

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автомобильного транспорта

М.Р. Янучков, Н.В. Якунина

ПУТИ СООБЩЕНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Методические указания
к лабораторным работам

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург
ИПК ГОУ ОГУ
2010

УДК 625.7/8(076.5)
ББК 39.311 я 73
Я 60

Рецензент – профессор, доктор технических наук М.И. Филатов

Я 60 Янучков, М.Р.
Пути сообщения, технологические сооружения: методические указания к лабораторным работам / М.Р. Янучков, Н.В. Якунина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2010. – 67 с.

Методические указания содержат перечень рекомендации, необходимых для выполнения лабораторных работ, связанных с эксплуатацией автомобильных дорог с указанием необходимого оборудования, последовательности работ и обработки полученных данных.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по учебному курсу «Устройство и эксплуатация автомобильных дорог и технологических сооружений» для студентов специальности 190702 всех форм обучения.

УДК 625.7/8(076.5)
ББК 39.311 я 73

© Янучков М.Р.,
Якунина Н.В., 2010
© ГОУ ОГУ, 2010

Содержание

Введение.....	4
1 Лабораторная работа №1. Определение фактической категории существующей автомобильной дороги.....	6
2 Лабораторная работа № 2. Оценка состояния дорожной одежды с учетом характера деформаций и разрушения покрытия.....	13
3 Лабораторная работа № 3. Определение продольной и поперечной ровности покрытия.....	21
4 Лабораторная работа № 4. Расчёт объёмов снегопереноса и объёмов снега, подлежащего уборке.....	27
5 Лабораторная работа № 5. Определение характеристик транспортного потока.....	32
6 Лабораторная работа № 6. Комплексная оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги.....	41
Список использованных источников.....	49

Введение

Методические указания написаны в соответствии с учебным планом и рабочей программой по дисциплине «Пути сообщения, технологические сооружения» курс «Устройство и эксплуатация автомобильных дорог и технологических сооружений».

Лабораторные работы выполняются для закрепления теоретических знаний и лучшего усвоения вопросов, связанных с эксплуатацией автомобильных дорог, а также для решения задач по данной тематике. Методические указания предлагают состав, 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 использования 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 заочной формы обучения.

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.

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

1.1 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 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 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 катего-

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

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

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 – 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 ук-

лону (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Определение категории дороги в пересеченной местности

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

1.2 Приборы и инструменты для полевого обследования

Необходимо следующее оборудование для полевого обследования:

- а) лазерный дальномер;
- б) уровень;
- в) мел.

1.3 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 до-

роги, 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 загрождения 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 до-

рогами, 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.

1.4 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.

1.5 Сбор и оформление полученной информации

Работу по сбору информации начинают с установления номера и титула дороги с указанием района ее расположения (таблица 1.4). 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 1.4 – 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 1.5 – Ведомость продольных уклонов

Адрес начала микроучастка, км	Продольный уклон, ‰
264,000	20
264,380	-10

Продолжение таблицы 1.5

Адрес начала микроучастка, км	Продольный уклон, ‰
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 1.6 – 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 1.7).

Таблица 1.7 – 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 1.8-1.10). 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 1.8 – 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 1.4 (вместо значка «?»).

Таблица 1.9 – 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 1.10 – Ведомость высоты бордюра на искусственных сооружениях

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

1.6 Содержание отчета

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

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

2.1 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 сплошно-

сти.

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:

$$K_{np} = \frac{E_{\phi}}{E_{mp}}. \quad (2.1)$$

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_{ϕ} :

$$r_{\phi} = \frac{S_{деф}}{S_{общ}}, \quad (2.2)$$

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

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

Допустимая степень деформирования покрытия составляет:

$$r_{дон} = 1 - K_n, \quad (2.3)$$

где K_n – 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.

2.1 Приборы и инструменты для полевого обследования

Необходимо следующее оборудование для полевого обследования:

- а) лента мерная или курвиметр;
- б) линейка или лазерный дальномер;
- в) мел.

2.2 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 рулет-

ки.

Результаты обследования заносят в дефектную ведомость, (таблица 2.1, столбцы 1, 2, 3).

Таблица 2.1 – Дефектная ведомость обследуемой дороги

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

2.4 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 2.2). Далее производится статистическая обработка полученных результатов, вычис-

ление фактической степени деформирования поверхности и сопоставлений с допустимой степенью деформирования.

Таблица 2.2 – Ожидаемый коэффициент прочности дорожной одежды

Состояние покрытия и характер повреждения	Оценка в баллах	Ожидаемый коэффициент прочности K_{np}
Без дефектов и 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, колеяность)	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 K_{np} . 2. При сочетании поперечных трещин с косыми и продольными трещинами, а также при наличии выбоин значения K_{np} , указанные в таблице, следует понижать на 10...30% в зависимости от тяжести повреждения (разрушения).		

По таблице 2.2 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, колеяности и поперечных 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 2.1 (столбцы 4 и 5). Заполнив таблицу, вычисляют средневзвешенный коэффициент прочности по формуле:

$$K_{np}^{cp.с} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{npi} \cdot l_i}{\sum l_i}, \quad (2.4)$$

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

l_i – протяженность i -го микроучастка, м.

Среднеквадратичное отклонение коэффициента прочности рассчитывают по формуле:

$$\sigma_{Knp} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (K_{npi} - K_{np}^{cp.с})^2}{m-1}}. \quad (2.5)$$

Для расчета среднеквадратического отклонения заполняют таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расчет среднеквадратического отклонения

i	K_{npi}	$K_{npi} - K_{np}^{cp.с}$	$(K_{npi} - K_{np}^{cp.с})^2$
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

$\Sigma=0,182$

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

$$r_{\phi} = 0,5 - \Phi(x), \quad (2.6)$$

$$\Phi(x) = \Phi\left(\frac{K_{np}^{cp.s} - 0,7}{\sigma_{Knp}}\right), \quad (2.7)$$

где $\Phi(x)$ – табулированная функция Лапласа (таблица 2.4).

Для соответствующей величины «х» по таблице 2.4 находят значение функции Лапласа (если «х» отрицательное число, то $\Phi(x)$ принимают также с минусом), после чего вычисляют фактическую степень деформирования (2.6). Допустимая степень деформирования вычисляется по формуле (2.3).

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

2.5 Пример расчета фактической степени деформации поверхности

Для приведенного примера вычисляем средневзвешенный коэффициент прочности:

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

Среднеквадратическое отклонение коэффициента прочности $m=10 - 1=9$

$$\sigma_{Knp} = \sqrt{\frac{(0,98 - 0,72)^2 + (0,88 - 0,72)^2 + (0,8 - 0,72)^2 + (0,68 - 0,72)^2 + (0,65 - 0,72)^2 + (0,68 - 0,72)^2 + (0,6 - 0,72)^2 + (0,58 - 0,72)^2 + (0,5 - 0,72)^2 + (0,85 - 0,72)^2}{9}} = 0,02$$

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_n принимается по ОДН 218.1.052-2002. Для дорог общего пользования $K_n=0,98 \div 0,80$

Например $K_n=0,98$, $r_{доп}=1 - 0,98=0,02$, при $r_{\phi} > r_{доп}$ – намечают восстановительные работы, $0,159 > 0,02$ – необходимы восстановительные операции.

Таблица 2.4 – Табулированная функция Лапласа

X	$\Phi(X)$	X	$\Phi(X)$	X	$\Phi(X)$	X	$\Phi(X)$
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
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 2.5 – Варианты состояния покрытий с повреждениями

Вариант №	Состояние покрытия и характер повреждения
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
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

2.6 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.

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

3.1 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 динамических 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, уклонометры, 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.

3.2 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.

3.3 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 3.1).

Таблица 3.1 – 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), ко-

торым 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_k 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 таблице 3.2.

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_{KH}).

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

$$h_{KC} = \frac{\sum_{k=1}^n h_{KH}}{n}. \quad (3.1)$$

Таблица 3.2 – 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_{KH} , мм	Средняя расчетная глубина колеи $h_{КС}$, мм
			номер створа	глубина колеи h_k , 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 $h_{КС}$ с допустимыми и предельно допустимыми значениями (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – 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.

3.4 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 3.4).

Таблица 3.4 – 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 (колеиность) 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 3.5). Участок расположения моста из рассмотрения исключаем.

Таблица 3.5 – 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

3.5 Содержание отчета

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

4 Лабораторная работа № 4. Расчёт объёмов снеготранспорта и объёмов снега, подлежащего уборке

4.1 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 снеготранспортные участки, определить объемы снеготранспорта;
- определить средства борьбы с зимней скользкостью.

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-A климатическому району.

Выявление снеготранспортных участков

Снеготранспортностью называют подверженность дорог снежным заносам. Количественно снеготранспортность определяется как отношение объема снега, отло-

жившегося на дорожном полотне к общему объему снега, принесенного метелью к дороге.

По степени снегозаносимости различают следующие категории заносимых участков:

1) слабозаносимые – насыпи от $H_n=0,59$ м до $H_n=1,09$ м; пересечения в одном уровне; насыпи с барьером безопасности;

2) среднезаносимые – раскрытые выемки; полувыемки-полунасыпи; нулевые места и невысокие насыпи ниже $H_n=0,59$ м; дороги, проходящие через населенные пункты;

3) сильнозаносимые – нераскрытые выемки, подветренный откос которых не может вместить снег, приносимый метелями и выпадающий при снегопадах; все выемки на кривых.

4) незаносимые-насыпи более $H_n=1,09$ м; выемки ниже $H_n=5$ м, а также нераскрытые выемки, подветренный откос которых может вместить весь снег на дорогу за зиму.

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:

$$W_{\Pi} = \frac{\xi \cdot \sin \alpha}{\rho_c \cdot \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{L_3} \right)} \cdot W_a, \quad (4.1)$$

где W_n – объем снегоприноса, м³/м;

ξ – коэффициент сдувания твердых осадков, $\xi=0,5$;

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

ρ_c – плотность снега, $\rho_c = 0,4 \text{ т/м}^3$;

L – путь, который проходит метель от границы бассейна до дороги, $L = \infty$;

L_0 – предельная дальность снегоприноса, $L_0 = 0,5 \text{ км}$;

W_a – общее число твердых осадков за зиму.

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 30...40 км/ч снег отбрасывают отвалом без образования на проезжей части валов. С увеличением скорости движения до 60...80 км/ч снег отбрасывают отвалом на расстояние 10...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 30...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:

$$N = \frac{2 \cdot L \cdot n}{V \cdot K_u \cdot t_n}, \quad (4.2)$$

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, $V=30\div 40$ км/ч;

K_u – коэффициент использования машины в течение смены, $K_u=0,7$;

t_n – время между проходами снегоочистителей.

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 снеговой пленки 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 пескораз-

брызгивателями 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:

$$Q = L \cdot B \cdot a \cdot n, \quad (4.3)$$

где L – расстояние между базами, $L=40 \div 50$ км;

B – ширина проезжей части, м;

a – норма распределения противогололедных материалов, $\text{м}^3/\text{тыс.м}^2$;

песко-соляная смесь – $0,1 \div 0,2 \text{ м}^3/\text{тыс.м}^2$, песок – $0,3 \div 0,4 \text{ м}^3/\text{тыс.м}^2$;

n – число попыток за сезон, $n=17$.

Далее необходимо рассчитать потребность в распределительных машинах:

$$N_{100} = \frac{105}{T} \cdot \left[\frac{a \cdot b}{G} \left(t + 0,5 \cdot \frac{L}{V} \right) + \frac{1}{V_p} \right], \quad (4.4)$$

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:

$$N = N_{100} \cdot \frac{L}{100}. \quad (4.5)$$

4.2 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 4.1, 4.2.

Таблица 4.1 – 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 4.2 – Ветры зимой

Месяц	Направление ветра								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
ХІІ									
І									
ІІ									

По полученным данным таблицы 4.2 строим «Розу ветров», и сопоставляем с положением направления участка дороги выбранного для исследования (данные из лабораторной работы №1). Определяем угол α между направлением господствующего ветра и направлением рассматриваемого участка дороги. Рассчитываем объем снегоприноса для каждого участка дороги.

Рассчитываем необходимое число машин для патрульной очистки автомобильной дороги, формула 4.2.

Для борьбы с зимней скользкостью рассчитываем необходимое количество противогололедных материалов и количество машин необходимых на данном участке.

4.3 Содержание отчета

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

5 Лабораторная работа № 5. Определение характеристик транспортного потока

5.1 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 состояние 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:

$$N_{np} = \sum_{i=1}^m k_i \cdot N_{i \text{ нат}} \quad (5.1)$$

где N_{np} – интенсивность движения транспорта в приведенных единицах;

k_i – коэффициент приведения i -го вида транспорта к легковому автомобилю, принимаемый по таблице 5.1;

$N_{i \text{ нат}}$ – интенсивность движения i -го вида транспорта в натуральных единицах.

Таблица 5.1 – 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 (более 100 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

Продолжение таблицы 5.1

Транспортные средства	Коэффициент приведения
до 30	5
св. 30	6

Интенсивность движения, соответствующая каждому часу суток N_i (авт./ч) вычисляют по формуле:

$$N_i = \frac{N \cdot K_i}{K}, \quad (5.2)$$

где K – коэффициент, соответствующий часу измерения интенсивности;
 K_i – коэффициент, соответствующий i -му часу суток, принимают по таблице 5.2.

Таблица 5.2 – 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:

$$N_{сут} = \sum_{i=1}^{24} N_i, \quad (5.3)$$

Уровень загрузки дороги движением Z рассчитывают для самого насыщенного движением часа суток по формуле:

$$Z = \frac{N_{np}}{P}, \quad (5.4)$$

где P – пропускная способность участка дороги, авт./ч.

Пропускная способность автомобильной дороги определяется по формуле:

$$P = P_{max} \cdot \beta_{итог}, \quad (5.5)$$

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 5.3 – 5.6

Таблица 5.3 – Значение частных коэффициентов β_i , учитывающих влияние дорожных условий

Коэффициент	Описание факторов	Численные значения					
		1	2	3	4	5	6
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		

Продолжение таблицы 5.3

Коэффициент	Описание факторов	Численные значения					
		1	2	3	4	5	6
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 препятствия 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					
β_9	Наличие разметки	Осевая		Осевая-краевая	Указатели полос движения		
		1,02					

Таблица 5.4 – 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
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

Продолжение таблицы 5.4

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	Значение β_{10} при доле автомобильных поездов в потоке, %			
		2	5	10	15
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 5.5 – Значения частного коэффициента β_{11} , учитывающего влияние автопоездов и грузовых автомобилей в потоке

Количество авто- поездов в потоке, %	Значение β_{11} и при доле легких и средних грузовых автомобилей, %			
	10	20	50	60
5	0,97	0,96	0,91	0,88
10	0,95	0,93	0,88	0,85
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 5.6 – 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 $t_{cp.i}$ (с), транспортными средствами определяется по формуле:

$$t_{cp.i} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}, \quad (5.6)$$

где t_1, t_2, \dots, 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:

$$V_{cp.i} = \frac{3,6 \cdot l}{t_i}, \quad (5.7)$$

Средневзвешенная скорость движения транспортного потока, км/ч:

$$V_{cp.вз} = \frac{\sum V_{cp.i} \cdot N_{час.i}}{\sum N_{час.i}}, \quad (5.8)$$

где $N_{час.i}$ – часовая интенсивность движения i -го вида транспорта в потоке.

5.2 Необходимое оборудование и приборы

Обязательные:

- а) лазерный дальномер;
- б) секундомер или измеритель скорости движения транспортных средств дистанционный «Барьер-2М»;
- в) вешки и мел.

5.3 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 5.7, выделяя типы транспортных средств.

Таблица 5.7 – Распределение транспортных средств по интервалам скоростей

Типы транспортных средств	Количество транспортных средств	Проценты от общего количества	Коэффициенты приведения к легковому автомобилю
Легковые автомобили			
Мотоциклы с коляской			
Мотоциклы и мопеды			
Велосипеды			
Автобусы			
особо малой вместимости			
малой вместимости			
средней вместимости			
большой вместимости			

Продолжение таблицы 5.7

Типы транспортных средств	Количество транспортных средств	Проценты от общего количества	Коэффициенты приведения к легковому автомобилю
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			
	$\Sigma=$	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, имеющих 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 5.4) суммарно по всем обследованным транспортным средствам. Для группировки скоростей по интервалам необходимо определить затраты времени, соответствующие граничным значениям интервалов по формуле:

$$t_i = \frac{3,6 \cdot l}{V_i}, \quad (5.9)$$

где l – длина участка где происходят измерения скорости, м.;

V_i – значения скорости, км/ч.

Таблица 5.4 – 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 распреде-

ления транспортных средств по интервалам скоростей (Накопленные частоты – Скорость движения) из которого определяется $V_{85\%}$ – скорость, с которой и ниже которой движется 85 % транспортных средств.

5.4 Содержание отчета

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

6 Лабораторная работа № 6. Комплексная оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги

6.1 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 Π_{δ} , включающий в себя комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния дороги $K\Pi_{\delta}$, показатель инженерного оборудования и обустройства $K_{об}$ ($K_{об} = 1$) и показатель уровня эксплуатационного содержания $K_{\text{с}}$ ($K_{\text{с}} = 0,96$):

$$\Pi_{\delta} = K\Pi_{\delta} \cdot K_{об} \cdot K_{\text{с}}. \quad (6.1)$$

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

$$K\Pi_{\delta i} = K_{psi}^{умог}. \quad (6.2)$$

Значение итогового коэффициента обеспеченности расчетной скорости $K_{pci}^{умог}$ на каждом участке для осенне-весеннего расчетного по условиям движения периода года принимают равным наименьшему из всех частных коэффициентов на этом участке

$$K_{pci}^{умог} = K_{pci}^{\min}. \quad (6.3)$$

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.

6.2 Оценка влияния параметров и характеристик дорог на комплексный показатель

Коэффициент учитывающий ширину основной укрепленной поверхности и ширину габарита моста – K_{PC1} , определяется по таблице 6.1.

Таблица 6.1 – 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	–	–
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:

$$K_{PC2} = \frac{\sum_{i=1}^n b_i \cdot K_{PC2i}}{B_{Об}} \quad , \quad (6.4)$$

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 укреп-

ления распространяется на всю ширину обочины;

B_{OB} – общая ширина обочины, м;

n – количество типов укреплений на обочине.

Таблица 6.2 – 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:

$$K_{PC3} = K_{PC1} - \Delta K_{PC}, \quad (6.5)$$

где ΔK_{PC} – снижение коэффициента обеспеченности расчетной скорости под влиянием интенсивности и состава движения, значение которого приведено в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – 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 6.4) и на спуск (таблица 6.5). При этом между точками перелома продольного профиля допускается принимать величину уклона постоянной без учета его смягчения на вертикальных кривых.

Таблица 6.4 – Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC4} , учитывающего влияние продольных уклонов при движении на подъем

Параметры	Значения							
	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 6.5 – 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 6.6 для расчетного состояния поверхности дороги в весенне-осенний период года, которое принимают с учетом типа и ширины укрепления обочин.

Таблица 6.6 – 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 (таблице 6.7). В расчет принимают худший из показателей ровности для различных полос на данном участке.

Таблица 6.7 – Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC6} , учитывающего продольную ровность покрытия

Ровность по толккомеру ТХК-2, см/км	Значение K_{PC6}	Ровность по ПКРС-2, см/км	Значение K_{PC6}
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
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 6.8 – Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC7} , учитывающего влияние коэффициента сцепления колеса с покрытием

Категория дороги	Значения K_{PC7} при коэффициенте сцепления дорожного покрытия ϕ						
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
I-A	0,66	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	0,99
I-B, 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 K_{PC7} определяют по измеренной величине коэффициента сцепления, при расстоянии видимости поверхности дороги, равном нормативному для данной категории дороги (таблица 6.8). В расчет принимают наиболее низкий из коэффициентов сцепления по полосам движения на данном участке.

Частный коэффициент K_{PC8} 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 K_{PC8} определяют по формуле:

$$K_{PC8} = \rho_{CP} \cdot КП_H, \quad (6.6)$$

где ρ_{CP} – средневзвешенный показатель, учитывающий состояние покрытия и прочность дорожной одежды на однотипном участке;

$КП_H$ – нормативное значение комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния дороги ($КП_H = 1$ и $КП_П = 0,75$).

$$\rho_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (6.7)$$

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 K_{PC8} принимаются из лабораторной работы №2 таблицы 2.2.

Частный коэффициент K_{PC9} определяют в зависимости от величины параметров колеи в соответствии с таблицей 6.9.

Таблица 6.9 – Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC9} , учитывающего ровность в поперечном направлении

Параметры колеи		Значения K_{PC9}
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 K_{PC10} определяют на основе сведений о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) по величине коэффициента относительной аварийности. В качестве характерных по безопасности движения выделяют отрезки дороги длиной по 1 км, на которых за последние 3 года произошли ДТП. Для каждого такого участка вычисляют относительный коэффициент аварийности по формуле, ДТП/1 млн. авт. км.:

$$I = \frac{ДТП \cdot 10^6}{365 \cdot N \cdot n}, \quad (6.8)$$

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 I по данным о ДТП за последний год.

Значения K_{PC10} определяют по таблице 6.10.

Таблица 6.10 – Значения частного коэффициента обеспеченности расчетной скорости K_{PC10} , учитывающего безопасность движения

Показатели	Значения								
	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
Значения коэффициента относительной аварийности, ДТП/1 млн. авт. км	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,25	1,5	1,5
Значение K_{PC10}	1,25	1,0	0,85	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2

6.3 Обработка полученной информации для определения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги

По полученным данным заполняется сводная таблица 6.11.

Таблица 6.11 – 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 K_{PC1}	
	Ширины и состояние обочин K_{PC2}	
	Интенсивности и состава движения K_{PC3}	
	Продольный уклон K_{PC4}	
	Радиус кривой в плане и уклон виража K_{PC5}	
	Неровности покрытия проезжей части K_{PC6}	
	Коэффициент сцепления K_{PC7}	
	Состояние покрытия и прочность дорожной одежды K_{PC8}	
	Параметры колеи K_{PC9}	
Безопасность движения K_{PC10}		
Комплексный показатель транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги $K_{ПД}$		
Показатель инженерного оборудования и обустройства $K_{ОБ}$		
Показатель эксплуатационного содержания $K_{Э}$		

6.4 Содержание отчета

1. Краткое описание лабораторной работы.
2. Оценка показателей транспортно-эксплуатационного состояния дороги.
3. Анализ полученной информации.

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.