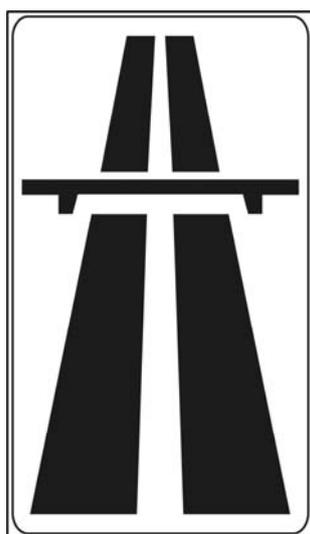


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

# ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Методические рекомендации к курсовому проектированию  
для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»  
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2020

УДК 625.7  
ББК 39.311  
Д74

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «22» сентября 2020 г.,  
протокол № 2

Составители: канд. техн. наук, доц. В. В. Кутузов;  
ст. преподаватель Н. В. Курочкин

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. В. Михальков

Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов  
специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» по дисциплине «Диагно-  
стика автомобильных дорог».

Учебно-методическое издание

## ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ответственный за выпуск	А. Ю. Скриган
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 46 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2020

## Содержание

Введение.....	4
1 Теоретический раздел.....	5
1.1 Классификация дефектов автомобильных дорог.....	5
1.2 Порядок диагностики автомобильных дорог.....	7
2 Структура и объем курсового проекта «Оценка эксплуатационного состояния автомобильной дороги» и требования к его оформлению.....	8
3 Расчетная часть курсового проекта.....	9
3.1 Характеристика исследуемого участка дороги.....	9
3.2 Оценка прочности нежестких дорожных одежд.....	10
3.3 Определение допустимой нагрузки на дорожную одежду.....	13
3.4 Оценка состояния покрытия.....	14
3.5 Назначение ремонтных мероприятий с применением системы управления ТЭС автомобильных дорог.....	19
3.6 Прогнозирование изменения эксплуатационных параметров автомобильных дорог.....	23
Список литературы.....	26
Приложение А.....	27
Приложение Б. Параметры для определения расчетного суммарного числа приложений транспортной нагрузки за срок службы дорожной одежды.....	31
Приложение В.....	32
Приложение Г.....	34

## Введение

Учебный план подготовки инженеров по специальности «Автомобильные дороги» предусматривает изучение дисциплины «Диагностика автомобильных дорог». В основе которой лежат: ТКП 140–2015 *Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики*, СТБ 1566–2005 *Дороги автомобильные. Методы испытаний*, ТКП 604–2017 *Автомобильные дороги. Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания*, СТБ 1291–2016 *Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения*, ТКП 069–2018 *Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по текущему ремонту и содержанию*, ТКП 068–2018 *Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по реконструкции и капитальному ремонту*, ТКП 45-3.03-19–2006 *Автомобильные дороги. Нормы проектирования*, ТР ТС 014/2011 *Безопасность автомобильных дорог* и др.

Курсовой проект является обязательной составной частью учебного процесса при изучении дисциплины и позволяет закрепить на практике полученные теоретические знания лекционного курса и требований технических нормативно-правовых актов (ТНПА). При выполнении курсового проекта студентам выдается информация о дефектах автомобильных дорог и улиц или предлагается выполнить самостоятельно осмотр дорог и улиц с выявлением дефектов для использования данной информации в курсовом проекте.

# 1 Теоретический раздел

## 1.1 Классификация дефектов автомобильных дорог

Подробная классификация и описание дефектов автомобильных дорог, улиц, мостов, путепроводов инженерных сооружений представлена в ТКП 604–2017 *Автомобильные дороги. Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания*, ТКП 140–2015 *Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики*, СТБ 1291–2016 *Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения*, ТКП 271–2010 *Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания дорожных одежд и дождевой канализации улиц населенных пунктов*. Кроме данных ТНПА информация о дефектах приводится и в других документах, но в сокращенном объеме и без подробного описания и классификаций.

### **Перечень основных дефектов автомобильных дорог.**

1 Проезжая часть (включая переходно-скоростные полосы, укрепленные полосы обочин и разделительных полос, пересечения и примыкания).

1.1 Покрытие дорожных одежд капитального и облегченного типов.

1.1.1 Сдвиги.

1.1.2 Колея.

1.1.3 Волны.

1.1.4 Отсутствие водоотвода по конструктивным причинам.

1.1.5 Отсутствие водоотвода по причинам содержания.

1.1.6 Смещение плит.

1.1.7 Выпотевание битума.

1.1.8 «Заплаты».

1.1.9 Выбоины, проломы.

1.1.10 Загрязнение покрытия.

1.1.11 Разрушение (отказ) ремонта выбоин.

1.1.12 Неровности ремонта выбоин.

1.1.13 Шелушение.

1.1.14 Выкрашивание.

1.1.15 Залитые трещины.

1.1.16 Незалитые трещины.

1.1.17 Сетка трещин.

1.1.18 Разрушение швов цементобетонного покрытия.

1.1.19 Разрушение кромок покрытия.

1.1.20 Дефекты поверхностной обработки.

1.1.21 Незаполненные швы цементобетонных покрытий.

1.2 Покрытие дорожных одежд переходного и низшего типов.

1.2.1 Гребенка.

1.2.2 Выбоины.

1.2.3 Колея.

1.2.4 Износ покрытия.

2 Земляное полотно (включая водоотвод) и полоса отвода.

2.1 Поперечные и продольные размывы обочин.

2.2 Заниженная обочина, разделительная полоса.

2.3 Завышенная обочина, разделительная полоса.

2.4 Неуплотненная, рыхлая обочина.

2.5 Неровности поверхности обочин, разделительной полосы.

2.6 Валик грунта.

2.7 Просадки.

2.8 Выбоины, проломы на покрытии обочин.

2.9 «Заплаты» на покрытии обочин.

2.10 Шелушение и выкрашивание покрытия обочин.

2.11 Дефекты обочин в зоне сопряжения с покрытием.

2.12 Сдвиги и волны на покрытии обочин.

2.13 Незалитые трещины на покрытии обочин.

2.14 Сетка трещин на покрытии обочин.

2.15 Дефекты водоотводных лотков.

2.16 Дефекты конструкции ливнесточных колодцев.

2.17 Дефекты решеток (люков) колодцев.

2.18 Отсутствие кюветов.

2.19 Дефекты кюветов.

2.20 Размывы откосов.

2.21 Нарушение укрепления откосов.

2.22 Наличие неплановых («диких») съездов.

2.23 Деревья и кустарники, ограничивающие видимость.

2.24 Нависание веток и крон деревьев.

2.25 Ширина обочины более нормативной.

2.26 Мусор и посторонние предметы на земляном полотне и в полосе отвода.

2.27 Не окошено земляное полотно.

2.28 Не окошена полоса отвода.

2.29 Неудовлетворительное содержание полосы отвода и откосов.

2.30 Отсутствие столбов обозначения границ полосы отвода.

2.31 Отсутствие ухода за снегозащитными и декоративными насаждениями.

Фотографии большей части представленных дефектов даны в ТКП 140–2015. Описание в ТКП 140–2015, ТКП 604–2017, ТКП 271–2010, СТБ 1291–2016 и [1, 2].

В соответствии с ТКП 271–2010 все данные дефекты, в зависимости от метода их устранения разделяются на:

– дефекты, устранение которых осуществляется при выполнении работ по реконструкции, модернизации и капитальному ремонту, обозначены буквой «Р»;

– дефекты, устранение которых осуществляется при выполнении работ по текущему ремонту, обозначены буквой «Т»;

– дефекты, устранение которых осуществляется при выполнении работ по содержанию, обозначены буквой «С».

Виды дефектов «Р», «Т» и «С» учитываются при оценке эксплуатационного состояния дорожных одежд и дождевой канализации улиц населенных пунктов, дефекты «Т» и «С» – при оценке качества их содержания.

В ТКП 604–2017 для автомобильных дорог дефекты «Р» и «Т» обозначаются буквой «Р».

Учет дефектов и формирование ведомостей дефектов по автомобильной дороге осуществляется отдельно по проезжей части, земляному полотну, трубам и обустройству автомобильной дороги по форме Б-1 604–2017 и по мостовым сооружениям по форме Б-2 604–2017.

Ведомость дефектов по форме Б-1 604–2017 формируется в следующем порядке:

- дефекты автомобильной дороги фиксируются на каждом километре (между двумя смежными километровыми знаками), при этом нецелые километры принимаются в расчет как целые;

- дефекты, выявленные на пересечениях и примыканиях в одном уровне в пределах границ обслуживания, относятся к километру дороги, на котором находятся пересечения и примыкания;

- дефекты по покрытию проезжей части автомобильных дорог I категории выявляются и фиксируются в ведомости дефектов отдельно по каждому направлению движения;

- дефекты труб с двумя и более отверстиями выявляются по каждому отверстию. Объем дефектов конструкций тела трубы определяется суммарной величиной дефектов каждого отверстия;

- дефекты площадок для хранения противогололедных материалов учитываются только на площадках, находящихся в полосах отвода дорог;

- транспортные развязки в двух и более уровнях условно принимаются за отдельную дорогу протяженностью 1 км независимо от общей фактической протяженности всех элементов (съездов, местных проездов) развязки. Дефекты на транспортных развязках в двух и более уровнях выявляются и фиксируются в ведомости дефектов независимо от их местоположения по конструктивным элементам дорог.

## ***1.2 Порядок диагностики автомобильных дорог***

Порядок диагностики включает следующие этапы:

- подготовительные работы;
- проведение обследований автомобильных дорог;
- обработка результатов обследования, их анализ и формирование базы данных;

- учет интенсивности и состава движения;

- формирование отчетов по результатам диагностики.

Исполнитель осуществляет подготовительные работы, которые содержат:

- оформление технического задания на диагностические работы, утверждаемое департаментом «Белавтодор». На основании утвержденного технического задания и периодичности проведения обследования исполнитель формирует перечень дорог, подлежащих обследованию;

- проведение исполнителем обслуживания и ремонта измерительных установок, приборов и оборудования, их аттестации (поверок, калибровок); из-

готовление рабочих журналов; сбор необходимой информации из технической документации владельцев дорог.

При проведении обследования применяют дорожно-измерительные установки (комплексы) и приборы, с помощью которых выполняется сбор данных о транспортно-эксплуатационных параметрах и характеристиках дорог.

Обработку результатов обследования, их анализ и формирование базы данных выполняет исполнитель и предусматривает:

- расчет параметров дорог по данным обследований, характеризующих их транспортно-эксплуатационное состояние (ТЭС) с применением специального программного обеспечения;
- анализ результатов расчетов параметров, характеризующих ТЭС автомобильной дороги;
- внесение параметров ТЭС автомобильной дороги в автоматизированный банк дорожных данных.

По результатам диагностики исполнитель готовит отчеты о транспортно-эксплуатационном состоянии автомобильных дорог и потребности в ремонтно-восстановительных работах. Отчеты формируются в разрезе владельцев дорог и исполнителем передаются им для учета при формировании плана дорожно-ремонтных работ. Формируется также обобщенный отчет по сети дорог, который совместно с отчетами в разрезе владельцев дорог передается в Департамент «Белавтодор». По отдельному запросу отчеты или информация из отчетов может передаваться другим организациям государственного дорожного хозяйства.

## **2 Структура и объем курсового проекта «Оценка эксплуатационного состояния автомобильной дороги» и требования к его оформлению**

Можно рекомендовать следующее примерное содержание курсового проекта при объёме 30–35 страниц рукописного текста.

Введение.

1 Характеристика исследуемого участка дороги.

2 Оценка прочности нежестких дорожных одежд.

3 Определение допустимой нагрузки на дорожную одежду.

4 Оценка состояния покрытия.

5 Назначение ремонтных мероприятий с применением системы управления ТЭС автомобильных дорог.

6 Прогнозирование изменений эксплуатационного состояния дорожного покрытия.

7 Описание прибора (метода) диагностики автомобильных дорог.

Заключение.

Список использованных источников.

Расчётно-пояснительная записка должна отражать последовательность работы при решении поставленной задачи и содержать все необходимые расчёты и

обоснования. Оформляют записку в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105–95 *Общие требования к текстовым документам*. В записке помещают таблицы, графики и рисунки, необходимые для расчётов. Нумерация таблиц, формул и иллюстраций должна быть сквозной в пределах каждого раздела и состоять из двух цифр, первая из которых обозначает номер раздела, вторая – порядковый номер соответственно таблицы, графика или рисунка в пределах данного раздела.

Графическая часть включает описание принципов работы приборов для оценки эксплуатационного состояния автомобильной дороги, их технические характеристики, схему проведения испытания, изображение прибора (фотографию или рисунок) на листе формата А2. Схема дефектов и ведомость оценки эксплуатационного состояния участка улицы населенного пункта или автомобильной дороги на листе формата А2.

Исходные данные принимаются студентом на основании задания или таблиц Г.1 и Г.2 в соответствии с заданным вариантом.

### **3 Расчетная часть курсового проекта**

#### ***3.1 Характеристика исследуемого участка дороги***

Для оценки эксплуатационного состояния дороги выполняют её освидетельствование на наличие дефектов. На начальном этапе производят учет и освидетельствование конструктивных элементов автомобильной дороги:

- покрытия проезжей части, включая переходно-скоростные полосы, укрепленные полосы обочин и разделительных полос, пересечения и примыкания (проезжая часть);
- земляного полотна (включая водоотвод) и полосы отвода;
- мостов и путепроводов, включая скотопрогоны, надземные пешеходные переходы, пешеходные мосты;
- водопропускных труб;
- обустройства инженерного оборудования, включая электроосвещение, светофорные объекты, средства технологической и сигнально-вызывной связи, знаков и табло со сменной информацией, шумозащитных и противоослепляющих устройств, подземных пешеходных переходов, туалетов, площадок для отдыха и т. д.).

Перед выполнением данных работ берется паспорт дороги и при необходимости уточняются отдельные его составляющие. При отсутствии паспорта дороги все необходимые параметры снимаются с реальной дороги или улицы. Для выполнения практической работы объем собираемой информации уменьшается до необходимо минимального уровня, с занесением всей необходимой информации в таблицу 1.

Таблица 1 – Краткая информация о дороге

Наименование автомобильной дороги	Техническая характеристика
Начало дороги (участка), км. Привязка начала дороги	
Конец дороги (участка), км. Привязка конца дороги	
Протяженность дороги (участка), км	
Категория дороги	
Ширина дорожного полотна, м	
Ширина покрытия, м	
Тип дорожной одежды	
Подъезды и их протяженность	
Пешеходные переходы	
Тротуары	
Пешеходные дорожки	
Велодорожки	
Дорожные знаки	
Дорожная разметка	
Другие технические средства организации дорожного движения	

### 3.2 Оценка прочности нежестких дорожных одежд

Оценку прочности дорожной одежды выполняют по величине коэффициента прочности, определяемого по формуле

$$K = \frac{E_p}{E}, \quad (1)$$

где  $E_p$  – расчетный модуль упругости дорожной одежды, МПа;

$E$  – требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа.

Требуемый коэффициент прочности дорожной одежды определяется согласно ТКП 45-3.03–112 (таблица 2).

Требуемый модуль упругости дорожной одежды определяют с точностью до 1 МПа по формуле

$$E = 98,65 \cdot (\lg \Sigma N_p - c), \quad (2)$$

где  $\Sigma N_p$  – суммарное количество расчетных автомобилей на одну полосу за срок службы;

98,65 – эмпирический коэффициент, МПа;

$c$  – эмпирический коэффициент, принимаемый равным для расчетной нагрузки на ось 100 кН – 3,55; 110 кН – 3,25; 115 кН – 3,23; 130 кН – 3,05.

Таблица 2 – Значения минимальных коэффициентов прочности дорожных одежд, предназначенных для движения групп нагрузок  $A_1$  и  $A_2$

Дорожная одежда капитального типа	Значение коэффициента для категории автомобильных дорог, предназначенных для движения групп нагрузок $A_1$ и $A_2$									
	I		II		III			IV		
Заданный коэффициент надежности $K_n$	0,98	0,95	0,98	0,95	0,98	0,95	0,90	0,95	0,90	0,85
Требуемый коэффициент прочности $K_{np}^{mp}$ по критерию упругого прогиба	1,25	1,15	1,20	1,10	1,20	1,10	1,00	1,05	0,95	0,85

Приведение автотранспортных средств к расчетным нагрузкам выполняют в соответствии с ТКП 45-3.03-112.

Число накопленных осей за расчетный срок службы

$$\sum N_p = 0,7 N_p \cdot \frac{K_c}{q^{(T_{cl}-1)}} T_{pdc} K_n, \quad (3)$$

где  $K_c$  – коэффициент суммирования (таблица Б.2);

$T_{cl}$  – расчетный срок службы дорожной одежды, принимаемый по таблице 3;

$q$  – показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам;

$N_p$  – приведенная интенсивность движения на последний год срока службы дорожной одежды, авт./сут;

$T_{pdc}$  – расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости дорожной конструкции, определяемое по таблице Б.1;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого, принимаемый по таблице 4.

Таблица 3 – Рекомендуемый расчетный срок службы дорожной одежды

Категория автомобильной дороги	Тип дорожной одежды	Срок службы $T_{cl}$ , лет, при коэффициенте надежности $K_n$						
		0,98	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
I	Капитальный	19	14	–	–	–	–	–
II	Капитальный	17	13	–	–	–	–	–
III	Капитальный	15	12	11	–	–	–	–
	Облегченный	—	11	10	–	–	–	–
IV	Капитальный	12	10	9	8	–	–	–
	Облегченный	–	–	8	7	6	–	–
	Переходный	–	–	–	6	5	4	–

Таблица 4 – Значение коэффициента  $K_n$ , учитывающего вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого

Тип дорожной одежды	Значение коэффициента $K_n$ при категориях дорог				
	I	II	III	IV	V, VI
Капитальный	1,49	1,49	1,38	1,31	–
Облегченный	–	1,47	1,32	1,26	1,06
Переходный, низший	–	–	1,19	1,16	1,04

Расчетный модуль упругости дорожной одежды определяют с точностью до 1 МПа по формуле

$$E_p = E_f \cdot K_1, \quad (4)$$

где  $E_f$  – фактический модуль упругости дорожной одежды, МПа;

$K_1$  – климатический коэффициент, приводящий значение фактического модуля дорожной одежды к расчетной температуре покрытия 10 °С и расчетному значению влажности грунтов земляного полотна, определяемый по таблицам А.1–А.5.

Толщину слоев дорожной одежды, устроенной с применением органических вяжущих, для определения климатического коэффициента  $K_1$  определяют из паспортных данных дорог или путем отбора кернов, либо другим способом, позволяющим определять толщину слоев с точностью до 0,5 см.

Значение фактического модуля упругости дорожной одежды вычисляют по формуле

$$E_f = \frac{G \cdot p \cdot D(1 - \mu^2)}{l_f}, \quad (5)$$

где  $G$  – коэффициент, учитывающий характер передачи нагрузки на покрытие; при испытаниях жестким штампом принимают 0,785, гибким – 0,6 (для четных вариантов применяют жесткий штамп, для нечетных – гибкий);

$p$  – удельное давление (0,6 МПа только для гибкого штампа), МПа;

$D$  – диаметр круга, эквивалентный отпечатку штампа (0,37 м для гибкого штампа и 0,33 м – для жесткого), м;

$\mu$  – коэффициент Пуассона (для асфальтобетона принимают 0,3);

$l_f$  – фактический (приведенный к расчетной нагрузке) упругий прогиб дорожной одежды, м.

Фактический упругий прогиб нежестких дорожных одежд определяют посредством испытаний дорожной одежды методами по СТБ 1566–2005 *Дороги автомобильные. Методы испытаний*.

В результате проведенных расчетов необходимо сделать вывод.

### 3.3 Определение допустимой нагрузки на дорожную одежду

Допустимую нагрузку на дорожную одежду определяют для различных периодов эксплуатации дороги в течение года. Наиболее неблагоприятными условиями для конструкций дорожных одежд являются:

- весенний период, когда грунты земляного полотна имеют максимальную влажность и соответственно наиболее разуплотнены;
- летний период, когда слои, содержащие органическое вяжущее, наиболее пластичны.

В летний период при температуре воздуха 25 °С и выше максимально допустимая осевая нагрузка  $Q$  на асфальтобетонных покрытиях составляет не более 60 кН, исходя из условий предупреждения образования колеиности.

В весенний период допустимую осевую нагрузку  $Q$  на участке определяют с точностью до 10 кН по формуле

$$Q = 100 \cdot Z^{0,23}, \quad (6)$$

где  $Z$  – коэффициент допустимой нагрузки, эквивалентной расчетной,

$$Z = \frac{\Sigma N}{\Sigma N_T}; \quad (7)$$

$\Sigma N_T$  – суммарное количество приложений расчетной нагрузки на рассчитываемый период,

$$\Sigma N_T = 365 \cdot N_1 \cdot K_c; \quad (8)$$

$N_1$  – суточная интенсивность движения расчетных нагрузок на текущее время, авт./сут;

$T$  – срок службы дорожной одежды, лет;

$\Sigma N$  – общее количество допустимых приложений расчетной нагрузки,

$$\Sigma N = 10^{\frac{E_p}{98,31} + 3,96}; \quad (9)$$

$E_p$  – расчетный модуль упругости на текущее время, МПа;

98,31 – эмпирический коэффициент, МПа.

В результате проведенных расчетов необходимо сделать вывод.

### 3.4 Оценка состояния покрытия

Оценка состояния усовершенствованного покрытия может выполняться по проценту дефектности  $DP$  и по баллам.

Процент дефектности покрытия на участке длиной не менее 100 м и не более 1000 м определяют с точностью до 0,1 % по формуле

$$DP = \frac{\sum S_{di} \cdot K_w}{S_p} \cdot 100 \%, \quad (10)$$

где  $S_{di}$  – площадь каждого вида дефекта покрытия на участке дороги, м<sup>2</sup>;

$K_w$  – коэффициент весомости;

$S_p$  – общая площадь покрытия на участке, м<sup>2</sup>.

Площадь каждого вида дефекта покрытия на участке дороги  $S_{di}$  для линейных дефектов определяется по формуле

$$S_{di} = w \cdot L_i, \quad (11)$$

где  $L_i$  – протяженность линейного дефекта покрытия на участке дороги, м;

$w$  – коэффициент приведения, который принимается:

- отдельные трещины – 0,5;
- колея до 1,5 см – 0,3;
- колея от 1,5 до 3,0 см – 0,4;
- колея св. 3,0 см – 1,0;
- разрушение кромок – 0,2.

Коэффициент весомости  $K_w$  для цементобетонных покрытий равен единице. Коэффициент весомости  $K_w$  для асфальтобетонных покрытий дефекта «частые трещины» принят за единицу. По отношению к трещинам весомость остальных дефектов принимается:

- отдельные трещины – 1,0;
- частые трещины – 1,0;
- сетка трещин – 1,2;
- выбоины – 1,5;
- колея до 1,5 см – 1,0;
- колея от 1,5 до 3,0 см – 1,3;
- колея св. 3,0 см – 1,6;
- заплаты – 1,0;
- выкрашивание – 0,6;
- разрушение кромок – 0,3.

Оценку состояния усовершенствованного покрытия с использованием процента дефектности  $DP$  по уровням дефектности определяют в соответствии с таблицей 5.

Обследование состояния покрытия дорог для определения процента дефектности осуществляется специалистами, прошедшими обучение, с фиксиро-

ванием информации о состоянии дорог в журналах или бортовом компьютере. При данном методе применяются простейшие средства измерений и приспособления (рулетки, рейки и т. д.).

Таблица 5 – Уровни дефектности покрытий

Категория дороги	Уровень дефектности		
	1	2	3
I–II	3...4,9	5...9,9	Более 10
III	5...9,9	10...19,9	Более 20
IV	10...14,9	15...24,9	Более 25

Группа, выполняющая детальное обследование, обеспечивается следующими средствами измерения, оборудованием и инвентарем:

- передвижной дорожной лабораторией, оборудованной устройством для измерения расстояния, с погрешностью измерения длины пути не более 1 %, регистрирующим оборудованием (мобильным компьютером со специальным программным обеспечением);

- измерительными лентами и рулетками;
- дорожными курвиметрами;
- нивелиром;
- рейкой по ГОСТ 30412 и линейкой по ГОСТ 427 для измерения глубины колеи;
- рабочими журналами.

В ходе обследования устанавливают имеющиеся на покрытии дефекты согласно классификатору [1, приложение А; 2, приложение В]. По каждому дефекту определяют его точечное или линейное местоположение на дороге и объем.

Обследование дороги производят из автомобиля, движущегося со скоростью не более 25 км/ч с занесением дефектов и их характеристик в бортовой компьютер или пешком с применением дорожного курвиметра и записью дефектов в журнал по форме, приведенной в таблицах Г.1 и Г.2.

При обследовании на автомобиле в местах, требующих более детального осмотра и фотосъемки, делают остановки. Фотосъемку выполняют на участках дорог, имеющих значительные разрушения покрытия и требующих неотложного ремонта, с фиксацией километража участка и соответствующего ему номера фотоснимка.

Необходимо составить ведомость дефектов в форме таблицы 6 и произвести оценку состояния покрытия по дефектности. Виды и объем дефектов принять самостоятельно.

Оценку состояния покрытия по баллам выполняют в случае необходимости оперативной предварительной оценки. При этом визуально оценивают состояние покрытия каждого 100-метрового участка дороги с присвоением ему балла. Смежные участки с баллами состояния покрытия объединяются. Оценку состояния выполняют по пятибалльной системе согласно таблице 7.

Таблица 6 – Ведомость дефектов

Код	Дефект дорожной одежды	Количество
1	Трещины отдельные, п. м	
2	Трещины частые, м <sup>2</sup>	
3	Сетка трещин, м <sup>2</sup>	
4	Выбоины, м <sup>2</sup>	
5	Колейность до 1,5 см, п. м	
6	Колейность от 1,5 до 3,0 см, п. м	
7	Колейность св. 3,0 см, п. м	
8	Выкрашивание и шелушение, м <sup>2</sup>	
9	Разрушение кромок, п. м	
10	Заплаты, м <sup>2</sup>	
11	Трещины, п. м	
12	Шелушение, м <sup>2</sup>	
13	Незаполненные швы, п. м	
14	Повреждение кромок и швов, п. м	
15	Смещение смежных элементов, п. м	
16	Разрушение основания, м <sup>2</sup>	
17	Разрушение плит, м <sup>2</sup>	

Таблица 7 – Характеристика состояния покрытия

Характеристика состояния покрытия	Оценка состояния, балл
Дефекты на покрытии отсутствуют, возможны отдельные трещины на расстоянии более 40 м	1
Имеются незначительные дефекты, устраняемые при содержании	2
Незначительное наличие дефектов: отдельные трещины; колеи до 1,5 см; небольшие участки шелушения или частых трещин; ровность не вызывает дискомфорта при движении	3
Наличие на покрытии дефектов различного характера: износ покрытия; нарушены поперечные уклоны покрытия; колеи достигают 3 см; небольшие просадки; ощущаются неровности при движении автомобиля	4
Покрытие сильно изношено; имеются значительные дефекты различного характера; колеи достигают 3 см и более; просадки; при движении автомобиля ощущается дискомфорт	5

Если при обследовании не устанавливаются численные значения объемов дефектов, результаты обследования могут быть использованы только для предварительной оценки состояния дорог с последующим проведением детального обследования.

Первоначально определяется оценка фактического состояния конструктивного элемента дороги по каждому виду выявленных при осмотрах дефектов в баллах с учетом фактической и предельно допустимой величины. При оценке

«отлично» устанавливается 5 баллов; «хорошо» – 4 балла; «удовлетворительно» – 3 балла; «плохо» – 2 балла; «очень плохо» – 1 балл.

Оценка состояния конструктивного элемента автомобильных дорог по совокупности дефектов в целом определяется расчетом и выражается усредненным числом оценок в баллах по каждому виду дефектов.

Эксплуатационное состояние и качество содержания автомобильных дорог также определяется расчетом и при расчетном числе баллов соответствует оценке:

- отлично – от 4,51 до 5;
- хорошо – от 3,51 до 4,5;
- удовлетворительно – от 2,51 до 3,5;
- плохо – от 1,51 до 2,5;
- очень плохо – от 1,00 до 1,5.

Предельно допустимая величина дефекта для каждого уровня требований с оценкой, равной 3 баллам, соответствует величине дефекта, допустимого на автомобильной дороге по уровням обеспечения безопасности движения согласно СТБ 1291–2016 *Дороги автомобильные и улицы*.

При величине дефектов менее предельно допустимых величин установлены их допустимые величины, соответствующие оценкам 4 и 5 баллов, для всех видов дефектов конструктивных элементов по уровням требований к автомобильным дорогам.

При промежуточной величине дефекта между допустимой величиной для оценки, равной 3 и 4 баллам и 4 и 5 баллам, принимается более низкая оценка, соответственно равная 3 и 4 баллам. Интерполяция оценок не допускается.

При выявлении дефектов, превышающих по величине предельно допустимые значения, но не являющихся критическими дефектами, их оценка устанавливается равной 2 баллам.

При выявлении не допускаемых дефектов или дефектов, превышающих по величине предельно допустимые значения и являющихся критическими, их оценка устанавливается равной 1 баллу.

Учитывая неодинаковое влияние дефектов конструктивных элементов на эксплуатационное состояние автомобильной дороги и обеспечение безопасности движения, установлены коэффициенты их значимости  $t$ , равные для дефектов:

- проезжей части  $t_1 = 1,0$ ;
- земляного полотна  $t_2 = 0,65$ ;
- мостов  $t_3 = 1,0$ ;
- труб  $t_4 = 0,45$ ;
- обустройства  $t_5 = 0,9$ .

На основании ведомости дефектов (см. таблицу 6), составленной при сезонном осмотре автомобильных дорог, составляется ведомость оценки эксплуатационного состояния конструктивных элементов автомобильной дороги по видам дефектов (таблица 8) с учетом фактической и предельно допустимой величины дефектов для соответствующей оценки и уровня требований по данной автомобильной дороге.

Таблица 8 – Ведомость оценки эксплуатационного состояния конструктивных элементов по видам дефектов

Код дефектов	Конструктивный элемент дороги, вид дефектов	Метод устранения дефектов: ремонт – Р, содержание – С	Номер километра с оценкой эксплуатационного состояния по видам дефектов, соответствующей				
			отлично (5 баллов)	хорошо (4 балла)	удовлетворительно (3 балла)	плохо (2 балла)	очень плохо (1 балл)

Средняя оценка эксплуатационного состояния автомобильной дороги (осмотренного участка автомобильной дороги)  $\mathcal{E}_D$ , балл, определяется расчетом по формуле

$$\mathcal{E}_D = \frac{\mathcal{E}_П \cdot t_1 + \mathcal{E}_З \cdot t_2 + \mathcal{E}_М \cdot t_3 + \mathcal{E}_Т \cdot t_4 + \mathcal{E}_О \cdot t_5}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}, \quad (12)$$

где  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$  – коэффициенты значимости дефектов конструктивных элементов дороги;

$\mathcal{E}$  – эксплуатационное состояние ( $П$  – проезжая часть;  $З$  – земляное полотно;  $М$  – мосты;  $Т$  – трубы;  $О$  – обустройство), балл.

Средняя оценка конструктивных элементов по всей автомобильной дороге обозначается символами  $\mathcal{E}_П, \mathcal{E}_З, \mathcal{E}_М, \mathcal{E}_Т, \mathcal{E}_О$  и определяется как среднеарифметическая величина оценок конструктивных элементов на каждом километре автомобильной дороги, за исключением мостов, по формуле

$$\mathcal{E}_{(П,З,Т,О)} = \frac{\sum \mathcal{E}_i^{(П,З,Т,О)}}{N}, \quad (13)$$

где  $N$  – число оценок, равное числу километров осмотренной автомобильной дороги для  $\mathcal{E}_П, \mathcal{E}_З, \mathcal{E}_О$  и равное числу километров, на которых осмотрены трубы, для  $\mathcal{E}_Т$ .

$\mathcal{E}_М$  определяется средневзвешенной величиной оценок всех мостов, имеющих на автомобильной дороге (осмотренном участке дороги).

### 3.5 Назначение ремонтных мероприятий с применением системы управления ТЭС автомобильных дорог

По результатам оценки технического состояния при наличии дефектов дороги осуществляется планирование ремонтных мероприятий, исходя из доведения состояния дорог до нормативных требований, что обеспечивает соответствие состояния дорог требованиям ТНПА.

Вид ремонтного мероприятия устанавливается по выявленным несоответствиям фактических значений параметров в соответствии с ТКП 140–2015. Перечень участков с полной потребностью в ремонтах является исходной базой для определения участков с отсрочкой ремонтов и первоочередных ремонтов.

Планирование отсрочки ремонтов предполагает отсрочку проведения ремонтов с осуществлением работ по содержанию, направленных на устранение в первую очередь несоответствий эксплуатационных параметров по условиям обеспечения безопасности движения.

Планирование первоочередных ремонтов выполняется исходя из выделяемых средств, выполняются по данным полной потребности в ремонтах. Порядок выбора первоочередных участков ремонта в соответствии с методикой определения рейтинга для выбора участков [3, приложение Ж]. Данная методика предусматривает наличие исходной информации по протяженности в километрах планируемых капитальных и текущих ремонтов.

Для охвата ремонтном дорог различного уровня содержания общий рейтинг должен учитывать протяженность участков, требующих ремонта с их интенсивностью движения и состоянием дорожной одежды. В зависимости от интенсивности движения вся оцениваемая сеть дорог разбивается на десять конструктивных классов в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9 – Конструктивные классы по интенсивности движения транспортного потока

Конструктивный класс	Градация интенсивности движения для сети республиканских дорог, авт./сут	Градация интенсивности движения для сети местных дорог, авт./сут
1	До 300	До 100
2	301...500	101...300
3	501...700	301...500
4	701...1000	501...700
5	1001...2000	701...1000
6	2001...4000	1001...1500
7	4001...7000	1501...2000
8	7001...10000	2001...3000
9	10001...20000	3001...5000
10	>20000	>5000

Определяется протяженность участков дорог, требующих ремонта, по каждому конструктивному классу при условии доведения транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог до нормативных требований. Рассчитывается процентное отношение ремонтов  $\Pi_{Ki}$  по каждому конструктивному классу от общей потребности в ремонтах, отдельно для капитальных и текущих ремонтов.

$$\Pi_{Ki} = \frac{L_i}{L_o}, \quad (14)$$

где  $L_i$  – протяженность участков дорог  $i$ -го конструктивного класса, требующих проведения ремонта, км;

$L_o$  – общая протяженность участков дорог, требующих проведения ремонта, км.

По процентному отношению устанавливается протяженность ремонтов  $L'_i$  по каждому конструктивному классу от общей запланированной протяженности ремонтов, отдельно для капитальных и текущих ремонтов.

$$L'_i = \frac{\Pi_{Ki} L_i}{100}. \quad (15)$$

Для выбора участков капитального ремонта по каждому конструктивному классу применяется частный рейтинг. Критерием частного рейтинга является среднее значение ровности дорожного покрытия на участке. Участки дорог в каждом конструктивном классе выстраивают по убыванию значения  $IRI$ . Наивысший рейтинг имеют участки с наибольшим значением  $IRI$ .

После классификации дорог по рейтингу участков для ремонтов производится назначение ремонтов на основании представленной в виде матрицы с указанием кодов ремонта (таблицы 10–12). Вид ремонтного мероприятия назначается по параметру несоответствия.

В случае наличия на участке трех и более несоответствий одновременно ремонт назначается по следующей приоритетности показателя: прочность, дефектность 2 и 3 уровней, колея более 3 см, ровность, дефектность 1 уровня, сцепление (шероховатость).

В перечень капитального ремонта включаются участки дорог с наивысшим рейтингом по каждому конструктивному классу. Не включенные в список по капитальному ремонту участки дорог переводят в перечень текущих ремонтов. Аналогичные действия выполняют для формирования перечня по текущему ремонту, а участки дорог, не вошедшие в перечень, переводят в содержание.

Таблица 10 – Матрица ремонтных мероприятий

Наименование параметра несоответствия	Код ремонта с учетом параметров несоответствия				
	$K_{лр}$	$ДП, \%$	$IRI, м/км$	$h_{кол}, м$	$K_{сц} (h_{ср})$
Коэффициент прочности $K_{лр}$	3	$\frac{3}{1}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{3}{7}$
Дефектность покрытия $ДП$ 1 уровня	–	7,8	$\frac{5}{6}$	$\frac{10}{9}$	7
Дефектность покрытия $ДП$ 2 и 3 уровней	–	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{8}{7}$
Ровность покрытия $IRI$	–	–	6	$\frac{6}{9}$	$\frac{6}{7}$
Колейность на покрытии $h_{кол}$	–	–	–	$\frac{10}{9}$	$\frac{7}{9}$
Коэффициент сцепления $K_{сц}$ (шероховатость $h_{ср}$ )	–	–	–	–	7
<i>Примечание</i> – В знаменателе указаны ремонты, назначенные как первоочередные по условиям безопасности движения					

Таблица 11 – Виды ремонтных мероприятий по капитальному ремонту

Код	Наименование ремонтных мероприятий по ТКП 068	Состав основных работ
1	Устранение неровностей с заменой нестабильных слоев покрытия методом фрезерования на всю ширину покрытия на дорогах I–IV категорий с уширением (без уширения) проезжей части	1 Фрезерование покрытия
		2 Устройство выравнивающего слоя
		3 Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
2	Усиление дорожных одежд с исправлением продольных и поперечных неровностей с уширением (без уширения) проезжей части	1 Устранение дефектов покрытия
		2 Устройство выравнивающего слоя
		3 Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
3	Устройство (усиление) нежестких (жестких) дорожных покрытий с использованием существующих дорожных одежд в качестве основания с уширением (без уширения) проезжей части	1 Устранение дефектов покрытия
		2 Устройство выравнивающего слоя средней толщины 4 см
		3 Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
		4 Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
4	Ликвидация колеи методом частичного фрезерования на ширину полосы наката с укладкой слоя(ев) сдвигоустойчивого асфальтобетона в колее и усиление дорожной одежды с уширением (без уширения) проезжей части	1 Фрезерование колеи в полосе наката
		2 Устройство слоя асфальтобетонного покрытия в колее
		3 Устранение дефектов покрытия
		4 Устройство слоя асфальтобетонного покрытия

Таблица 12 – Виды ремонтных мероприятий по текущему ремонту

Код	Наименование ремонтных мероприятий по ТКП 069	Состав основных работ
5	Устройство защитного слоя покрытия с фрезерованием	1 Фрезерование покрытия на глубину до 3,5 см 2 Устройство холодной литой асфальтобетонной смеси
6	Восстановление ровности верхних слоев устройством выравнивающего слоя с устройством защитного слоя покрытия	1 Устранение дефектов покрытия 2 Устройство выравнивающего слоя 3 Устройство защитного слоя: тонкослойное асфальтобетонного покрытия на дорогах I–II категорий одиночная поверхностная обработка на дорогах III–VI категорий
7	Устранение дефектов покрытий с устройством защитных слоев, восстановление сцепных качеств покрытия	1 Устранение дефектов покрытия 2 Устройство защитного слоя: холодная литая асфальтобетонная смесь на дорогах I–II категорий одиночная (двойная) поверхностная обработка на дорогах I–VI категории
8	Устранение дефектов покрытия устройством защитного тонкослойного асфальтобетонного покрытия с предварительным фрезерованием локальных участков	1 Фрезерование покрытия 2 Устранение дефектов покрытия 3 Устройство защитного слоя толщиной 3,5 см из горячей асфальтобетонной смеси из асфальтобетонной смеси типов Б, В, Г, С
9	Ликвидация колеи более 30 мм	1 Ликвидация колеи: устройство в колее холодной литой смеси типа Б в два слоя на дорогах I–II категорий устройство двойной поверхностной обработки в колее 2 Устройство слоя из холодной литой смеси на всю ширину
10	Ликвидация колеи до 30 мм	Ликвидация колеи: устройство слоя из холодной литой смеси на дорогах I–II категорий в колее устройство одиночной поверхностной обработки в колее
11	Устройство слоя(ев) покрытия с применением методов терморегенерации	Технология холодного ресайклинга: устройство двухслойного покрытия из регенерируемого материала на дорогах I–III категорий устройство однослойного покрытия на дорогах IV–VI категорий
12	Устранение дефектов покрытия по мембранной технологии	1 Устранение дефектов покрытия 2 Устройство защитного слоя покрытия толщиной 3,5 см по мембранной технологии

Ремонтные мероприятия по результатам диагностики рекомендуется формировать по участкам протяженностью 100 м с последующим объединением соседних участков. Окончательный вид ремонта на объединенном участке устанавливается по протяженности преимущественного несоответствия.

### 3.6 Прогнозирование изменения эксплуатационных параметров автомобильных дорог

Прогнозирование изменения эксплуатационных параметров дорог осуществляется ежегодно при выборе первоочередных участков ремонта в условиях ограниченного финансирования, периодически при долгосрочном планировании ремонтов, а также при формировании государственных и отраслевых программ.

Согласно ТКП 140–2015 расчет эксплуатационных параметров автомобильных дорог по прогнозным моделям проводится из условий, что за срок прогнозирования ремонты проводиться не будут.

Прогноз изменения ровности  $IRI_T$  дорожных покрытий в процессе эксплуатации определяется по формуле

$$IRI_T = IRI_\phi + K_{II} \sum_1^T N, \quad (16)$$

где  $IRI_\phi$  – фактическое значение ровности покрытия, мм/м;

$K_{II}$  – коэффициент, учитывающий влияние расчетных нагрузок и интенсивность их воздействия на дорожную одежду, следует принимать по таблице 13;

$\sum_1^T N$  – суммарное количество расчетных нагрузок на полосу за срок службы, млн шт.;

$$\sum_1^T N = 365 N_1 \frac{q^T - 1}{q - 1}; \quad (17)$$

$N_1$  – суточная интенсивность расчетных нагрузок на полосу в первый год, шт./сут;

$T$  – прогнозный срок службы, лет;

$q$  – коэффициент ежегодного роста интенсивности движения.

Таблица 13 – Значение коэффициента  $K_{II}$

Группа нагрузки	Значение коэффициента $K_{II}$ в зависимости от категории дороги				
	I	II	III	IV	V
$A_1$	0,65	0,71	1,09	1,41	3,98
$A_2$	0,80	0,91	1,34	1,65	–
$A_3$	0,95	1,11	1,76	–	–

Ожидаемое значение ровности дорожного покрытия после проведения ремонта  $IRI_P$  определяется по формуле

$$IRI_p = B \cdot IRI_0 + C, \quad (18)$$

где  $IRI_0$  – значение ровности до ремонта, мм/м;  
 $B, C$  – эмпирические коэффициенты, принимаемые по таблице 14.

Таблица 14 – Значение коэффициентов  $B, C$

Рекомендуемое ремонтное мероприятие	$B$	$C$
Поверхностная обработка	1,03	0,01
Защитные слои из холодных литых смесей	0,97	0,02
Тонкий слой толщиной 3,5 см	0,92	0,03
Поверхностное фрезерование с устройством тонкого слоя толщиной 3,5 см	0,27	1,18
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 4 см	0,22	1,24
Фрезерование существующего покрытия более 4 см с устройством выравнивающего слоя и асфальтобетонного покрытия толщиной 4 см	0,19	1,26
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 5 см	0,23	1,19
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 6 см	0,18	1,20
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 7 см	0,16	1,19
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 8 см	0,10	1,16
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия толщиной 9 см	0,05	1,11
Фрезерование до 4 см с выравнивающим слоем и устройством асфальтобетонного покрытия 10 см	0,03	1,02

Прогноз изменения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием  $K_{сц,t}$  в процессе эксплуатации определяется по формуле

$$K_{сц,t} = K_{сц} - 0,0213F \left( \frac{\sum_1^T N}{10^6} \right), \quad (19)$$

где  $K_{сц}$  – текущее значение коэффициента сцепления;

$\sum_1^T N$  – суммарное количество физических единиц транспортных средств на

полосу за срок службы;

$F$  – коэффициент, учитывающий процент грузовых транспортных средств в потоке, принимается по таблице 15.

Таблица 15 – Значение коэффициента  $F$ 

Процент грузовых транспортных средств в потоке, %	Значение коэффициента $F$
До 20 включ.	1,00
Св. 20 до 30 включ.	1,10
Св. 30 до 40 включ.	1,18
Св. 40	1,24

Прогноз развития глубины колейности  $h_K$ , мм, на дорожных покрытиях определяется по формуле

$$h_K = K_1 \left( \frac{M \sum_1^T N}{10^6} \right)^D, \quad (20)$$

где  $M$  – коэффициент, учитывающий расчетную нагрузку, следует принимать для нагрузок групп:  $A_1 - 1,0$ ;  $A_2 - 1,85$ ;  $A_3 - 3,17$ ;

$\sum_1^T N$  – суммарное количество расчетных нагрузок на полосу за прогнозируемый срок службы;

$K_1$  и  $D$  – коэффициенты, принимаются по таблице 16.

Таблица 16 – Значение коэффициентов  $K_1$  и  $D$ 

Коэффициент	Значение коэффициентов $K_1$ и $D$ в зависимости от категории дороги				
	I	II	III	IV	V
$K_1$	7,04	9,2	28,4	52,8	114,5
$D$	0,84	0,97	0,76	0,89	0,86

## Список литературы

- 1 **Леонович, И. И.** Диагностика автомобильных дорог: учебное пособие / И. И. Леонович, С. В. Богданович, И. В. Нестерович. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2011. – 350 с.
- 2 **Лукина, В. А.** Диагностика технического состояния автомобильных дорог: учебное пособие / В. А. Лукина, А. Ю. Лукин. – Архангельск: САФУ, 2015. – 171 с.
- 3 **ТКП 140–2015 (33200).** Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики. – Введ. 01.03.2016. – Минск: Белдорцентр, 2015. – 68 с.
- 4 **СТБ 1291–2016.** Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – Введ. 01.07.2017. – Минск: БелдорНИИ, 2016. – 28 с.
- 5 **ТКП 604–2017 (33200).** Автомобильные дороги. Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания. – Введ. 01.09.2017. – Минск: Белдорцентр, 2017. – 64 с.
- 6 **ТКП 271–2010 (02030).** Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания дорожных одежд и дождевой канализации улиц населенных пунктов. – Введ. 01.01.2011. – Минск: БНТУ, 2015. – 104 с.
- 7 **ТКП 100–2018 (33200).** Порядок организации и проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог. – Введ. 01.11.2018. – Минск: БелдорНИИ, 2015. – 86 с.
- 8 **ТКП 069–2018 (33200).** Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по текущему ремонту и содержанию. – Введ. 01.07.2018. – Минск: Белдорцентр, 2018. – 16 с.
- 9 **ТКП 068–2018 (33200).** Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по реконструкции и капитальному ремонту. – Введ. 01.07.2018. – Минск: Белдорцентр, 2018. – 16 с.
- 10 **ТКП 45–3.03–19–2006 (02250).** Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – Введ. 01.07.2006. – Минск: Белгипродор, 2018. – 68 с.
- 11 **ТКП 45–3.03–3–2004 (02250).** Проектирование дорожных одежд улиц и дорог населенных пунктов. – Введ. 01.07.2005. – Минск: БНТУ, 2010. – 90 с.
- 12 **ГОСТ 33181–2014.** Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания. – Введ. 01.04.2017. – Минск: Госстандарт РБ, 2017. – 10 с.
- 13 **ТР ТС 014/2011.** Безопасность автомобильных дорог. – Введ. 15.02.2015. – Минск: БелГИСС, 2012. – 40 с.
- 14 **СТБ 2255–2012.** Система проектной документации для строительства. Основные требования к документации строительного проекта. – Введ. 01.07.2012. – Минск: Стройтехнорм, 2012. – 46 с.
- 15 **ГОСТ 2.105–95.** Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. – Введ. 01.01.1997. – Минск: Госстандарт РБ, 2018. – 36 с.

## Приложение А (обязательное)

Таблица А.1 – Значения климатического коэффициента  $K_1$  для легких супесей

Температура покрытия, °С	Толщина слоя асфальтобетона, см	Значение климатического коэффициента $K_1$ при относительной влажности грунта				
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	До 10 включ.	0,884	0,904	0,917	0,935	0,942
	Св. 10 до 15	0,840	0,856	0,867	0,882	0,887
	Св. 15 до 20	0,823	0,837	0,849	0,861	0,866
	Св. 20	0,800	0,811	0,820	0,830	0,835
10	До 10 включ.	0,972	0,996	1,013	1,034	1,043
	Св. 10 до 15	0,975	0,997	1,012	1,030	1,036
	Св. 15 до 20	0,978	0,998	1,011	1,026	1,035
	Св. 20	0,981	0,999	1,010	1,024	1,032
20	До 10 включ.	1,075	1,099	1,124	1,151	1,156
	Св. 10 до 15	1,150	1,176	1,198	1,222	1,231
	Св. 15 до 20	1,180	1,204	1,225	1,246	1,255
	Св. 20	1,232	1,254	1,273	1,292	1,304
30	До 10 включ.	1,146	1,179	1,202	1,232	1,239
	Св. 10 до 15	1,287	1,319	1,342	1,371	1,377
	Св. 15 до 20	1,351	1,383	1,405	1,433	1,445
	Св. 20	1,458	1,489	1,511	1,533	1,544
<i>Примечание</i> – При промежуточных значениях температуры климатические коэффициенты определяются по интерполяции						

Таблица А.2 – Значение климатического коэффициента  $K_1$  для пылеватых песков

Температура покрытия, °С	Толщина слоя асфальтобетона, см	Значение климатического коэффициента $K_1$ при относительной влажности грунта				
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	До 10 включ.	0,910	0,913	0,913	0,930	0,955
	Св. 10 до 15	0,859	0,861	0,864	0,875	0,895
	Св. 15 до 20	0,843	0,845	0,847	0,856	0,875
	Св. 20	0,814	0,816	0,817	0,825	0,841
10	До 10 включ.	1,000	1,004	1,004	1,020	1,054
	Св. 10 до 15	0,997	1,003	1,003	1,019	1,045
	Св. 15 до 20	0,997	1,003	1,003	1,017	1,043
	Св. 20	0,998	1,002	1,002	1,014	1,036
20	До 10 включ.	1,103	1,108	1,110	1,129	1,171
	Св. 10 до 15	1,175	1,179	1,179	1,201	1,233
	Св. 15 до 20	1,205	1,209	1,209	1,230	1,264
	Св. 20	1,254	1,257	1,257	1,276	1,307
30	До 10 включ.	1,182	1,188	1,188	1,211	1,252
	Св. 10 до 15	1,313	1,318	1,324	1,346	1,386
	Св. 15 до 20	1,384	1,389	1,389	1,411	1,450
	Св. 20	1,483	1,488	1,493	1,514	1,552
<i>Примечание</i> – При промежуточных значениях температуры климатические коэффициенты определяются по интерполяции						

Таблица А.3 – Значение климатического коэффициента  $K_1$  для пылеватых и тяжелых пылеватых супесей, суглинков легких пылеватых

Температура покрытия, °С	Толщина слоя асфальтобетона, см	Значение климатического коэффициента $K_1$ при относительной влажности грунта				
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	До 10 включ.	0,848	0,861	0,894	0,944	0,979
	Св. 10 до 15	0,813	0,822	0,847	0,886	0,910
	Св. 15 до 20	0,800	0,808	0,831	0,866	0,889
	Св. 20	0,778	0,784	0,804	0,833	0,852
10	До 10 включ.	0,933	0,948	0,987	1,049	1,088
	Св. 10 до 15	0,944	0,956	0,987	1,041	1,074
	Св. 15 до 20	0,948	0,958	0,989	1,039	1,068
	Св. 20	0,953	0,962	0,990	1,035	1,062
20	До 10 включ.	1,031	1,044	1,093	1,169	1,218
	Св. 10 до 15	1,109	1,126	1,169	1,241	1,283
	Св. 15 до 20	1,143	1,158	1,203	1,269	1,313
	Св. 20	1,196	1,210	1,251	1,311	1,350
30	До 10 включ.	1,103	1,119	1,169	1,257	1,306
	Св. 10 до 15	1,246	1,261	1,310	1,394	1,448
	Св. 15 до 20	1,313	1,328	1,376	1,458	1,509
	Св. 20	1,420	1,435	1,482	1,561	1,610
<i>Примечание</i> – При промежуточных значениях температуры климатические коэффициенты определяются по интерполяции						

Таблица А.4 – Значение климатического коэффициента  $K_1$  для тяжелых и легких суглинков, глины

Температура покрытия, °С	Толщина слоя асфальтобетона, см	Значение климатического коэффициента $K_1$ при относительной влажности грунта				
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	До 10 включ.	0,859	0,872	0,919	0,971	1,004
	Св. 10 до 15	0,821	0,830	0,867	0,906	0,927
	Св. 15 до 20	0,807	0,815	0,848	0,883	0,904
	Св. 20	0,783	0,789	0,819	0,848	0,866
10	До 10 включ.	0,944	0,960	1,017	1,082	1,117
	Св. 10 до 15	0,953	0,965	1,013	1,066	1,096
	Св. 15 до 20	0,956	0,967	1,015	1,064	1,091
	Св. 20	0,960	0,969	1,012	1,054	1,079
20	До 10 включ.	1,044	1,058	1,128	1,208	1,253
	Св. 10 до 15	1,120	1,137	1,204	1,274	1,312
	Св. 15 до 20	1,153	1,168	1,230	1,300	1,340
	Св. 20	1,205	1,219	1,280	1,342	1,378
30	До 10 включ.	1,117	1,133	1,208	1,293	1,345
	Св. 10 до 15	1,258	1,274	1,346	1,435	1,483
	Св. 15 до 20	1,324	1,340	1,416	1,496	1,542
	Св. 20	1,431	1,446	1,515	1,591	1,635
<i>Примечание</i> – При промежуточных значениях температуры климатические коэффициенты определяются по интерполяции						

Таблица А.5 – Значение климатического коэффициента  $K_1$  для песчаных грунтов за исключением песка пылеватого

Толщина слоя асфальтобетона, см	Температура покрытия, °С					
	0	10	20	30	40	50
До 10 включ.	0,948	1,000	1,121	1,227	1,321	1,396
Св. 10 до 15 включ.	0,873	1,000	1,128	1,273	1,440	1,563
Св. 15 до 20 включ.	0,837	1,000	1,137	1,343	1,571	1,743
Св. 20	0,826	1,000	1,181	1,438	1,752	1,995
<i>Примечание</i> – При промежуточных значениях температуры климатические коэффициенты определяются по интерполяции						

## Приложение Б (справочное)

### Параметры для определения расчетного суммарного числа приложений транспортной нагрузки за срок службы дорожной одежды

Число расчетных дней в году  $T_{pdg}$  за проектный срок службы конструкции  $T_{cl}$  устанавливаются по данным специальных исследований. Расчетным считается день, в течение которого сочетание состояния грунта земляного полотна по влажности и температуре асфальтобетонных слоев конструкции обеспечивает возможность накопления остаточной деформации в грунте земляного полотна или в неукрепленных слоях дорожной одежды и верхних слоях асфальтобетона. Для условий на территории Республики Беларусь значения  $T_{pdg}$  приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Значение  $T_{pdg}$  в зависимости от расположения дороги

Дорожно-климатический район	$T_{pdg}$ при расчете на прочность дорожной одежды, сут
1 Северный, влажный	125
2 Центральный	130
3 Южный, неустойчиво-влажный	135

Значение коэффициента суммирования  $K_c$  принимают по таблице Б.2.

Таблица Б.2 – Значение коэффициента суммирования

Показатель изменения интенсивности движения по годам $q$	Значение $K_c$ при сроке службы дорожной одежды $T_{cl}$ , лет			
	8	10	15	19
0,90	5,7	6,5	7,9	8,8
0,92	6,1	7,1	8,9	10,1
0,94	6,5	7,7	10,0	11,8
0,96	7,0	8,4	11,4	13,9
0,98	7,5	9,1	13,1	16,6
1,00	8,0	10,0	15,0	20,0
1,02	8,6	10,9	17,2	24,4
1,04	9,2	12,0	20,0	29,8
1,06	9,9	13,2	23,2	36,0
1,08	10,6	14,5	27,2	45,8
1,10	11,4	15,9	31,7	67,3

## Приложение В (справочное)

Таблица В.1 – Рекомендуемые ремонтные работы при различных стратегиях ремонтов

Состояние дорожной одежды, покрытия	Рекомендуемый ремонт при стратегии		Мероприятие при стратегии отсрочки ремонтов
	нормативных требований	поддерживающей	
<i>Усовершенствованные покрытия</i>			
Первый уровень дефектности покрытия. Прочность дорожной одежды ниже требуемой $E_f/E < K_n$	Усиление дорожной одежды по расчету с выравнивающим слоем (при необходимости с уширением покрытия)	1 Усиление дорожной одежды по расчету с выравнивающим слоем при наличии дефектности 2-го или 3-го уровня (при необходимости с уширением покрытия). 2 Тонкий слой покрытия толщиной до 3,5 см при необеспеченной ровности	Ограничение осевых нагрузок круглогодично и выполнение работ по содержанию
Третий уровень дефектности покрытия	Устройство конструктивного слоя покрытия толщиной 4...5 см с выравнивающим слоем (при необходимости с уширением покрытия)	Тонкий слой покрытия толщиной до 3,5 см	Ограничение осевых нагрузок в весенний период и выполнение работ по содержанию
Второй уровень дефектности покрытия	Устройство конструктивного слоя покрытия толщиной 4...5 см с выравнивающим слоем на асфальтобетонных покрытиях (при необходимости с уширением покрытия). Устройство тонкого слоя покрытия толщиной 3,5 см на цементобетонных покрытиях	1 Тонкий слой покрытия толщиной до 3,5 см при необеспеченной ровности на асфальтобетонных покрытиях. 2 Защитные слои из холодной литой смеси или поверхностная обработка на асфальтобетонных и цементобетонных покрытиях	Ограничение осевых нагрузок в весенний период и выполнение работ по содержанию
Необеспеченная ровность покрытия	Выравнивающий слой покрытия или терморегенерация, с устройством поверхностной обработки на асфальтобетонных покрытиях. Устройство тонкого слоя покрытия толщиной 3,5 см на цементобетонных покрытиях	Устройство защитного слоя из холодной литой смеси или поверхностная обработка на участках превышения допустимого значения ровности более 30 %	Ограничение осевых нагрузок в весенний период и выполнение работ по содержанию (мероприятия по ограничению скоростных режимов)

Окончание таблицы В.1

Состояние дорожной одежды, покрытия	Рекомендуемый ремонт при стратегии		Мероприятие при стратегии отсрочки ремонтов
	нормативных требований	поддерживающей	
Необеспеченная ровность покрытия	Выравнивающий слой покрытия или терморегенерация, с устройством поверхностной обработки на асфальтобетонных покрытиях. Устройство тонкого слоя покрытия толщиной 3,5 см на цементобетонных покрытиях	Устройство защитного слоя из холодной литой смеси или поверхностная обработка на участках превышения допустимого значения ровности более 30 %	Ограничение осевых нагрузок в весенний период и выполнение работ по содержанию (мероприятия по ограничению скоростных режимов)
Необеспеченный требуемый коэффициент сцепления	Поверхностная обработка	—	Содержание (мероприятия по ограничению скоростных режимов)
Наличие колеи 2-го или 3-го уровня	Перекрытие холодной литой смесью или поверхностной обработкой на всю ширину покрытия с предварительным фрезерованием, заполнением	Фрезерование, заполнение	Не применяется
<i>Переходные покрытия</i>			
Переходной тип покрытия при расчетной (группа А) суточной интенсивности более 100 ед.	Устройство усовершенствованного покрытия	—	Ограничение осевых нагрузок в весенний период и выполнение работ по содержанию
<i>Примечание</i> – Для асфальтобетонных покрытий выполняется предварительное фрезерование. Для цементобетонных покрытий выполняется предварительный ремонт плит			

## Приложение Г (справочное)

Таблица Г.1 – Исходная информация транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог (4 км дороги)

Вариант	1, 25	2, 26	3, 27	4, 28	5, 29	6, 30	7, 31	8, 32	9, 33	10, 34	11, 35	12, 36	13, 37	14, 38	15, 39	16, 40	17, 41	18, 42	19, 43	20, 44	21, 45	22, 46	23, 47	24, 48
Категория автомобильной дороги	III	IV	II	I	III	IV	II	I	III	IV	II	I	III	IV	II	I	III	IV	II	I	III	IV	II	I
Коэффициент надежности	0,95	0,9	0,98	0,95	0,9	0,95	0,95	0,95	0,98	0,85	0,98	0,95	0,95	0,9	0,98	0,95	0,9	0,95	0,95	0,95	0,98	0,85	0,98	0,95
Приведенная интенсивность движения на последний год срока службы дорожной одежды $N_p = N_1$ , авт./сут	1155	750	2750	4500	2150	1015	3150	4000	1750	255	4200	5000	1900	845	3900	5500	2200	615	3300	2500	1500	420	2900	4800
Показатель изменения интенсивности движения по годам $q$	0,96	0,9	1,08	1,04	1,0	0,96	1,06	0,92	0,94	0,98	1,08	1,1	0,96	1,02	0,9	1,08	1,02	0,98	1,06	1,0	0,9	0,94	0,98	1,04
Район происхождения автомобильной дороги*	Ц	С	Ю	Ц	С	Ю	Ц	С	Ю	Ц	С	Ю	Ц	С	Ю	Ц	С	Ю	Ц	С	Ю	Ц	С	Ю
Тип дорожной одежды**	О	О	К	К	О	К	К	К	К	П	К	К	О	П	К	К	О	К	К	К	К	П	К	К
Фактический упругий прогиб $l_f$ , мм	2	1	3	4	2	3	1	15	2	1	3	4	2	3	1	15	2	1	3	4	2	3	1	15

Окончание таблицы Г.1

Вариант	1, 25	2, 26	3, 27	4, 28	5, 29	6, 30	7, 31	8, 32	9, 33	10, 34	11, 35	12, 36	13, 37	14, 38	15, 39	16, 40	17, 41	18, 42	19, 43	20, 44	21, 45	22, 46	23, 47	24, 48	
Грунт земляного полотна	Су-песч-лег-кая	Су-песч-тяж-лая	Су-гли-нок-лег-кий	Гли-на	Пе-сок-сред-ний	Су-гли-нок-тяж-лая	Су-гли-нок-тяж-лая	Су-песч-пы-левая	Су-песч-лег-кая	Су-песч-пы-левая	Су-гли-нок-лег-кий	Гли-на	Пе-сок-сред-ний	Су-гли-нок-тяж-лый	Пе-сок-круп-ный	Су-песч-пы-левая	Су-песч-лег-кая	Су-песч-тяж-лая	Су-гли-нок-лег-кий	Гли-на	Пе-сок-сред-ний	Су-гли-нок-тяж-лый	Су-гли-нок-тяж-лый	Су-гли-нок-тяж-лый	Су-гли-нок-тяж-лый
Температура покрытия, °С	20	0	30	30	0	10	20	30	20	0	10	20	30	10	30	0	10	20	30	20	0	10	20	30	
Относительная влажность грунта, доли от $W_n$	0,7	0,5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,5	0,6	0,8	
Фактические значения ровности $IRI$ , мм/м	0..1 км	5,8	6,5	5,4	3,5	6,8	5,6	4,6	6,2	6,7	5,4	4,6	6,3	6,5	5,6	4,6	6,2	7,0	5,9	4,9	6,3	6,8	5,3	4,3	
	1..2 км	6,0	6,4	5,5	3,3	6,9	6,0	5,0	6,3	6,3	6,0	4,4	6,4	6,7	6,0	4,9	6,1	6,9	5,7	5,0	6,7	7,0	5,4	4,2	
	2..3 км	6,5	5,7	6,0	4,7	6,4	5,8	5,1	5,0	6,8	5,8	5,1	6,0	7,0	6,1	5,1	6,7	7,1	6,0	4,5	7,0	7,3	5,9	5,0	
	0..1 км	0,25	0,5	0,55	0,35	0,40	0,50	0,45	0,60	0,35	0,45	0,55	0,35	0,30	0,35	0,40	0,50	0,55	0,45	0,65	0,55	0,45	0,45	0,40	
	1..2 км	0,45	0,3	0,45	0,45	0,35	0,45	0,55	0,50	0,60	0,30	0,65	0,45	0,35	0,45	0,45	0,55	0,45	0,55	0,60	0,70	0,30	0,35	0,25	
	2..3 км	0,25	0,4	0,40	0,25	0,45	0,55	0,45	0,35	0,50	0,35	0,50	0,55	0,45	0,60	0,40	0,60	0,60	0,40	0,50	0,60	0,45	0,50	0,45	
	3..4 км	0,30	0,5	0,35	0,50	0,50	0,40	0,35	0,45	0,55	0,55	0,60	0,50	0,40	0,50	0,50	0,65	0,40	0,60	0,55	0,65	0,50	0,40	0,50	
Глубина колеи (среднее значение), см	1,2	3,1	1,8	1,1	1,0	2,6	2,1	1,9	1,4	1,2	3,2	1,7	2,6	3,0	1,3	1,9	2,0	1,5	3,0	0,9	1,1	1,6	1,7	2,3	
Примечание – * – Ц – центральный, С – северный, Ю – южный, ** – К – капитальный, О – облегченный, П – переходной																									

Таблица Г.2 – Варианты приборов или методик диагностики

Вариант	Прибор или методика диагностики
1	Определение ровности измерительной рейкой
2	Определение ровности методом нивелирования
3	Определение ровности профилометром
4	Определение ровности профилографом
5	Определение прочности дорожных одежд балкой Бенкельмана
6	Определение прочности дорожных одежд дефлектографом Lacroix
7	Определение прочности дорожных одежд дефлектометром падающего груза
8	Определение прочности дорожных одежд SPA
9	Определение износа покрытия износомером
10	Определение шероховатости методом песчаного пятна
11	Определение шероховатости установкой «Профилограф»
12	Определение сцепных качеств дорожных покрытий динамометрическим прицепом
13	Определение сцепных качеств дорожных покрытий установкой GripTester
14	Определение сцепных качеств дорожных покрытий портативным прибором ППК
15	Определение сцепных качеств дорожных покрытий прибором маятникового типа
16	Определение сцепных качеств дорожных покрытий методом торможения автомобиля
17	Определение геометрических параметров установкой «Профилограф»
18	Определение геометрических параметров лабораторией с лазерно-гироскопической системой
19	Определение геометрических параметров с помощью геодезических приборов
20	Определение дефектности покрытий с помощью передвижной лаборатории
21	Определение светотехнических характеристик дорожных знаков спектрофотометрами
22	Определение светотехнических характеристик дорожных знаков приборами со сферической геометрией
23	Определение светотехнических характеристик дорожной разметки ретро-рефлектометрами
24	Дорожно-измерительная станция
25	Определение продольной ровности толчкомером