600	IV	35	25	5
29	46	645	227	225	48	35	3		178	123	32	4,69	750	V	30	25	5
30	40	415	205	254	56	39		18	171	124	34	4,08	800	II	40	20	5
31	35	420	208	275	56	40		19	152	110	27	3,76	600	III	30	25	5
32	37	425	243	241	54	34		17	143	120	25	3,46	600	II	35	20	5
33	36	430	204	252	52	31		16	125	104	23	3,95	800	IV	30	25	5
34	33	435	225	263	45	32		22	144	127	20	3,12	750	III	35	25	5
35	32	505	207	201	36	37		10	147	126	21	3,06	800	II	30	20	5

Список использованных источников

1. Васильев, А. П. Справочная энциклопедия дорожника: в 2 т. / А. П. Васильев. – М.: РОСАВТОДОР, 2005. – Т. 1: Строительство и реконструкция автомобильных дорог. – 646 с.

2. Васильев, А. П. Справочная энциклопедия дорожника: в 2 т. / А. П. Васильев. – М.: РОСАВТОДОР, 2004. – Т. 2: Ремонт и содержание автомобильных дорог. – 507 с.

3. ОДН 218.014-99. Автомобильные дороги общего пользования нормативы потребности в дорожной технике для содержания автомобильных дорог. М.: РОСАВТОДОР, 1999. – 22 с.

4. ОДН 218.0.006-2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. М.: РОСАВТОДОР, 2002. – 72 с.

5. ОДН 218.1.052-2002. Оценка прочности нежестких дорожных одежд. М.: РОСАВТОДОР, 2002. – 40 с.

6. ГОСТ Р 50597-93. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.-Введен 1994-07-91.-М.: Изд-во стандартов, 2001.-10с.

7. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги: утв.Гос. комитетом СССР по делам строительства: ввод. в действие с 01.01.1987. –М.: GOSTRF.COM. Режим доступа: http://www.gostrf.com.

8.Сильянов, В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В.В. Сильянов, - М.: Транспорт, 1977

9. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации ДТП, - М.: Росавтодор, 2000

Приложение А
(справочное)

Нормативы объёмов работ и периодичность диагностики и обследования автомобильных дорог

Таблица А.1

Параметры и элементы	Федеральные дороги		Местные дороги (территориальные)
	Магистральные	Прочие	
Геометрические параметры плана и профиля (ширина проезжей части и обочин, продольные и поперечные уклоны, радиусы горизонтальных кривых, ширина разделительной полосы и др.)	При первичной диагностике эксплуатируемых дорог. При повторной диагностике только на участках изменения геометрических параметров после проведения соответствующих ремонтных мероприятий или реконструкции		
Ровность покрытия проезжей части: на участках с неудовлетворительной ровностью	Ежегодно	Раз в 2 года	Раз в 3 года
на остальных участках	Раз в 2 года	Раз в 3 года	Раз в 3 года
Сцепные свойства дорожных покрытий	Ежегодно	Раз в 2 года	Раз в 3 года
Визуальная регистрация дефектов дорожных одежд и покрытий с целью определения их состояния	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно
Прочность дорожной одежды, оценка состояния и системы водоотвода:			
• на участках с $К_{ПР} < 0,80$	Ежегодно	Ежегодно	Раз в 3 года
• на остальных участках	Раз в 3 года	Раз в 4 года	Раз в 5 лет
а также после проведения работ по ремонту и реконструкции			
Состояние дорожных устройств и обстановки дороги (площадки отдыха, площадки для стоянки автомобилей, автобусные остановки и автопавильоны, дорожные знаки и указатели, ограждения и др.)	Раз в 3 года	Раз в 4 года	Раз в 5 лет
Состояние водопропускных труб	Раз в 3 года	Раз в 4 года	Раз в 5 лет
Учет интенсивности движения и состава транспорта потока	Ежегодно	Раз в 3 года	Раз в 5 лет
Сбор информации об аварийности с выявлением участков концентрации ДТП и их детальным обследованием	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно
Формирование и обновление банка данных о состоянии дорог	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно

Приложение Б
(*обязательное)*
Пример оформления линейного графика оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги

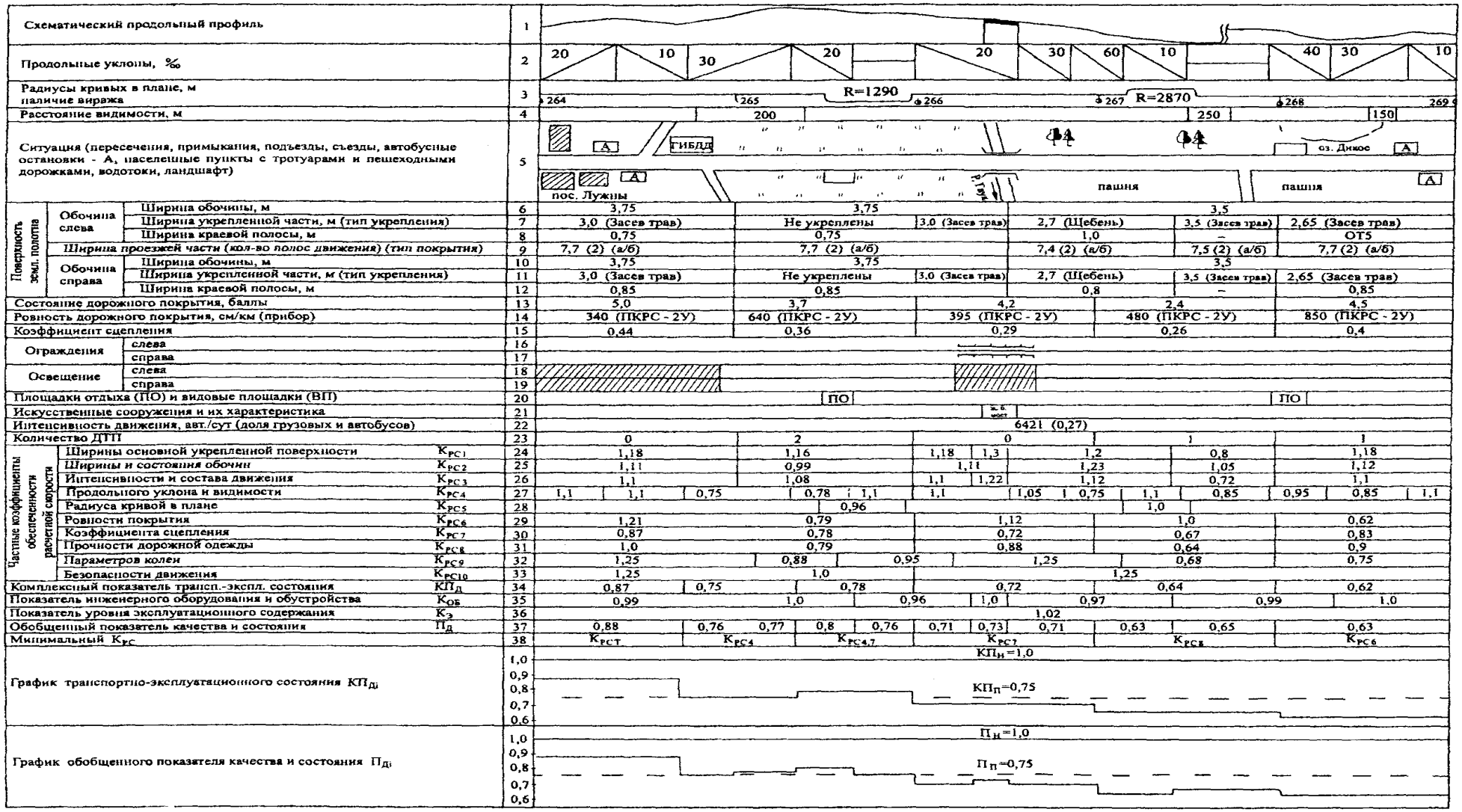


Рисунок Б.1 – Линейный график оценки транспортно-эксплуатационного состояния дороги