

Л. Р. МЫТЬКО

**МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 625.7/.8(075.8)
ББК 39.311
М95

Рецензенты:

генеральный директор РУП «Минскавтодор-Центр»
Гледко Василий Евгеньевич;
доктор технических наук, главный научный сотрудник
ГП «БелдорНИИ»
Яромко Вячеслав Николаевич

Мытько, Л. Р.

М95 Мониторинг и диагностика автомобильных дорог : учебное пособие /
Л. Р. Мытько. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 328 с. : ил.,
табл.

ISBN 978-5-9729-0747-2

Приведены современные методы мониторинга и диагностики автомобильных дорог, оценки их транспортно-эксплуатационного состояния. Освещены вопросы определения интенсивности движения и состава транспортного потока, оценки ровности, скользкости и шероховатости дорожных покрытий. Приведены методы измерения геометрических размеров повреждений дорожных покрытий, расстояния видимости, параметров колеиности проезжей части. Представлены данные об использовании георадаров при обследовании земляного полотна и дорожных одежд. Даны схемы приборов и установок, применяемых при мониторинге транспортно-эксплуатационных характеристик элементов дорог. Рассмотрен порядок учета и паспортизации автомобильных дорог, состояния элементов дорожных конструкций, качества производства дорожных работ.

Для студентов строительных и транспортных направлений подготовки, а также для слушателей учебных центров повышения квалификации.

УДК 625.7/.8(075.8)
ББК 39.311

ISBN 978-5-9729-0747-2

© Мытько Л. Р., 2021
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	8
ВВЕДЕНИЕ	9
1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ ПРИ МОНИТОРИНГЕ И ДИАГНОСТИКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	10
1.1. Система глобального позиционирования GPS.....	10
1.2. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС	11
1.3. Применение спутниковых систем в дорожной отрасли.....	12
1.4. Состав GPS оборудования.....	13
1.5. Факторы, влияющие на точность спутниковых определений.....	16
1.6. Использование GPS оборудования при мониторинге транспортных средств.....	18
1.7. Мониторинг автомобильных дорог с использованием беспилотных летательных аппаратов.....	20
1.7.1. Типы беспилотных летательных аппаратов	21
1.7.2. Аэрофотосъемка автомобильной дороги.....	23
2. ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИОННОМУ СОСТОЯНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	25
2.1. Требования к покрытию проезжей части, обочинам, разделительным полосам, тротуарам, пешеходным и велосипедным дорожкам.....	27
2.1.1. Покрытие проезжей части.....	27
2.1.2. Обочины и разделительные полосы.....	30
2.2. Требования к элементам обустройства и к оборудованию железнодорожных переездов	31
2.2.1. Дорожные знаки	31
2.2.2. Дорожная разметка	32
2.2.3. Дорожные светофоры и звуковые устройства	32
2.2.4. Дорожные ограждения и бортовой камень	33
2.2.5. Дорожные сигнальные столбики и тумбы.....	34
2.2.6. Дорожные световозвращатели.....	34
2.2.7. Искусственные неровности.....	35
2.3. Требования к видимости на автомобильных дорогах	35
2.4. Требования к эксплуатационному состоянию в зимний период	36
3. МЕТОДЫ УЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА.....	41
3.1. Методы определения интенсивности движения автомобилей.....	41
3.1.1. Визуальный учет	50
3.1.2. Автоматизированный учет	51
3.1.3. Организация учета движения.....	53
3.2. Приборы учета интенсивности движения транспортных средств	55
3.2.1. Контактно-механические детекторы.....	55
3.2.2. Магнитно-индуктивные детекторы.....	57

3.2.3. Определение параметров транспортного потока с помощью зондирующих импульсов	60
3.2.4. Определение параметров транспортного потока по излучению автомобилей	62
3.2.5. Видеодетекторы для определения параметров транспортного потока	63
3.2.6. Современные приборы для определения интенсивности движения	64
3.2.7. Системы весового контроля транспортных средств	66
3.2.8. Система взимания платы за проезд по автомобильной дороге	67
3.2.9. Требования, предъявляемые средствам учета интенсивности движения транспортных средств	68
3.3. Порядок расчета интенсивности движения	72
3.3.1. Расчет среднегодовой суточной интенсивности движения	72
3.3.2. Порядок определения коэффициентов перехода для расчета среднегодовой суточной интенсивности движения	75
3.3.3. Визуальный метод учета интенсивности движения	77
3.3.4. Метод краткосрочного (периодического) автоматизированного учета интенсивности дорожного движения и состава транспортного потока	78
3.3.5. Методика приведения интенсивности движения к легковому автомобилю и расчетной нагрузке	80
3.4. Определение характеристик транспортного потока	84
3.4.1. Пропускная способность автомобильных дорог	86
3.4.2. Характеристика уровней удобства движения	91
4. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ПОВРЕЖДЕНИЙ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ	95
4.1. Методы измерения дефектов дорожного покрытия	95
4.1.1. Метод измерения величины колеяности дорожных покрытий	95
4.1.2. Метод измерения величины сдвига, волны и гребенки	99
4.1.3. Метод измерения величины геометрических размеров выбоины, пролома и просадки	100
4.1.4. Метод измерения величины возвышения или углубления неровности ямочного ремонта	102
4.1.5. Метод измерения величины геометрических размеров сетки трещин, шелушения, выкрашивания и выпотевания	104
4.1.6. Метод измерения величины вертикального смещения дорожных плит	105
4.1.7. Метод измерения величины геометрических размеров разрушения кромки покрытия	105
4.1.8. Метод измерения величины геометрических размеров сплошного разрушения дорожного покрытия	106
4.1.9. Метод измерения величины геометрических размеров трещины	107

5. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	108
5.1. Контроль ровности дорожных покрытий	108
5.1.1. Измерение ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой	109
5.1.2. Оценка ровности дорожного покрытия с помощью геодезических инструментов	112
5.2. Методы измерения ровности высокоскоростным профилометром.....	115
5.2.1. Порядок проведения испытаний профилометров.....	118
5.2.2. Фильтрация микропрофиля.....	121
5.2.3. Определение точности и повторяемости усредненной величины неровностей.....	122
5.2.4. Определение точности и повторяемости ординат Микропрофиля.....	123
5.2.5. Оценка точности и повторяемости показателя IRI.....	124
5.2.6. Оценка точности измерения пройденного пути	124
5.2.7. Требования к точности профилометров	125
5.2.8. Вычисление международного показателя ровности IRI по микропрофилю	126
5.2.9. Описание стандартной модели для расчета показателя IRI	126
5.2.10. Порядок вычисления показателя IRI.....	128
5.2.11. Вычисление просветов под трехметровой рейкой по микропрофилю	128
5.2.12. Вычисление модуля разности вертикальных отметок по микропрофилю	129
5.2.13. Оценка ровности дорожного покрытия	131
5.3. Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа по величине упругого прогиба.....	133
5.3.1. Статический метод определения упругого прогиба.....	134
5.3.2. Динамический метод определения упругого прогиба	139
5.3.3. Установки падающего груза (Falling Weight Deflectometer)	142
5.3.4. Высокоскоростные установка измерения прогиба (High Speed Deflectograph).....	145
5.3.5. Оценка прочности нежестких дорожных одежд.....	147
5.3.6. Расчет общего модуля упругости по результатам статического метода определения упругого прогиба	154
5.3.7. Определение конструкции дорожной одежды.....	161
5.3.8. Использование георадаров при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.....	162
5.4. Оценка сцепных качеств дорожных покрытий.....	168
5.4.1. Определение коэффициента сцепления портативными приборами	170
5.4.1.1. Метод определения коэффициента сцепления прибором маятникового типа	170

5.4.1.2. Метод определения коэффициента сцепления прибором ударного действия типа ППК.....	173
5.4.1.3. Портативное устройство для измерения сцепных качеств дорожных покрытий	176
5.4.2. Новые конструкции устройств для измерения коэффициента сцепления дорожного покрытия.....	177
5.5. Методика измерения коэффициента сцепления	179
5.5.1. Технические требования к измерительному колесу стандартному для проведения измерений	183
5.5.2. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием деселерометром типа «Эффект-02»	188
5.5.3. Измерение коэффициента сцепления методом торможения автомобиля.....	189
5.5.4. Требования к сцепным качествам дорожного покрытия.....	190
5.6. Определение шероховатости дорожных покрытий.....	192
5.6.1. Определение шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно».....	192
5.6.2. Определение шероховатости дорожных покрытий методом профилирования	196
5.6.3. Определение геометрических параметров дорожной разметки и параметров шероховатости дорожных покрытий	199
5.7. Определение величины износа дорожных покрытий.....	201
5.8. Определение параметров автомобильной дороги	206
5.8.1. Определение параметров геометрических элементов дороги.....	206
5.8.2. Определение радиуса кривой в плане.....	210
5.8.3. Измерение параметров автомобильной дороги универсальной рейкой	213
5.9. Методы измерения расстояния видимости.....	216
5.9.1. Измерение расстояния видимости на выпуклых вертикальных кривых	218
5.9.2. Измерение расстояния видимости на кривых в плане	219
5.9.3. Измерение расстояния видимости на пересечениях и примыканиях в одном уровне	220
6. ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	221
6.1. Порядок выполнения диагностики автомобильных дорог	221
6.2. Измерение параметров колеяности дорожного покрытия.....	227
6.3. Регистрация повреждений дорожного покрытия.....	228
6.4. Обследование инженерного обустройства.....	231
6.5. Камеральная обработка полученной информации	232
6.6. Методики оценки технического состояния автомобильных дорог	232
6.7. Оценка параметров и характеристик автомобильных дорог.....	233
6.8. Оценка параметров и характеристик конструктивных элементов автомобильных дорог и дорожных сооружений на них	233
6.9. Определение фактической категории существующей автомобильной дороги.....	235

6.10. Планирование дорожно-ремонтных работ на основе результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог	237
6.11. Назначение ремонтно-восстановительных мероприятий	237
6.12. Передвижные диагностические лаборатории	238
6.12.1. Передвижная дорожная лаборатория «ТРАССА»	247
7. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА И ПАСПОРТИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	258
7.1. Технический учет и паспортизация автомобильных дорог	258
7.1.1. Порядок формирования и состав паспорта автомобильной дороги	264
7.1.2. Технический учет и паспортизация мостов и путепроводов.....	275
7.1.3. Технический учет и паспортизация водопропускных труб.....	278
7.1.4. Технический учет и паспортизация автопавильонов	279
8. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ПО ДЕФЕКТНОСТИ.....	279
8.1. Определение дефектности дорожных покрытий	279
8.2. Методика расчета площади дефектности дорожного покрытия.....	283
8.3. Каталог дефектов дорожного покрытия	284
9. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	294
9.1. Определение светотехнических характеристик дорожных покрытий.....	294
9.1.1. Определение коэффициента диффузного отражения элементов проезжей части	295
9.1.2. Определение светотехнических характеристик элементов проезжей части методом измерения индикатрис рассеивания светового потока.....	296
10. МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНЫХ РАБОТ	298
10.1. Оценка качества устройства поверхностной обработки.....	298
10.1.1. Определение твердости верхнего слоя асфальтобетонного покрытия	298
10.1.2. Определение требуемого размера щебня для устройства поверхностной обработки	301
10.1.3. Определение условного показателя сцепления гранитного щебня с битумом	306
ПРИЛОЖЕНИЕ	310
Приложение А. Дефекты покрытия проезжей части, обочин и разделительных полос	310
Приложение Б. Дефекты технических средств организации дорожного движения и элементов обустройства.....	312
Приложение В. Виды снежно-ледяных образований.....	317
Приложение Г. Статистическая обработка результатов испытаний	317
Приложение Д. Ускоренный способ статистической обработки результатов испытаний.....	322
ЛИТЕРАТУРА	324

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сеть автомобильных дорог общего пользования постоянно увеличивается. Для эффективного управления содержанием автомобильных дорог необходима полная и точная информация об их транспортно-эксплуатационном состоянии.

В данном учебном пособии обобщен опыт определения основных транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог по методике, изложенной в государственных стандартах, строительных нормах и других действующих нормативных документах.

Объем учебного пособия не позволил дать более подробное описание методов определения транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог, применяемых в зарубежных странах.

Нет сомнений, что некоторые методы и приборы, применяемые при оценке транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог, в дальнейшем будут уточняться и совершенствоваться.

Автор выражает благодарность сотрудникам, принявшим участие в подготовке учебного пособия к изданию, а также рецензентам.

Автор с благодарностью примет все замечания и пожелания по существу изложенных в учебном пособии вопросов и просит направлять их по адресу: 220027, г. Минск, пр. Независимости, 65, кафедра «Автомобильные дороги» БНТУ.

ВВЕДЕНИЕ

Современные автомобильные дороги представляют собой сложные инженерные сооружения включающие: земляное полотно, дорожную одежду, водопропускные трубы, мосты, путепроводы, технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, дорожная разметка), инженерное оборудование и обустройство (дорожные ограждения, сигнальные столбики), защитные сооружения (снегозащитные и шумозащитные устройства), объекты дорожного сервиса.

Автомобильные дороги должны обеспечивать возможность движения потоков автомобилей с высокими скоростями. В течение всего года дорожная одежда должна быть прочной, противостоять динамическим нагрузкам от движения автомобилей, быть ровной и нескользкой.

Автомобильные дороги подвержены активному воздействию многочисленных природных факторов (нагревание солнечными лучами, промерзание и оттаивание, увлажнение выпадающими осадками, грунтовыми водами). Эти особенности их работы должны учитывать проектировщики, строители, работники эксплуатационной службы, которые обязаны обеспечить нормальную круглогодичную службу дорог в течение длительного времени.

Основной задачей дорожной службы в данный период является обеспечение непрерывного круглосуточного и безопасного движения автомобилей при ограниченном финансировании дорожных работ. Затраты на содержание и ремонт автомобильных дорог значительно ниже, чем в европейских странах.

В этих условиях очень важное значение приобретает рациональное планирование ремонтных работ и их проведение с учетом фактического состояния дорожных покрытий, определяемого на основании мониторинга и диагностики транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог.

К основным транспортно-эксплуатационным характеристикам автомобильных дорог относят:

- 1) ширину проезжей части и обочин;
- 2) продольные и поперечные уклоны;
- 3) радиусы кривых в плане и продольном профиле;
- 4) расстояние видимости;
- 5) состояние и прочность дорожной одежды;
- 6) продольную и поперечную ровность покрытия;
- 7) сцепные показатели проезжей части и обочин;
- 8) состояние земляного полотна и элементов инженерного оборудования.

Для определения этих показателей необходимы соответствующее оборудование и приборы, а также знание методики проведения испытаний. Основные сведения о современных методах мониторинга и диагностики автомобильных дорог приведены в данном учебном пособии.

1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ ПРИ МОНИТОРИНГЕ И ДИАГНОСТИКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Спутниковая система навигации (англ. Global Navigation Satellite System, GNSS, ГНСС) – система, предназначенная для определения местоположения (географических координат) наземных, водных и воздушных объектов. Спутниковые системы навигации также позволяют получить скорости и направления движения приёмника сигнала. Кроме того, могут использоваться для получения точного времени. Такие системы состоят из космического оборудования и наземных систем управления. В настоящее время широко применяются спутниковые системы, обеспечивающие полное покрытие и бесперебойную работу для всего земного шара – GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия). Кроме широко известной GPS и ГЛОНАСС, существует еще несколько похожих систем навигации – китайский **Beidou**, европейский **Galileo**, индийский **IRNSS** [1]. Но чтобы точно определять координаты, достаточно только одной системы.

1.1. Система глобального позиционирования (GPS)

Система глобального позиционирования (*Global Positioning System*) *GPS* – спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение в системе координат World Geodetic System (WGS 84) – всемирная геодезическая система, принятая в 1984 году, позволяет почти при любой погоде определять местоположение в любом месте Земли. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США, при этом в настоящее время доступна для использования в гражданских целях – нужен только аппарат с GPS-приёмником.

Основной принцип использования системы – определение местоположения путём измерения моментов времени приёма синхронизированного сигнала от навигационных спутников антенной потребителя. Для определения трёхмерных координат GPS-приёмнику нужно иметь данные от четырех спутников.

GPS состоит из трёх основных сегментов:

- **космического,**
- **управляющего**
- **пользовательского.**

Спутники GPS транслируют сигнал из космоса, и все приёмники GPS используют этот сигнал для вычисления своего положения в пространстве по трём координатам в режиме реального времени.

Космический сегмент GPS состоит из 32 спутников, вращающихся на средней орбите Земли.

Управляющий сегмент представляет собой главную управляющую станцию и несколько дополнительных станций, а также наземные антенны и станции мониторинга.

Пользовательский сегмент представлен приёмниками GPS, находящихся в ведении государственных институтов, и сотнями миллионов приёмных устройств, владельцами которых являются обычные пользователи.

1.2. Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС)

Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) – российская спутниковая система навигации, одна из трёх полностью функционирующих систем глобальной спутниковой навигации.

Система ГЛОНАСС создана для оперативного навигационного обеспечения неограниченного числа пользователей наземного, морского, воздушного и космического базирования. Дополнительно система транслирует гражданские сигналы, доступные в любой точке земного шара, предоставляя навигационные услуги на безвозмездной основе и без ограничений.

Основой системы являются 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли в трёх орбитальных плоскостях (рис. 1.1) [2].



Рисунок 1.1 – Спутники ГЛОНАСС

Спутники ГЛОНАСС находятся на средневысотной круговой орбите на высоте 19 400 км с наклоном 64,8° и периодом 11 часов 15 минут. Такая орбита оптимальна для использования в высоких широтах (северных и южных полярных регионах), где сигнал GPS плохо ловится. Спутниковая группировка развёрнута в трёх орбитальных плоскостях, с 8 равномерно распределёнными спутниками в каждой. Для обеспечения глобального покрытия необходимы 24 спутника, в то время как для покрытия территории России необходимы 18 спутников. Для определения координат приёмник должен принимать сигнал как минимум четырёх спутников и вычислить расстояния до них. При использовании трёх спутников определение координат затруднено из-за ошибок, вызванных неточностью часов приёмника.

Используют два типа навигационных сигналов: открытые с обычной точностью и защищённые с повышенной точностью.

Сигналы каждый спутник передаёт на разной частоте, используя 15-канальное разделение. Противоположно расположенные аппараты не могут быть одновременно видны с поверхности Земли, поэтому 15 радиоканалов достаточно для 24 спутников.

Информационно-аналитический центр ГЛОНАСС публикует на своём сайте официальные сведения о доступности навигационных услуг в виде карт мгновенной и интегральной доступности, а также позволяет вычислить зоны видимости для данного места и даты.

При совместном использовании ГЛОНАСС и GPS в совместных приёмниках (практически все ГЛОНАСС – приёмники являются совместными) точность определения координат повышается вследствие большого количества видимых спутников и их хорошего взаимного расположения.

1.3. Применение спутниковых систем в дорожной отрасли

GPS технологии в настоящее время нашли широкое применение для решения следующих задач:

- топографические крупномасштабные съёмки местности на полосе трассы и для проектирования различных сооружений автомобильных дорог;
- привязка геологических выработок и пунктов геофизических измерений на полосе трассы;
- создание плано-высотных обоснований аэросъёмок, фототеодолитных и тахеометрических съёмок местности;
- использование в качестве аэронавигационного оборудования при производстве аэросъёмок различных видов и назначения;
- разбивка трасс автомобильных дорог с продольным GPS-нивелированием;
- съёмка поперечников;
- GPS-сопровождение гидрометрических работ (подводные съёмки, измерения направлений, скоростей течения и расходов воды в реках);

- планово-высотная привязка следов выдающихся паводков на местности;
- съемка пересечений коммуникаций;
- кинематические (с движущегося автомобиля) съемки плана и профиля дорог при изысканиях реконструируемых автомобильных дорог;
- измерение траекторий автомобилей, параметров и режимов движения транспортных потоков на существующих автомобильных дорогах.

В ближайшем будущем GPS-технологии будут постепенно вытеснять традиционные методы и технологии производства изыскательских работ на автомобильных дорогах.

В современном строительстве автомобильных дорог и сооружений на них, наряду с широким использованием средств и методов электронной и лазерной геодезии, GPS-технологии стали находить все более широкое применение для решения следующих задач:

- детальная разбивка трасс автомобильных дорог;
- детальная разбивка земляного полотна;
- геодезическое сопровождение строительных процессов;
- управление работой строительных машин и механизмов;
- создание разбивочных сетей при строительстве мостов, путепроводов, наземной тоннельной триангуляции;
- GPS-сопровождение строительных работ при сооружении опор, береговых устоев, монтаже пролетных строений и сооружении мостового полотна мостов и путепроводов;
- контроль точности и качества строительно-монтажных работ.

1.4. Состав GPS-оборудования

Ведение геодезических работ с помощью GPS увеличивает производительность труда. GPS позволяет определять координаты гораздо быстрее, чем при использовании традиционных геодезических инструментов, а так же вести геодезические работы круглосуточно, в любую погоду, и при отсутствии прямой видимости между точками. GPS позволяет получить информацию о положении в 3-х мерных координатах, скорости и времени [3].

В состав GPS входит следующее оборудование: (рис. 1.2)

Базовая станция

- Антенна.
- Штатив с оптическим визиром и трегер.
- GPS приемник.
- Контролер.



Антенна



GPS приемник



Контролер



Штатив с оптическим визиром
и трегер

Рисунок 1.2 – Оборудование GPS

Базовую станцию устанавливают на пункте с известными координатами.

Передвижной приёмник (рис. 1.3)

- Антенна.
- Штатив и трегер, вешка или крепление для установки на автомобиль (в зависимости от стиля измерения).
- GPS-приемник.
- Контролер.

Отличие от базовой станции состоит лишь в штативе, который служит для установки на автомобиль.



Рисунок 1.3 – Передвижной приёмник

С помощью передвижных GPS приёмников выполняется съёмка объектов.

Для того, чтобы подвижный GPS приёмник мог принимать спутниковую информацию от базовой станции, необходим комплект радиомодемов.

Инженерно-геодезические изыскания представляют собой комплекс геодезических и топографических работ, выполняемых в строгой последовательности с учетом физико-географических условий проведения изысканий. Объектом изучения инженерно-геодезических изысканий являются рельеф и ситуация в пределах участка строительства, на выбираемой площадке или трассе.

Состав инженерно-геодезических изысканий

- Сбор и анализ имеющихся топографо-геодезических материалов на район (участок) изысканий.
- Камеральное трассирование и выбор конкурентоспособных вариантов проектных решений для полевых изысканий и обследований.
- Создание планово-высотной геодезической основы.
- Топографическая съёмка местности в масштабах 1:5000 – 1:500, включая съёмку подземных и надземных сооружений и коммуникаций, пе-

ресечений линий электропередач (ЛЭП), линий связи (ЛС) и магистральных трубопроводов.

- Полевое трассирование линейных сооружений.
- Специальные работы (съёмки плана, продольных и поперечных профилей, наружные обмеры зданий, сооружений и устройств, и т.п.).
- Составление и размножение инженерно-топографических планов, создание цифровых моделей местности (ЦММ).
- Геодезические работы, связанные с переносом в натуру и привязкой точек инженерных изысканий.

1.5. Факторы, влияющие на точность спутниковых определений

Аппаратура для приёма спутниковых радиосигналов (спутниковый приёмник) состоит из следующих функциональных элементов:

- 1) антенны;
- 2) блока приёма радиосигналов;
- 3) микропроцессора;
- 4) блока управления;
- 5) блока индикации с дисплеем;
- 6) запоминающего устройства;
- 7) устройства связи с внешней ЭВМ;
- 8) блока питания.

К факторам, влияющим на прохождение радиосигнала, относятся:

- механические препятствия,
- отражающие объекты,
- радиопомехи,
- влияние ионосферной и тропосферной рефракции.

Механические препятствия. Препятствия, такие как здания и сооружения, густая растительность и крупные предметы, которые исключают возможность наблюдения этого спутника при нахождении на прямой, соединяющей спутник и приёмник. Линии электропередач, провода и кабели диаметром до 2–3 см не являются препятствиями для прохождения радиосигнала.

Отражающие объекты. Объекты, отражающие радиосигнал, находящиеся вблизи приёмника на расстояниях менее 50 м, в зависимости от расстояния и площади поверхности объекта. К таким объектам относятся искусственные сооружения и крупные предметы, особенно металлические. Аналитически данную погрешность оценить достаточно трудно, а наилучшим способом борьбы с нею считается рациональное размещение антенны приёмника относительно препятствий. Данный эффект может присутствовать в случаях, когда около приёмника находится достаточно большой и высокий объект.

Во избежание появления данного эффекта в процессе работ необходимо следить, чтобы точки съёмочного обоснования не попадали в зоны, близкие к крупным металлическим объектам (опорам высоковольтных линий электропередач).

Радиопомехи, создаваемые источниками радиосигналов (мощными радиостанциями), находящимися на расстоянии менее 1 км от приёмника, а также подвесными высоковольтными линиями электропередач, находящимися на расстоянии менее 50 м от приёмника, понижают точность спутниковых определений. Необходимо избегать размещения спутниковых приёмников вблизи этих объектов.

Влияние ионосферной и тропосферной рефракции. При выполнении спутниковых определений не рекомендуется наблюдать спутники, возвышение (высота над горизонтом), которых над горизонтом составляет менее 15° , т. к. в противном случае полученные данные будут значительно искажаться влиянием атмосферной рефракции. Источниками ошибок спутникового позиционирования являются:

- ионосферные и тропосферные задержки сигнала;
- неточное определение времени;
- ошибки вычисления орбит;
- инструментальная ошибка приемника, – влияние конфигурации орбитального созвездия спутников.

Ионосферные задержки сигнала. Ионосфера – это ионизированный атмосферный слой в диапазоне высот 50–500 км, который содержит свободные электроны. Наличие этих электронов вызывает задержку распространения сигнала спутника, которая прямо пропорциональна концентрации электронов и обратно пропорциональна квадрату частоты радиосигнала. Для частичной компенсации этой погрешности может быть использована модель коррекции, которая аналитически рассчитывается с использованием информации, содержащейся в навигационном сообщении.

Тропосферные задержки сигнала. Тропосфера – самый нижний от земной поверхности слой атмосферы (до высоты 8–13 км). Она также обуславливает задержку распространения радиосигнала от спутника. Величина задержки зависит от метеопараметров (давления, температуры, влажности), а также от высоты спутника над горизонтом. Компенсация тропосферных задержек производится путем расчета математической модели этого слоя атмосферы. Необходимые для этого коэффициенты содержатся в навигационном сообщении.

Неточное определение времени. При всей точности временных эталонов, установленных на спутниках, существует некоторая погрешность шкалы времени их аппаратуры. Она приводит к возникновению систематической ошибки определения координат.

Ошибки вычисления орбит. Появляются вследствие неточностей прогноза и расчета орбит спутников, выполняемых в аппаратуре приемника, влияние на движение спутников гравитационного поля Земли. Эта погрешность также носит систематический характер и приводит к ошибке измерения координат.

Инструментальная ошибка приемника. Обусловлена, прежде всего, наличием шумов в электронном тракте приемника. Отношение сигнал/шум приемника определяет точность процедуры сравнения принятого со спутника и

опорного сигналов, т.е. погрешность вычисления расстояний. Наличие данной погрешности может привести к возникновению координатной ошибки.

1.6. Использование GPS-оборудования при мониторинге транспортных средств

Наиболее интенсивно в последние годы внедряются навигационно-информационные технологии. За последнее время программно-аппаратные комплексы в транспортном комплексе мониторинга, диспетчеризации, контроля и учета работы, созданные на базе прикладных космических технологий (ПКТ), установлены в автохозяйствах, общее число единиц транспорта, оснащенных навигационно-связной аппаратурой потребителей, с каждым годом увеличивается. Принцип построения системы мониторинга транспорта приведен на рисунке 1.4.

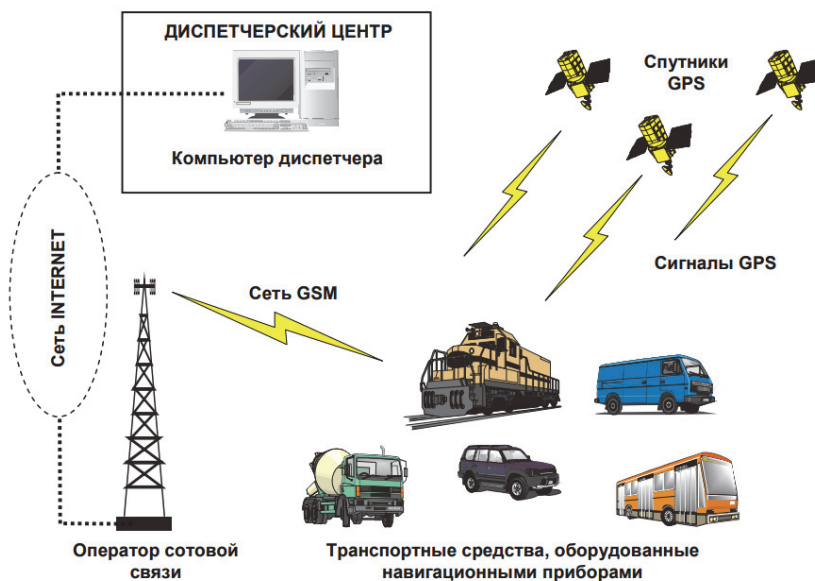


Рисунок 1.4 – Система мониторинга транспорта

Информация о движении, полученная от приборов, установленных на автомобилях, сохраняется и передается на сервер системы, где осуществляется анализ и систематизация первичной информации, определение фактов остановок, прибытия на назначенный пункт, расчет пробега, скорости, времени в пути, выполнения маршрутов. При отсутствии связи прибор накапливает данные в своей внутренней памяти и при появлении связи сбрасывает все накопленные данные на сервер сбора данных. Передача осуществляется в закрытом формате

в предварительно заархивированном виде для минимизации затрат при передаче данных через сеть GSM.

Бортовая аппаратура, которая установлена на транспорте, представляет собой GPS-трекеры, дает возможность проводить все виды мониторинга транспорта.

Система мониторинга предназначена

- для реального контроля автопарка, управления экономическими показателями. Опыт показывает, что фактические пробеги, маршруты следования, графики движения, потребление топлива, продолжительность простоев, всегда отличаются от плановых, и иногда эти отличия очень существенны. Автохозяйство, работающее без системы мониторинга автотранспорта, теряет часть дохода;
- для соблюдения договорных обязательств при наличии графиков движения;
- для контроля привлеченного автотранспорта;
- для повышения безопасности и надежности движения, выявления опасных ситуаций и предотвращения ущерба от их возникновения.

В результате внедрения системы мониторинга снижается фактический пробег автотранспорта, уточняется протяженность маршрутов, значительно уменьшается расход топлива.

Программное обеспечение системы мониторинга транспорта выполнено на основе системы регистрации перемещений автомобилей. Система предназначена для регистрации и анализа поездок автотранспорта на основе данных спутниковых систем навигации. Система позволяет проводить определение координат мобильных объектов на базе технологий спутниковой навигации и использовать эту информацию для справочных целей, дальнейшей оптимизации маршрутов движения техники.

Основными функциями системы являются:

- Прием, накопление и выборка полученных данных о перемещениях транспортных средств.
- Анализ данных, полученных с автомобиля. Расчет времени остановок, прибытия на указанные пункты маршрута, пробег и предварительный расчет расхода топлива с учетом дифференцированных норм.
- Создание детализированных отчетов о движении за указанный период времени.

Использование системы поможет решить целый ряд задач:

- Сократить расходы по эксплуатации автопарка.
- Свести на нет вероятность и факты хищения топлива.
- Упростить учёт рабочих часов водителей и контролировать режим труда и отдыха.
- Сократить расходы на техническое обслуживание и снизить преждевременный износ транспортного средства.
- Обеспечить сохранность перевозимых грузов и контролировать необходимые температурные условия перевозки.

1.7. Мониторинг автомобильных дорог с использованием беспилотных летательных аппаратов

Мониторинг автомобильных дорог, инженерного обустройства, наблюдение за эксплуатационным состоянием дорожных покрытий, обеспечение безопасности движения – это важнейшие задачи, стоящие перед работниками дорожных организаций. Для решения поставленных задач эффективным способом является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Беспилотные летательные аппараты являются современными высотными системами видеонаблюдения. Они удобны и просты в управлении, технические характеристики позволяют использовать их на открытой и городской местности, а также в дневное и ночное время в сменном или круглосуточном режиме.

Беспилотные летательные аппараты можно успешно эксплуатировать на каждом этапе мониторинга и диагностики автомобильных дорог. Они предоставляют быстрый и точный сбор данных, которые используют в процессе назначения и планирования ремонтных работ. Благодаря этому намного облегчаются процессы планирования мероприятий по эксплуатационному содержанию автомобильных дорог.

Беспилотные летательные аппараты можно использовать для выполнения многих задач:

- ведения оперативного мониторинга состояния дорожного полотна;
- контроля за строительными и ремонтными работами на дорогах;
- обнаружения дефектов дорожного полотна и определения их параметров;
- получения материалов цифровой съемки в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах;
- получения трехмерной модели дороги по стереопарам;
- выполнения фиксации маршрутов аэросъемки;
- формирования банка данных материалов аэросъемки;
- получения информации о состоянии дорожного полотна, в том числе определения геометрических параметров (продольных и поперечных уклонов, радиусов кривых в плане и профиле, высотных отметок, видимости, пройденного пути);
- получения видеoinформации для автомобильных дорог и искусственных сооружений с формированием банка видеоданных;
- фиксирования объектов инженерного обустройства;
- определения параметров транспортного потока.

Беспилотные летательные аппараты оборудованы датчиками, видеокameraми, которые позволяют достичь высокой точности измерения контролируемых параметров. Применение беспилотных летательных аппаратов является простым, эффективным и точным сбором информации, а также экономически эффективным решением мониторинга автомобильных дорог [4].

Для своевременного принятия решения по эксплуатационному содержанию автомобильных дорог необходимо иметь наиболее полную информацию о состоянии дорожного полотна и целого ряда объектов дорожной инфраструктуры.

В настоящее время основным средством сбора информации о состоянии автомобильных дорог являются передвижные лаборатории, оснащенные видеокамерами (в том числе бокового обзора), системой глобального позиционирования и оборудованием для диагностики дорожного полотна (сканерными системами, георадарами). Однако их недостатком является узкая полоса обзора, получаемая в пределах видимости регистрирующей аппаратуры, из-за чего нередко не фиксируются процессы, являющиеся причинами разрушения дорожного полотна. Комплекс также не предусматривает создания целостной информационной базы, содержащей план дорожного полотна и придорожной территории одновременно, что затрудняет работу с полученными данными. Все это зачастую не позволяет произвести комплексную оценку места возникновения дефектов и однозначно установить их причину.

Для проведения комплексной оценки необходимо разработать принципиально новую технологию исследования автомобильных дорог и методику применения передвижной лаборатории с беспилотными летательными аппаратами. Анализ существующих методик показал, что оперативную и наиболее емкую информацию для оценки состояния дорожного полотна можно получать, лишь используя вместе лабораторию и комплекс БПЛА, оборудованный приборами для дистанционного зондирования.

1.7.1. Типы беспилотных летательных аппаратов

Беспилотный летательный аппарат – лишь часть сложного многофункционального комплекса. Применение комплекса беспилотных летательных аппаратов открывает возможность оперативного и недорогого способа обследования участков местности, периодического наблюдения и цифрового фотографирования для использования в геодезических работах. Полученная бортовыми средствами мониторинга информация в режиме реального времени передается на пункт управления для обработки и принятия адекватных решений.

В настоящее время беспилотные летательные аппараты изготавливают из легких композитных материалов, оснащенные миниатюрным, но многофункциональным блоком управления. Это позволяет использовать высвободившуюся мощность типового авиационного двигателя для длительного пребывания в воздухе и выполнения работ.

В настоящее время перспективными являются три типа беспилотных летательных аппаратов:

- тяжелые, самолетного типа, позволяющие доставлять крупногабаритные грузы, но находящиеся в воздухе ограниченное время (рис. 1.5);

- легкие, парящие, позволяющие вести мониторинг какого-либо объекта или явления, позволяют практически неограниченное время пребывать в воздухе (рис. 1.6);
- вертолетного типа, позволяющие зависать в одной точке для выполнения работ (рис. 1.7).



Рисунок 1.5 – Беспилотный летательный аппарат самолетного типа



Рисунок 1.6 – Легкий беспилотный летательный аппарат



Рисунок 1.7 – Беспилотный летательный аппарат вертолетного типа

1.7.2. Аэрофотосъемка автомобильной трассы

Применение беспилотного летательного аппарата позволяет производить оперативный дистанционный мониторинг как собственно автомобильных дорог, так и прилегающих территорий для получения данных высокого и сверхвысокого разрешения.

С помощью информации, получаемой с беспилотного летательного аппарата, координируется работа наземного комплекса: на основе материалов крупномасштабной съемки появляется возможность его целенаправленного применения в местах обнаружения значительных нарушений.

Доказана эффективность применения беспилотного летательного аппарата для определения параметров транспортного потока и обнаружения дефектов дорожного полотна.

Для обеспечения максимальной ширины полосы захвата съемочную камеру устанавливают так, чтобы длинная сторона матрицы камеры была расположена перпендикулярно траектории полета беспилотного летательного аппарата. Полученные цифровые фотоснимки привязаны в координатном пространстве.

Съемка обеспечивает достаточно широкую полосу захвата вдоль автодороги с получением изображений развязок, придорожной полосы и прилегающих к трассе объектов инфраструктуры (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Увеличенные фрагменты снимка автомобильной дороги



Рисунок 1.9 – Карта поперечных дефектов дорожного полотна

По материалам аэросъемки определяют площадные, линейные и точечные дефекты (рис. 1.9). Выполнение съемки дорожного полотна после дождя позволяет обнаружить и более мелкие дефекты за счет изменения яркостных характеристик асфальтобетона скопившейся влагой. Скопление влаги в дефекте создает эффект визуального увеличения его размера.

Одним из перспективных направлений использования аэросъемки является оперативный мониторинг прогнозирования состояния дорожного полотна. Постоянный мониторинг с беспилотного летательного аппарата информации и применение геоинформационных систем позволяют оценить скорость развития

и направление процессов разрушения дорожных покрытий и установить причины их возникновения. Образование поперечных трещин являются серьезной угрозой для эксплуатационного состояния дорожного покрытия. Опасны и эрозийные процессы, представленные промоинами. Эрозийные формы хорошо дешифрируются на снимках, захватывающих большую площадь, так как при малых площадях и высокой детализации очертания маскируются текстурами растительного покрова.

На базе картографических материалов, полученных средствами геоинформационных систем, составляют прогнозные карты рисков появления дефектов и разрушения дорожного полотна, а также изучение динамики их изменений. Структура геоинформационных систем предполагает хранение данных дистанционного мониторинга, цифровых карт по годам, их оперативное обновление и статистическую обработку по заданным интервалам времени.

Технология применения беспилотных летательных аппаратов является современным и экономически эффективным средством исследования состояния автомобильных дорог и прилегающих территорий.

Применение легких беспилотных летательных аппаратов не требует подготовленной инфраструктуры – они могут взлетать практически с любой ровной площадки. Поэтому расходы, связанные с их содержанием невелики, значительно меньше расходов на содержание любого другого типа техники.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИОННОМУ СОСТОЯНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Стандарт ГОСТ Р 50597-2017. [5] устанавливает требования к параметрам и характеристикам эксплуатационного состояния автомобильных дорог общего пользования, улиц и дорог городов и сельских поселений, железнодорожных переездов, допустимого по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, методам их контроля, а также предельные сроки приведения эксплуатационного состояния дорог и улиц в соответствие его требованиям.

Эксплуатационное состояние дороги: Состояние дороги, которое характеризуется транспортно-эксплуатационными показателями конструктивных элементов дорог, дорожных сооружений и элементов обустройства, изменяющихся при ее эксплуатации, воздействии транспортных средств и метеорологических условий.

Выполнение установленных требований обеспечивают организации, осуществляющие содержание дорог и улиц, владельцы железнодорожных путей и водопроводно-канализационного хозяйства.

В случае, когда эксплуатационное состояние автомобильных дорог и улиц не отвечает предъявляемым требованиям, владельцы дорог и улиц, а также организации, осуществляющие их содержание, принимают меры, направленные на скорейшее устранение дефектов. При необходимости введение, в установленном порядке ограничений движения, вплоть до полного его запре-

щения с помощью соответствующих технических средств организации дорожного движения и средств регулирования.

Владельцы дорог и улиц должны информировать пользователей дорог и улиц об изменении организации движения с помощью средств массовой информации, Интернета, информационных щитов и т. п.

В случаях, когда для устранения дефекта по технологии проведения работ необходимы определенные погодно-климатические условия, срок устранения дефекта исчисляется с момента их наступления.

До устранения дефектов покрытия проезжей части, препятствующих проезду транспортных средств (изменяющих траекторию и скорость движения), таких как, отдельные выбоины, просадки или проломы, колея, выступы или углубления в зоне деформационных швов, превышающие установленные настоящим стандартом размеры, отсутствие (разрушение) крышки люка смотрового колодца, решетки дождеприемника, а также массивных предметов на проезжей части (упавшие деревья и конструкции и др.) и необработанных мест выпотевания вяжущего, участок дороги или улицы должен быть обозначен соответствующими дорожными знаками и при необходимости огражден в течение двух часов с момента обнаружения.

Момент обнаружения – дата и время регистрации поступления информации о наличии дефекта уполномоченным лицом организации, осуществляющей дорожную деятельность.

Категории автомобильных дорог принимают по СП 34.13330. 2012. Автомобильные дороги с тремя полосами движения относят к дорогам II категории.

Улицы подразделяют на группы по их значению в соответствии с таблицей 2.1.

Таблица 2.1

Группы улиц

Группы улиц	Категории дорог и улиц городов и сельских поселений*
А	Магистральные дороги скоростного движения, магистральные улицы общегородского значения непрерывного движения
Б	Магистральные дороги и магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения
В	Магистральные улицы районного значения транспортнопешеходные
Г	Магистральные улицы районного значения пешеходнотранспортные, поселковые дороги
Д	Улицы и дороги местного значения (кроме парковых), главные улицы, улицы в жилой застройке основные
Е	Улицы в жилой застройке второстепенные, проезды основные, велосипедные дорожки
* Категории дорог и улиц по [4].	

2.1. Требования к покрытию проезжей части, обочинам, разделительным полосам, тротуарам, пешеходным и велосипедным дорожкам

Проезжая часть автомобильных дорог и улиц, тротуары, пешеходные велосипедные дорожки, посадочные площадки остановочных пунктов, разделительные полосы и обочины должны быть без посторонних предметов, в том числе предметов, не относящихся к элементам обустройства (массивные предметы), за исключением рекламных конструкций и наружной рекламы, размещенных на улицах населенных пунктов.

Посторонние предметы должны быть удалены:

- с проезжей части дорог и улиц, краевых полос у обочины и полос безопасности у разделительной полосы, тротуаров, с пешеходных и велосипедных дорожек, посадочных площадок остановочных пунктов в течение трех часов с момента обнаружения;
- с разделительных полос и обочин в течение трех суток с момента обнаружения.

Предметы, не относящиеся к элементам обустройства, должны быть удалены в течение двух часов с момента обнаружения.

Покрытие проезжей части дорог и улиц, укрепительных полос и полос безопасности не должно иметь загрязнений (розлив горюче-смазочных материалов, россыпь грунта, торфа и т.п.) площадью 1 м^2 и более.

Загрязнения должны быть удалены на дорогах категорий IA – IB, II с четырьмя полосами движения и группах улиц А–Г в течение одних суток, на остальных дорогах и улицах – в течение 3-х сут.

Покрытие тротуаров, пешеходных дорожек, посадочных площадок остановочных пунктов и наземные указатели не должны иметь загрязнений (мусор, грязь) и отдельных разрушений площадью более $0,2 \text{ м}^2$, покрытие велосипедных дорожек – площадью более $0,06 \text{ м}^2$.

Загрязнения должны быть удалены в течение 3-х сут, отдельные разрушения – в течение 7 сут.

2.1.1. Покрытие проезжей части

Продольная ровность покрытия по полосам движения проезжей части при измерении профилометром должна соответствовать значениям, указанным в таблице 2.2, при измерении трехметровой рейкой – в таблице 2.3 [5].

Допускается продольную ровность покрытия измерять приборами типа ПКРС-2.

Коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием должен быть не менее 0,3 при его измерении измерительным колесом стандартным с покрышкой с протектором без рисунка [5].

Таблица 2.2

**Значения показателей продольной ровности покрытия
при измерении профилометром**

Категория дороги	Группа улиц	Ровность по индексу IRI, м/км, не более		
		Тип дорожной одежды		
		Капитальный	Облегченный	Переходный
А Б	А	4,0	–	–
ІВ, ІІ	Б	4,5	–	–
ІІІ	В	5,0	5,5	
ІV	Г, Д	6,0	6,5	
V	Е	–	7,5	8,0

Примечание – IRI (International Roughness Index), Международный индекс ровности.

Таблица 2.3

**Значения показателей продольной ровности покрытия
при измерении трехметровой рейкой**

Категория дороги	Группа улиц	Тип дорожной одежды	Число просветов под рейкой*, %, не более	Максимальный просвет под рейкой, мм, не более
А, Б	А	Капитальный	7	10
ІВ, ІІ	Б			
ІІІ	В	Облегченный	9	12
		Облегченный, переходный	12	14
ІV	Г	Облегченный, переходный	14	20
	Д		20	25
V	Е		25	30

* Число просветов под трехметровой рейкой, превышающих значения:

- 6 мм для асфальтобетонных, цементобетонных покрытий и покрытий из каменных материалов и грунтов, обработанных вяжущими;

- 15,0 мм для всех остальных видов покрытий.

Продольную ровность покрытия приводят в соответствие нормативным требованиям при проведении работ по реконструкции, капитальному ремонту и ремонту дорог и улиц, коэффициент сцепления – при проведении работ по ремонту и содержанию дорог и улиц. Сроки проведения работ по ремонту и содержанию определяют при их планировании.

До проведения соответствующих работ перед участками дорог и улиц, ровность и сцепные качества которых не соответствуют требованиям настоящего стандарта, устанавливают дорожные знаки.

Покрытие проезжей части не должно иметь дефектов в виде выбоин, просадок, проломов, колея и иных повреждений (таблица А.1 приложения А), устранение которых осуществляют в сроки, приведенные в таблице 2.4 [5].

Таблица 2.4

Размеры дефектов покрытия и сроки их устранения

Вид дефекта	Категория дороги	Группа улиц	Размер	Срок устранения, сут., не более
Отдельное повреждение (выбоина, просадка, пролом) длиной 15 см и более, глубиной 5 см и более, площадью, м ² , равной или более	А	А	0,06	1
	Б, ІВ	Б		3
	ІІ	В		5
	ІІІ	Г		7
	ІV	Д		10
	V	Е		12
Повреждения (выбоины, просадки, проломы) площадью менее 0,06 м ² , длиной менее 15 см, глубиной менее 5 см на участке полосы движения длиной 100 м, площадью, м ² , более	ІА, Б, ІВ	А, Б	0,1	5
	ІІ	В	0,5	7
	ІІІ	Г	0,8	10
	ІV	Д	2,1	14
	V	Е	5,2	20
Сдвиг, волна глубиной, см, более	ІА	А	3,0	5
	Б, ІВ, ІІ	Б, В		7
	ІІІ	Г	5,0	10
	ІV	Д		12
Гребенки на участке полосы движения длиной 100 м, площадью, м ² , более	ІV	Д	30,0	10
	V	Е	52,5	14
Колея* глубиной, см, более и длиной, м, более на участке полосы движения длиной 100 м	ІА, Б, ІВ	А, Б	2,0/7,0	5
	ІІ	Б	2,5/7,0	7
	ІІІ	В, Г	3,0/9,0	10
	ІV	Д		14

* Колею глубиной более 5 см устраняют при осуществлении капитального ремонта дорог и улиц.

Не допускаются отдельные выступы или углубления в зоне деформационных швов высотой или глубиной более 3 см, их устранение на всех категориях дорог и группах улиц осуществляют в течение 7 сут с момента обнаружения.

Не допускается разрушение крышек люков и решеток дождеприемников. Разрушенные крышки и решетки должны быть заменены в течение 3-х часов с момента обнаружения.

2.1.2. Обочины и разделительные полосы

Обочины и разделительные полосы не должны иметь дефектов (таблица А.2 приложения А), влияющих на безопасность дорожного движения, устранение которых осуществляют в сроки, приведенные в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Размеры дефектов обочин, разделительных полос и сроки их устранения

Вид дефекта	Категория дороги	Группа улиц	Размеры	Срок устранения, сут, не более
Занижение обочины и разделительной полосы, см, более	Для всех категорий дорог и групп улиц		4	7
Повреждения (деформации и разрушения) глубиной, см, более на 1000 м ² общей площади неукрепленных обочин, м ² , более	IA	A	3,00/5,00	5
	IB, IB	B	5,00/5,00	
	II	B	7,00/7,00	6
	III-V	Г-Е	10,00/15,00	7
Отдельная выбоина, просадка или пролом на полосах безопасности и краевых полосах длиной 15 см и более, глубиной 5 см и более, площадью, м ² , равной или более	IA	A	0,06	1
	IB, IB	B		3
	II	B		5
	III	Г		7
Отдельная просадка, выбоина или пролом на укрепленной части обочины длиной 15 см и более, глубиной 5 см и более, площадью, м ² , равной или более	IV	Д	0,06	10
	Для всех категорий дорог (кроме V) и групп улиц			14
Превышение поперечного уклона относительно нормативного значения, %, более	IA-IB	A-B	10,00	10
	II	Г	15,00	12
	III	Д	20,00	
	IV, V	Е	30,00	14
Трава и древесностарниковая растительность на обочинах, высотой, см, более	IA, IB, IB	A-B	15,00	7
	II, III	Г, Д		10
	IV, V	Е		14

Возвышение обочины и разделительной полосы над проезжей частью при отсутствии бордюра не допускается на всех категориях дорог и группах улиц. Срок устранения возвышения обочины и разделительной полосы один сутки.

2.2. Требования к элементам обустройства и к оборудованию железнодорожных переездов

Ограничение видимости дорожных знаков и светофоров, вызванное каким-либо препятствием (зелеными насаждениями или конструкциями), не допускается. Обрезку зеленых насаждений для обеспечения видимости осуществляют в течение одних суток на дорогах категорий IА-III и улицах групп А-Д, на остальных дорогах и улицах – в течение 3-х сут.

Временные технические средства организации дорожного движения, установленные в местах проведения работ по реконструкции, капитальному ремонту и ремонту на всех категориях дорог и групп улиц должны быть убраны, демонтированы или демаркированы в течение суток после устранения причин, вызвавших необходимость их установки, в местах проведения работ по содержанию – в течение одного часа.

Допускается полностью закрывать лицевые поверхности знаков чехлами, которые должны скрывать их изображения и быть надежно закреплены.

2.2.1. Дорожные знаки

Дороги и улицы должны быть обустроены дорожными знаками, изображения, символы и надписи, фотометрические и колориметрические характеристики которых должны соответствовать нормативным требованиям. Знаки должны быть установлены в соответствии с утвержденным проектом (схемой) организации дорожного движения.

Лицевая поверхность дорожного знака не должна иметь загрязнений и снежно-ледяных отложений, затрудняющих распознавание его символов или надписей, которые должны быть удалены в течение одних суток с момента обнаружения.

Утраченные знаки должны быть установлены в сроки по таблице 2.6.

Дорожные знаки и знаки переменной информации не должны иметь дефектов, указанных в таблице Б.1 приложения Б. Устранение дефектов осуществляют в сроки, приведенные в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Сроки устранения дефектов дорожных знаков и знаков переменной информации

Наименование дефекта	Категория дороги	Группа улиц	Срок устранения, сут, не более
Утрата знака	Для всех категорий дорог и групп улиц		1* 2

Окончание таблицы 2.6

Наименование дефекта	Категория дороги	Группа улиц
Нарушение целостности лицевой поверхности. Изменение светотехнических характеристик	Для всех категорий дорог и групп улиц	1*
		3
Изменение положения знака	Для всех категорий дорог и групп улиц	3*
		5
* Для знаков 2, 4 и 5 групп (кроме знаков индивидуального проектирования). Примечание. Все виды дефектов (кроме изменения положения) знаков индивидуального проектирования площадью до 20 м ² устраняют в течение 7 сут., свыше 20 м ² – в течение 20 сут.		

2.2.2. Дорожная разметка

Дороги и улицы должны иметь дорожную разметку форма, размеры и цвет которой должны соответствовать нормативным требованиям. Разметка должна быть нанесена в соответствии с утвержденным проектом (схемой) организации дорожного движения.

Дорожная разметка не должна иметь дефектов, указанных в таблице Б.2 приложения Б. Устранение дефектов осуществляют в сроки, приведенные в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Сроки устранения дефектов дорожной разметки

Наименование дефекта	Категории дорог	Группа улиц	Срок устранения, сут., не более
Износ и разрушение	IA-V	А-Д с цемента- или асфальтобетонным покрытием	30
Изменение светотехнических характеристик			
Примечание. Срок устранения дефектов разметки 1.14.1 и 1.14.2 на всех дорогах и улицах не более 3-х сут.			

2.2.3. Дорожные светофоры и звуковые устройства

Дорожные светофоры их типы и исполнение, размещение и режим работы, сигнал звукового устройства, дублирующий разрешающий сигнал светофора для пешеходов должны соответствовать нормативным требованиям.