

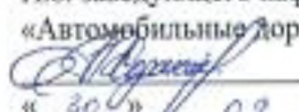
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет транспортных коммуникаций

Кафедра «Автомобильные дороги»

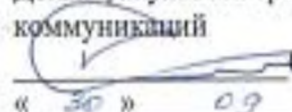
СОГЛАСОВАНО

И.о. заведующего кафедрой
«Автомобильные дороги»

 Е.П. Ходан
« 30 » 09 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета транспортных
коммуникаций

 С.Е. Кравченко
« 30 » 09 2024 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по учебной дисциплине

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА
И ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

для специальности 7-06-0732-01 «Строительство»

Профилизация «Транспортные коммуникации»

Составитель: Мытько Л.Р.

Рассмотрено и рекомендовано к государственной регистрации
на заседании совета факультет транспортных коммуникаций
« 30 » 09 2024 г., протокол № 1


Минск БНТУ 2024

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет транспортных коммуникаций

Кафедра «Автомобильные дороги»

СОГЛАСОВАНО

И.о. заведующего кафедрой
«Автомобильные дороги»
Е.П. Ходан
« 30 » 09 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета транспортных
коммуникаций
С.Е. Кравченко
« 30 » 09 2024 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по учебной дисциплине

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА
И ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

для специальности 7-06-0732-01 «Строительство»

Профилизация «Транспортные коммуникации»

Составитель: Мытько Л.Р.

Рассмотрено и рекомендовано к государственной регистрации
на заседании совета факультет транспортных коммуникаций

« 30 » 09 2024 г., протокол № 1

Минск БНТУ 2024

Электронный учебно-методический комплекс содержит:

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКС

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	3
Конспект лекций по дисциплине	3
ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	<u>87</u>
Перечень лабораторных работ	<u>87</u>
Перечень практических работ	<u>101</u>
РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	<u>128</u>
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	<u>130</u>

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели ЭУМК:

- повышение эффективности образовательного процесса по дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций» специальности 7-06-0732-01 «Строительство» профилизации «Транспортные коммуникации»
- внедрение перспективных технологий хранения и передачи информации в электронном виде.
- обеспечение открытости и доступности образовательных ресурсов путем размещения ЭУМК в локальной сети университета.

Структура ЭУМК содержит теоретический, практический, вспомогательный раздел и раздел по контролю знаний магистрантов.

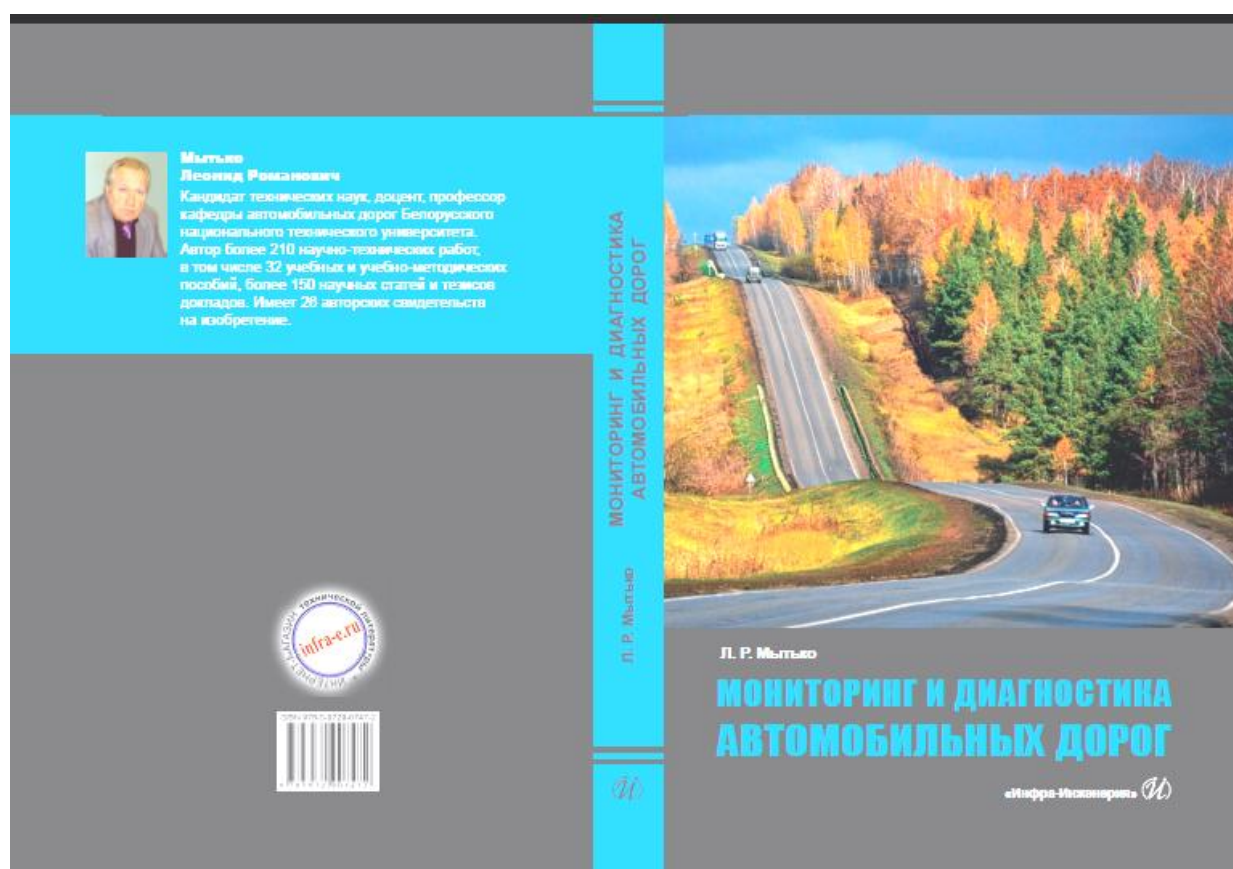
Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

Необходим IBM PC-совместимый ПК стандартной конфигурации.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

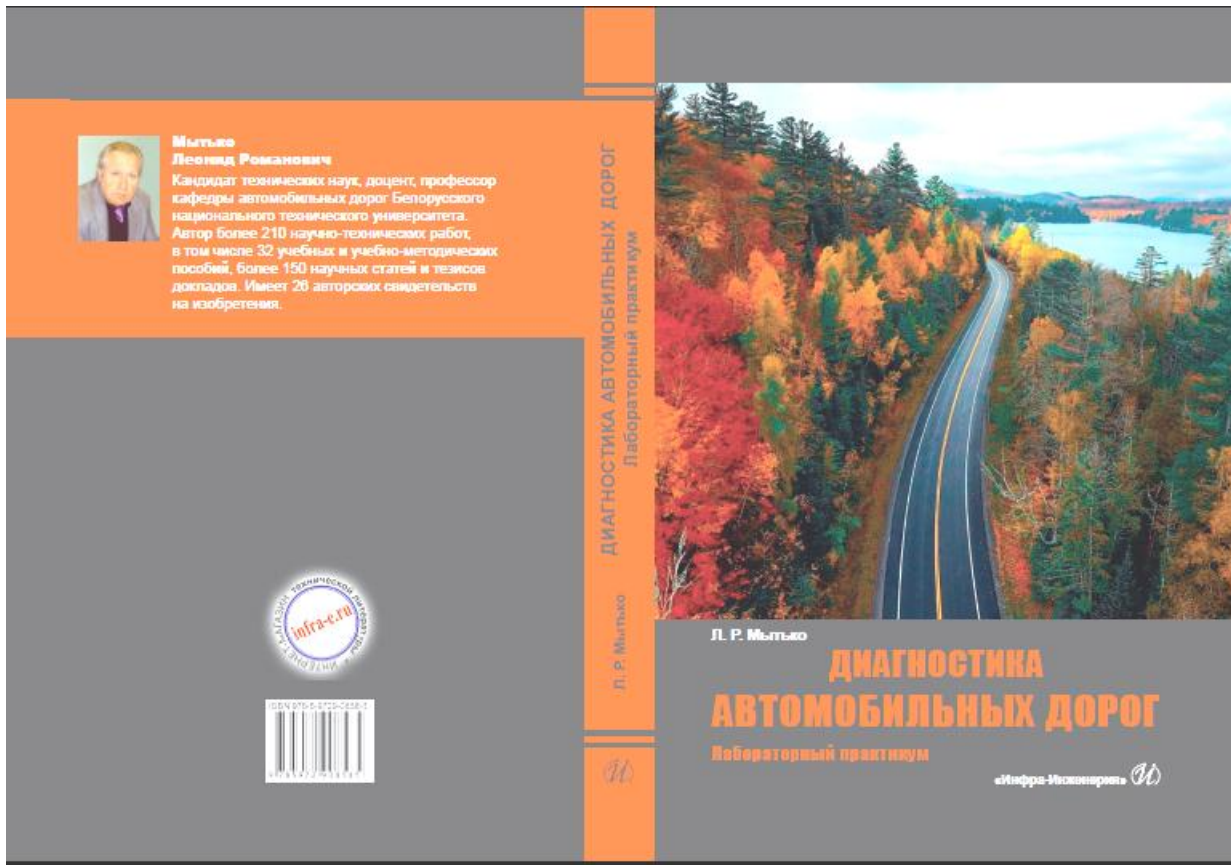
Конспект лекций по дисциплине « Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций »

Подробный конспект лекций по дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций» приведен в учебном пособии «Мониторинг и диагностика автомобильных дорог», которое можно взять в библиотеке БНТУ или приобрести в интернет-магазине технической литературы infra-e.ru . **E-mail:** booking@infra-e.ru



Подробные методические указания выполнения лабораторных и практических работ по дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций» приведены в учебном пособии «Диагностика автомобильных дорог. Лабораторный практикум», которое можно приобрести в интернет-магазине технической литературы infra-e.ru.

E-mail: booking@infra-e.ru



Раздел 1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.

Тема 1.1 Роль и место дисциплины в учебном плане и профессиональной подготовке инженеров.

Объем учебных занятий и самостоятельной работы. Виды занятий. Содержание учебной программы. Требования к знаниям основных положений дисциплины. Рекомендуемая литература. Методические рекомендации по изучению дисциплины.

Тема 1.2 Общая характеристика автомобильных дорог.

Дорожная сеть республики Беларусь. Автомобильные дороги общего пользования и необщего пользования (ведомственные). Республиканские автомобильные дороги. Республиканские скоростные автомобильные дороги. Местные автомобильные дороги.

Тема 1.3 Трансевропейские коридоры.

Перечень трансевропейских коридоров. Протяженность их по Республике Беларусь. Схема трансевропейских коридоров.

Тема 1.4 Система управления дорожным хозяйством.

Республиканский орган государственного управления дорожным хозяйством Республики Беларусь. Основные его функции и задачи. Структура управления дорожным хозяйством.

Тема 1.5 Использование спутниковой системы навигации при мониторинге автомобильных дорог.

Система глобального позиционирования GPS. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Применение спутниковых систем в дорожной отрасли. Состав GPS оборудования. Использование GPS оборудования при мониторинге транспортных средств.

Тема 1.6 Мониторинг автомобильных дорог с использованием беспилотных летательных аппаратов.

Типы беспилотных летательных аппаратов. Аэрофотосъемка автомобильной дороги.

Тема 1.7 Требования к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог.

Требования к покрытию проезжей части, обочинам, разделительным полосам, тротуарам, пешеходным и велосипедным дорожкам. Требования к элементам обустройства и к оборудованию железнодорожных переездов. Требования к видимости на автомобильных дорогах. Требования к эксплуатационному состоянию в зимний период.

Тема 1.8 Мониторинг технического состояния автомобильных дорог.

Порядок организации и методика выполнения мониторинга автомобильных дорог. Методика оценки технического состояния автомобильных дорог. Порядок использования результатов мониторинга и оценки технического состояния автомобильных дорог для принятия управленческих решений на стадии планирования дорожно-ремонтных работ.

Тема 1.9 Методы учета интенсивности и состава транспортного потока.

Методы определения интенсивности движения автомобилей. Визуальный метод определения интенсивности движения транспортных средств. Автоматизированный метод определения интенсивности движения автомобилей. Приборы учета интенсивности движения транспортных средств.

Тема 1.10 Основные характеристики транспортного потока.

Состав транспортного потока. Основные характеристики транспортного потока. Международная классификация транспортных средств. Габаритные размеры автомобилей.

Тема 1.11 Определение характеристик транспортного потока.

Скорость движения транспортных средств. Плотность транспортного потока. Пропускная способность. Коэффициент загрузки дороги. Уровни удобства движения.

Тема 1.12 Контроль ровности дорожных покрытий

Общая характеристика неровности дорожных покрытий. Система измерения ровности дорожного покрытия. Расчетные показатели ровности. Анализ проектных решений с применением показателя ровности.

Тема 1.13 Методы измерения дефектов дорожного покрытия.

Дефекты асфальтобетонных дорожных покрытий. Дефекты цементобетонного покрытия. Дефекты земляного полотна. Дефекты водопропускных труб. Дефекты зимнего содержания. Учет дефектов автомобильной дороги. Дефектность автомобильных дорог.

Раздел 2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 2.1 Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа.

Требуемая прочность дорожной конструкции. Допустимые нагрузки на дорожную одежду. Статический метод измерения упругого прогиба. Динамический метод измерения упругого прогиба. Установки для оценки прочности дорожных одежд.

Тема 2.2 Использование георадаров при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.

Способы определения конструкции дорожной одежды и земляного полотна.

Тема 2.3 Оценка сцепных качеств дорожных покрытий.

Взаимодействие колес автомобиля с дорожным покрытием. Сцепные качества дорожных покрытий. Методы измерения коэффициента сцепления. Измерение коэффициента сцепления передвижными установками. Определение коэффициента сцепления путем торможения.

Тема 2.4 Определение шероховатости дорожных покрытий.

Общая характеристика шероховатости дорожных покрытий. Методы измерения шероховатости покрытия. Метод песчаного пятна. Организация измерений параметров шероховатости дорожных покрытий.

Тема 2.5 Способы определения величины износа.

Способы и приборы для определения износа покрытий автомобильных дорог.

Тема 2.6 Определение геометрических параметров автомобильной дороги.

Способы определения радиусов кривых в плане, определение геометрических параметров автомобильных дорог.

Тема 2.7 Передвижные диагностические лаборатории.

Состав оборудования передвижных диагностических лабораторий. Методика определения геометрических параметров автомобильных дорог.

Тема 2.8 Порядок проведения технического учета и паспортизации автомобильных дорог.

Виды работ, выполняемых при техническом учете и паспортизации автомобильных дорог и дорожных сооружений, их протяженности и техническом состоянии для рационального планирования работ по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог.

Тема 2.9 Определение светотехнических характеристик дорожных покрытий.

Основные светотехнические величины. Требования к освещенности автомобильных дорог. Определение коэффициента диффузного отражения. Определение светорассеивающей способности дорожного покрытия. Измерение светотехнических характеристик дорожных знаков.

Тема 2.10. Контроль качества устройства поверхностной обработки.

Приборы для измерения твердости дорожного покрытия. Методика измерения твердости покрытия. Определение сцепления битума со щебнем.

РАЗДЕЛ 1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.

Тема 1.1 Роль и место дисциплины в учебном плане и профессиональной подготовке инженеров

Объем учебных занятий и самостоятельной работы. Виды занятий. Содержание учебной программы. Требования к знаниям основных положений дисциплины. Рекомендуемая литература. Методические рекомендации по изучению дисциплины.

ЭУМК по учебной дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций» разработан для специальности 7-06-0732-01 «Строительство» Профилизация «Транспортные коммуникации».

Согласно учебному плану для очной формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 220 ч., из них аудиторных – 100 ч.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
1	2	34		16	зачет
	3	34	16	-	экзамен

Для заочной формы обучения

Согласно учебному плану для заочной формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 220 часов, из них аудиторных – 18 часов.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 2.

Таблица 2.

Заочная форма получения высшего образования				
Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
1	6		2	зачет
2	6	4	-	экзамен

Содержание учебной программы

Раздел 1 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.

- Тема 1.1 Роль и место дисциплины в учебном плане и профессиональной подготовке инженеров.
- Тема 1.2 Общая характеристика автомобильных дорог.
- Тема 1.3 Трансъевропейские коридоры.
- Тема 1.4 Система управления дорожным хозяйством.
- Тема 1.5 Использование спутниковой системы навигации при мониторинге автомобильных дорог.
- Тема 1.6 Мониторинг автомобильных дорог с использованием беспилотных летательных аппаратов.
- Тема 1.7 Требования к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог.
- Тема 1.8 Мониторинг технического состояния автомобильных дорог
- Тема 1.9 Методы учета интенсивности и состава транспортного потока.
- Тема 1.10 Основные характеристики транспортного потока.
- Тема 1.11 Определение характеристик транспортного потока.
- Тема 1.12 Контроль ровности дорожных покрытий.
- Тема 1.13 Методы измерения дефектов дорожного покрытия.

Раздел 2 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

- Тема 2.1 Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа по величине упругого прогиба.
- Тема 2.2 Использование георадаров при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.
- Тема 2.3 Оценка сцепных качеств дорожных покрытий.
- Тема 2.4 Определение шероховатости дорожных покрытий.
- Тема 2.5 Способы определения величины износа дорожных покрытий.
- Тема 2.6 Определение геометрических параметров автомобильной дороги.
- Тема 2.7 Передвижные диагностические лаборатории.
- Тема 2.8 Порядок проведения технического учета и паспортизации автомобильных дорог.
- Тема 2.9 Определение светотехнических характеристик дорожных покрытий.
- Тема 2.10 Контроль качества устройства поверхностной обработки.

Целью изучения учебной дисциплины «Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций» является:

- формирование профессиональной компетентности для работы в проектных, строительных и эксплуатационных организациях сфере объектов транспортных коммуникаций.

Основные задачи учебной дисциплины - формирование и развитие

профессиональной компетенции, позволяющей на основании академических и профессиональных знаний и умений решать задачи в сфере мониторинга и диагностики объектов транспортных коммуникаций.

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины «Теория и практика обеспечения надежности, безопасности и долговечности конструкций, зданий и сооружений». Знания и умения, полученные магистрантами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин «Инновационные технологии транспортного строительства».

В результате изучения учебной дисциплины «Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций» магистрант должен:

знать:

- инженерные методы оценки эксплуатационных характеристик транспортных коммуникаций;
- нормативную базу технического состояния транспортных коммуникаций г;

уметь:

- оценивать техническое состояние транспортных коммуникаций;
- определять виды дефектов и причины их возникновения;

иметь навык:

- проведения диагностики транспортных коммуникаций современным приборами и оборудованием;
- выполнения контроля качества работ при строительстве транспортных коммуникаций.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

СК-2. Владеть современной приборной базой и перспективными методами неразрушающего контроля для мониторинга и диагностики состояния строительных изделий, конструкций, зданий и сооружений.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Мытько Л.Р., Мониторинг и диагностика автомобильных дорог: учебное пособие / Л.Р. Мытько – Москва; Вологда: Инфра – Инженерия, 2021.- 328с.
2. Мытько Л.Р., Диагностика автомобильных дорог. Лабораторный практикум: учебное пособие / Л.Р. Мытько – Москва; Вологда: Инфра – Инженерия, 2022. - 340с
3. Мытько Л.Р. Оценка транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог. Учебное пособие. / Л.Р. Мытько. – Мн.: «ВУЗ-ЮНИТИ», 2001. – 250с.

4. Мытько Л.Р., Автомобильные дороги: учебное пособие / Л.Р. Мытько – Москва; Вологда: Инфра – Инженерия, 2021.- 344с.
5. ОДМ 218.4.039-2018_Рекомендации по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог.
6. ГОСТ 33388-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации.
7. ГОСТ 32965- 2014 Дороги автомобильные общего пользования Методы учета интенсивности движения, 28с.
8. ГОСТ 30412-96 Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий.
9. ГОСТ Р 56925—2016 Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий.
10. СТБ 1566-2005 Дороги автомобильные. Методы испытаний
11. ТКП 140-2015 (33200). Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики.
12. ГОСТ Р 50597-2017. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.

Дополнительная литература

1. СН 3.03.04-2019 Автомобильные дороги. Строительные нормы, Мн. 2019. – 55 с.
2. ГОСТ Р 50597-2017. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.
3. ГОСТ 33078 2014. Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием.
4. Передвижная диагностическая дорожная лаборатория «Трасса» Техническое описание Инструкция по эксплуатации
5. ГОСТ 32825—2014. Дороги автомобильные общего пользования Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений.
6. Рекомендации по измерению строения дорожной одежды при помощи георадара “ОКО-2”.
7. Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования (георадар) «ОКО-3» Универсальный базовый комплект Техническое описание Инструкция по эксплуатации
8. ГОСТ 32963-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Расстояние видимости. Методы измерений.
9. Передвижная диагностическая дорожная лаборатория «Трасса» Техническое описание Инструкция по эксплуатации

10. ТКП 307- 2011 (02191) Автомобильные дороги. Порядок проведения технического учета и паспортизации

11. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2т. - учебник для студ. Высших учеб. заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.

12. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника. Под ред. А.П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2004.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- решение индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных и практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- участие в научно-исследовательской работе;
- подготовка и выступление с докладами на научных конференциях.

Тема 1.2 Общая характеристика автомобильных дорог

Дорожная сеть республики Беларусь. Автомобильные дороги общего пользования и необщего пользования (ведомственные). Республиканские автомобильные дороги. Республиканские скоростные автомобильные дороги. Местные автомобильные дороги.

Автомобильная дорога – комплексное сооружение, предназначенное для движения с установленными скоростями, нагрузками и габаритами автомобилей и иных наземных транспортных средств, а также земельные участки, предоставленные для размещения объектов, входящих в состав этого сооружения.

Дорожную сеть республики подразделяют на автомобильные дороги общего пользования и необщего пользования (ведомственные). Рис.1.

Автомобильная дорога общего пользования предназначена для использования любыми лицами с учетом требований установленных законодательством Республики Беларусь.



Рисунок 1 – Протяженность автомобильных дорог

Автомобильная дорога необщего пользования предназначена для использования в порядке, определяемом её владельцем с учетом требований, установленных законодательством Республики Беларусь (дороги для внутрихозяйственных и технологических перевозок, служебные и патрульные автомобильные дороги вдоль каналов, трубопроводов, линий электропередач и других коммуникации и сооружений, а также служебные автодороги к гидротехническим и иным сооружениям).

Протяженность сети автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь на 1 января 2024 года составляет более 87 тыс. км.

Автомобильные дороги общего пользования в зависимости от функционального назначения подразделяют на республиканские (около 16 тыс. км) – 18% и местные (свыше 71 тыс. км) - 82%.

К республиканским автомобильным дорогам относят автомобильные дороги, включенные в сеть международных автомобильных дорог, а также автомобильные дороги, обеспечивающие транспортные связи:

- столицы Республики Беларусь - города Минска с административными центрами областей, Национальным аэропортом «Минск»;
- административных центров областей между собой;
- административных центров областей с аэропортами, находящимися вне их городской черты, и административными центрами районов;
 - административных центров районов между собой по одному из направлений;
- городов областного подчинения с административным центром области, на территории которой эти города расположены;
- железнодорожных станций (внеклассных и I класса), расположенных вне городов, пунктов пропуска через Государственную границу Республики Беларусь, а также иных объектов, имеющих государственное значение, с республиканскими автомобильными дорогами.

К местным автомобильным дорогам относятся автомобильные дороги, обеспечивающие транспортные связи:

- административных центров сельсоветов, городов районного подчинения, городских, курортных и рабочих поселков, сельских населенных пунктов с административными центрами районов, на территории которых они расположены, а также городов районного подчинения, городских, курортных и рабочих поселков между собой и с ближайшими железнодорожными станциями, аэропортами, речными портами и пристанями, находящимися вне городской черты;
- мест массового отдыха, туризма, спортивных комплексов, курортов, парков, больниц, школ-интернатов, домов отдыха, оздоровительных лагерей, кладбищ, исторических памятников, памятников природы и культуры с административными центрами областей и районов, на территории которых находятся эти объекты, а также с ближайшими железнодорожными станциями, аэропортами, речными портами, пристанями и республиканскими автомобильными дорогами;
- административных центров сельсоветов между собой, сельских населенных пунктов (в том числе дороги, проходящие по территории этих населенных пунктов) с автомобильными дорогами общего пользования;
- районов индивидуального жилищного строительства, расположенных в сельской местности (включая основные проезды по данным районам), и садоводческих товариществ с автомобильными дорогами общего пользования

Республиканские автомобильные дороги подразделяют на скоростные, обозначенные на дорожных знаках литерой **М** (М1 – М15). Их протяженность составляет около 1000 км. Остальные республиканские автомобильные дороги

обозначены на дорожных знаках литерой **Р** (Р1 - Р150). Местные автомобильные дороги обозначают на дорожных знаках литерой **Н**.

В эксплуатации находятся следующие скоростные дороги, обозначенные на дорожных знаках литерой **М**:

М1/Е30 – Брест – Минск – граница Республики Беларусь.

М-2 – Минск – национальный аэропорт Минск-2.

М-3 – Минск – Витебск

М-4 – Минск – Могилев

М-5 – Минск – Гомель

М-6 – Минск – Гродно

М-7/Е28 – Ошмяны – до границ Литовской Республики

М-8/Е95 – граница Украины – Гомель – Могилев – Витебск – граница Литовской Республики

М-9 – Кольцевая дорога вокруг г. Минска

М-10 – Кобрин – Калинковичи – Гомель - граница Российской Федерации

М-11/Е85 – Ивацевичи – Слоним - Лида – граница Литовской Республики

М-12 – Кобрин - граница Украины

М-14 - Вторая кольцевая автомобильная дорога

М-15 - Кольцевая автомобильная дорога вокруг г. Могилев.

Среди развитых в дорожном отношении стран Республика Беларусь занимает достойное место по плотности автомобильных дорог общего пользования на 1000 км² территории.

Плотность автомобильных дорог в Германии составляет – 1800 км, в Польше - 1350км, в Литве - 1320км, в Латвии - 910км, в Беларуси - 420км, в Украине - 290км, в России - 90км.

Протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием - около 74 тыс. км, что составляет 86% от общей протяженности дорог. Протяженность цементобетонных покрытий – около 2000 км, что составляет 2% от общей протяженности дорог.

Автомобильные дороги с асфальтобетонным покрытием составляют более 45 тыс. км (53%). Протяженность гравийных дорог составляет около 27 тыс. км (31%). Протяженность грунтовых дорог составляет более 11 тыс. км (14%) от общей протяженности дорог.

Тема 1.3 Трансъевропейские коридоры

Перечень трансъевропейских коридоров. Протяженность их по Республике Беларусь. Схема трансъевропейских коридоров.

В соответствии с решением рабочей группы Комиссии Европейских сообществ по развитию транспортных коридоров (Брюссель, 1993г.) в трансъевропейские коридоры II и IX (Критские коридоры) включены следующие автомобильные дороги Республики Беларусь.

- 1) Критский транспортный коридор II проходит по направлению Запад – Восток: Берлин - Варшава – Минск – Москва - Нижний Новгород и далее на восток Российской Федерации. По территории республики Беларусь его протяженность составляет 610 км по автомагистрали М-1/Е30 Брест (Козловичи)- Минск- граница Российской Федерации (Редьки), км 0-км 610.
- 2) Критский транспортный коридор IX проходит по направлению Север-Юг: Стокгольм – Хельсинки - Санкт-Петербург – Витебск - Могилев- Гомель - Киев – Одесса – Кишинев – Бухарест - Пловдив. По территории Беларуси его протяженность составляет 456 км по автомагистрали М-8/Е95 граница Российской Федерации (Езереще) –Витебск- Гомель –граница Украины (Новая Гута).
- 3) Ответвление критского транспортного коридора IXВ протяженностью 468 км по направлению: Гомель - Минск – Вильнюс – Клайпеда - Калининград. Проходит по территории Республика Беларусь по автомагистралям М-8/Е95 на участке Гомель –граница Украины (Новая Гута), М-5 Минск – Гомель, М-9 Кольцевая вокруг г. Минска, М-6 Минск – Гродно, М-7/Е28 Минск - Ошмяны - граница Литовской Республики (Каменный Лог). Рис.1.



Рисунок 1- Схема дорог трансевропейских коридоров II, IX и IXB

Тема 1.4 Система управления дорожным хозяйством

Республиканский орган государственного управления дорожным хозяйством Республики Беларусь. Основные его функции и задачи. Структура управления дорожным хозяйством

Главное управление автомобильных дорог (ГУД) Министерства транспорта и коммуникаций является республиканским органом государственного управления дорожным хозяйством Республики Беларусь.

Основными функциями (ГУД) являются:

- Проведение единой экономической и научно-технической политики;
- Разработка и реализация государственных программ развития республиканских дорог;
- Согласование программ развития местных дорог;

- ✿ Руководство организациями государственного дорожного хозяйства;
- ✿ Осуществление контроля за содержанием, ремонтом и строительством автомобильных дорог общего пользования;
- ✿ Осуществление контроля за соблюдением допустимых масс и габаритов транспортных средств;
- ✿ Установление сезонных ограничений масс и нагрузок на оси транспортных средств;
- ✿ Распоряжение средствами республиканского дорожного фонда;
- ✿ Осуществление контроля за целевым использованием средств республиканского и местных дорожных фондов.

На Главное управление автомобильных дорог возлагается задача по проведению единой экономической и научно-технической политики, направленной на улучшения технического состояния сети автомобильных дорог общего пользования.

Тема 1.5 Использование спутниковой системы навигации при мониторинге автомобильных дорог.

Система глобального позиционирования GPS. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Применение спутниковых систем в дорожной отрасли. Состав GPS оборудования. Использование GPS оборудования при мониторинге транспортных средств.

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 применяют 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**. Но чтобы точно определять координаты, достаточно только одной системы.

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.

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).

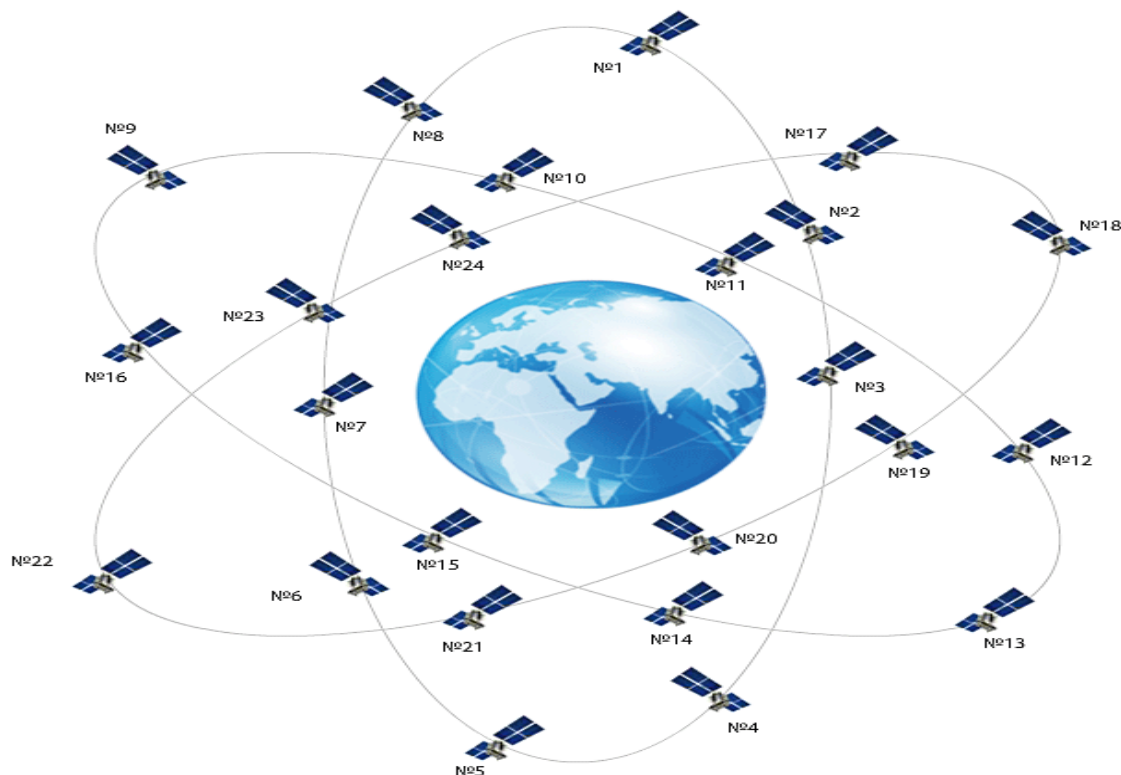


Рисунок 1. - Спутники ГЛОНАСС

Спутники ГЛОНАСС находятся на средневысотной круговой орбите на высоте 19 400 км с наклонением $64,8^\circ$ 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.

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.

Применение спутниковых систем в дорожной отрасли

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

- топографические крупномасштабные съемки местности на полосе трассы и для проектирования различных сооружений автомобильных дорог;
- привязка геологических выработок и пунктов геофизических измерений на полосе трассы;
- создание планово-высотных обоснований аэросъемок, фототеодолитных и тахеометрических съемок местности;
- использование в качестве аэронавигационного оборудования при производстве аэросъемок различных видов и назначения;
- разбивка трасс автомобильных дорог с продольным GPS-нивелированием;
- съемка поперечников;
- GPS-сопровождение гидрометрических работ (подводные съемки, 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.

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.

В состав GPS входит следующее оборудование: (рис 2)

Базовая станция

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



Антенна



GPS приемник



Контролер



Штатив с оптическим визиром и трегер

Рисунок 2 - Оборудование GPS

Базовую станцию устанавливают на пункте с известными координатами.

Передвижной приёмник (рис. 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 3 - Передвижной приёмник

С помощью передвижных GPS приёмников выполняется съёмка объектов.

Для того, чтобы подвижный GPS приемник 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 съемка местности в масштабах 1:5000 - 1:500, включая съемку подземных и надземных сооружений и коммуникаций, пересечений линий электропередач (ЛЭП), линий связи (ЛС) и магистральных трубопроводов;
- Полевое трассирование линейных сооружений;
- Специальные работы (съемки 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;

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 4.

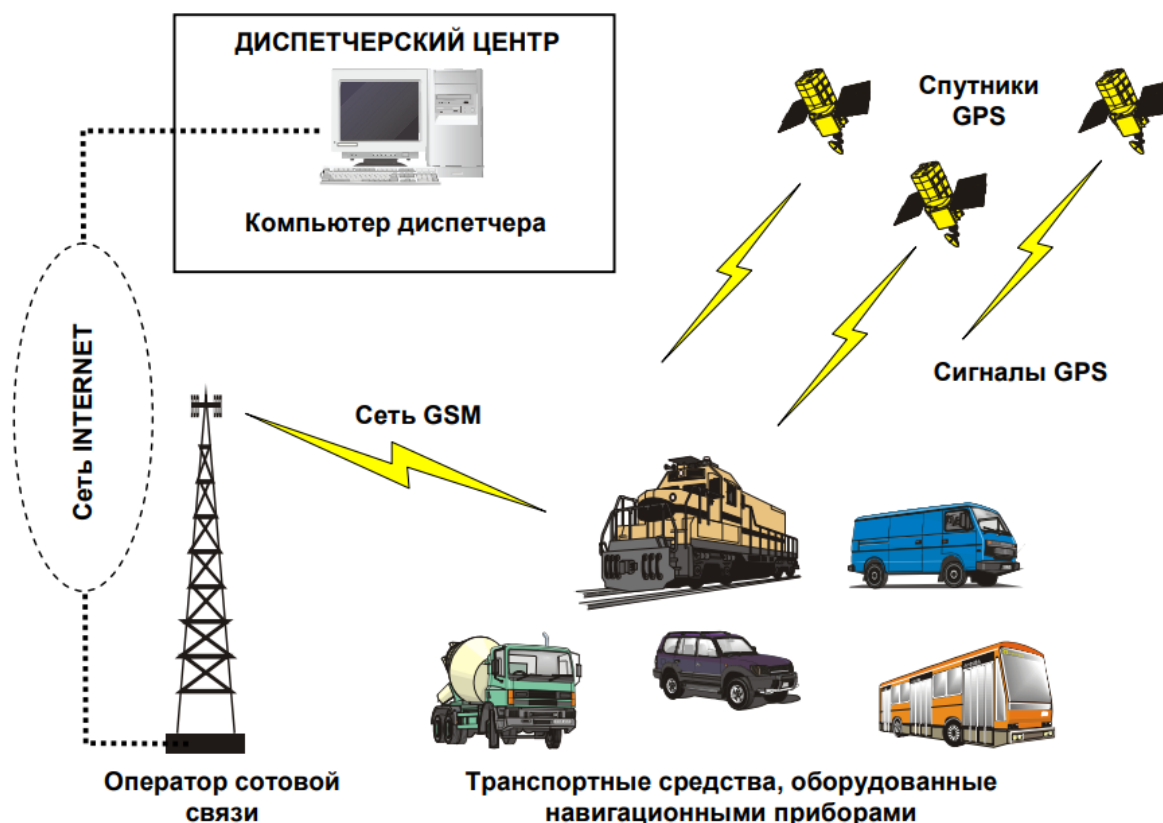


Рисунок 4 - Система мониторинга транспорта

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.

Тема 1.6 Мониторинг автомобильных дорог с использованием беспилотных летательных аппаратов.

Типы беспилотных летательных аппаратов. Аэрофотосъемка автомобильной дороги.

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 видеоинформации для автомобильных дорог и искусственных сооружений с формированием банка видеоданных;
- фиксирования объектов инженерного обустройства;
- определения параметров транспортного потока.

Беспилотные летательные аппараты оборудованы датчиками, видеокамерами, 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.

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 оборудованной 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.

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)



Рисунок 1 - Беспилотный летательный аппарат самолетного типа

- легкие, парящие, позволяющие вести мониторинг какого-либо объекта или явления и практически неограниченное время пребывать в воздухе; (Рис. 2)



Рисунок 2 – Легкий беспилотный летательный аппарат

- вертолетного типа, позволяющие зависать в одной точке для выполнения работ. (Рис. 3)



Рисунок 3 – Беспилотный летательный аппарат вертолетного типа

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. 4).



Рисунок 4 - Увеличенные фрагменты снимка автомобильной дороги



Рисунок 5 - Карта поперечных дефектов дорожного полотна

По материалам аэросъемки определяют площадные, линейные и точечные дефекты (Рис. 5). 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 эрозионные процессы, представленные промоинами. Эрозионные 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.

Тема 1.7 Требования к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог.

Требования к покрытию проезжей части, обочинам, разделительным полосам, тротуарам, пешеходным и велосипедным дорожкам. Требования к элементам обустройства и к оборудованию железнодорожных переездов. Требования к видимости на автомобильных дорогах. Требования к эксплуатационному состоянию в зимний период.

Стандарт ГОСТ Р 50597-2017 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 запрещения 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 погодные-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.

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 м² 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 м², покрытие велосипедных дорожек - площадью более 0,06 м².

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

Покрытие проезжей части

Продольная ровность покрытия по полосам движения проезжей части при измерении профилометром должна соответствовать значениям, указанным в таблице 1, при измерении трехметровой рейкой - в таблице 2.

Таблица 1 - Значения показателей продольной ровности покрытия при измерении профилометром

Категория дороги	Ровность по индексу IRI, м/км, не более			
	Группа улиц	Тип дорожной одежды		
		Капитальный	Облегченный	Переходный
А Б	А	4,0	-	-
IB, II	Б	4,5	-	-
III	В	5,0	5,5	
IV	Г, Д	6,0	6,5	
V	Е	-	7,5	8,0
Примечание - IRI (International Roughness Index), Международный индекс ровности.				

Таблица 2 - 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		9	12
ІІІ	В		12	14
ІV	Г	Облегченный, переходный	14	20
	Д		20	25
V	Е		25	30
<p>* Число просветов под трехметровой рейкой, превышающих значения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6 мм для асфальтобетонных, цементобетонных покрытий и покрытий из каменных материалов и грунтов, обработанных вяжущими; - 15,0 мм для всех остальных видов покрытий. 				

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 покрывкой с протектором без рисунка.

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.

Тема 1.8 Мониторинг технического состояния автомобильных дорог.

Порядок организации и методика выполнения мониторинга автомобильных дорог. Методика оценки технического состояния автомобильных дорог. Порядок использования результатов мониторинга и оценки технического состояния автомобильных дорог для принятия управленческих решений на стадии планирования дорожно-ремонтных работ.

Цель мониторинга автомобильных дорог состоит в своевременном получении полной, объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог и изменении условий их работы, на основе которых выполняется оценка технического состояния автомобильных дорог на

соответствие нормативным требованиям документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства.

Транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги (ТЭС АД): Комплекс фактических значений параметров и характеристик технического уровня и эксплуатационного состояния на момент обследования и оценки, обеспечивающих ее потребительские свойства.

Вся информация, собираемая при выполнении мониторинге автомобильных дорог, подразделяется на две группы:

- получаемая из внешних информационных источников (технических паспортов, баз дорожных данных, проектной и рабочей документации и пр.);
- собираемая при выполнении полевых работ.

Мониторинг состояния автомобильных дорог включает следующие последовательно выполняемые основные этапы:

- подготовительные работы;
- полевые обследования;
- камеральную обработку полученной информации;
- оформление отчетных материалов.

Для ускорения работ допускается совмещение отдельных этапов (подготовительных работ и полевых обследований, полевых обследований и обработки полученной информации и т. д.).

Для определения пространственного положения оси дороги на местности необходимо осуществить проезды дорожной лаборатории в прямом и обратном направлениях:

- для дорог с двумя полосами движения - посередине каждой полосы движения (рисунок 1);
- для дорог тремя полосами движения - посередине крайних правых (внешних) полос;
- для четырех и более полос движения - посередине крайних левых (внутренних) полос движения.

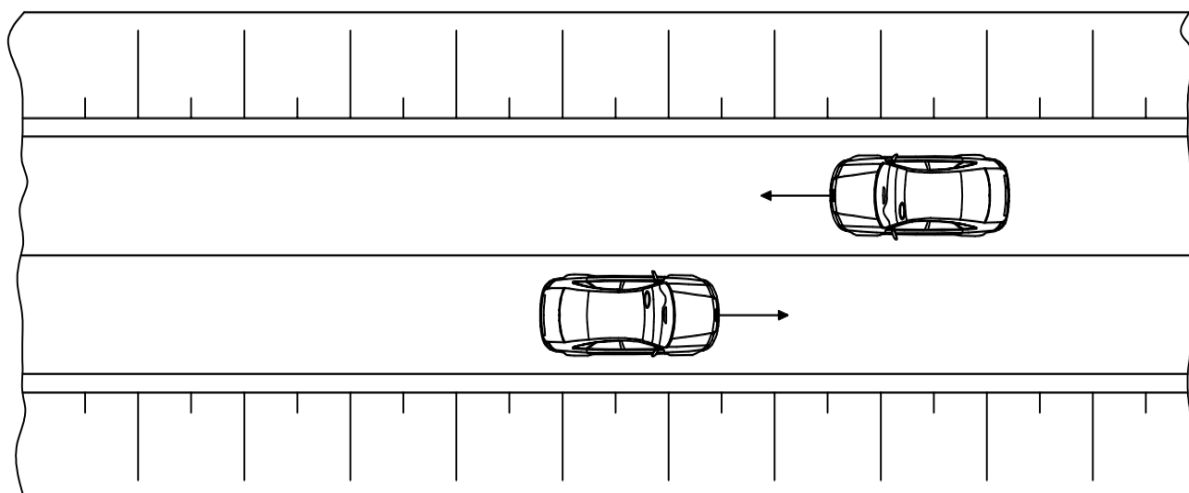


Рисунок 1 – Определение пространственного расположения оси дорог с двумя полосами движения

В сложных случаях при наличии несимметричных проезжих частей на дорогах I категории, на кольцевых пересечениях осевую линию определяют согласно схемам, приведенным на рисунке 2.

В случае, когда осевая линия не может быть однозначно определена (на сложных развязках, при изменении направления основного титула), данную линию на развязке разрывают; километраж на продолжении назначают с учетом протяженности прямого проезда по транспортной развязке, следуя маршруту титула.

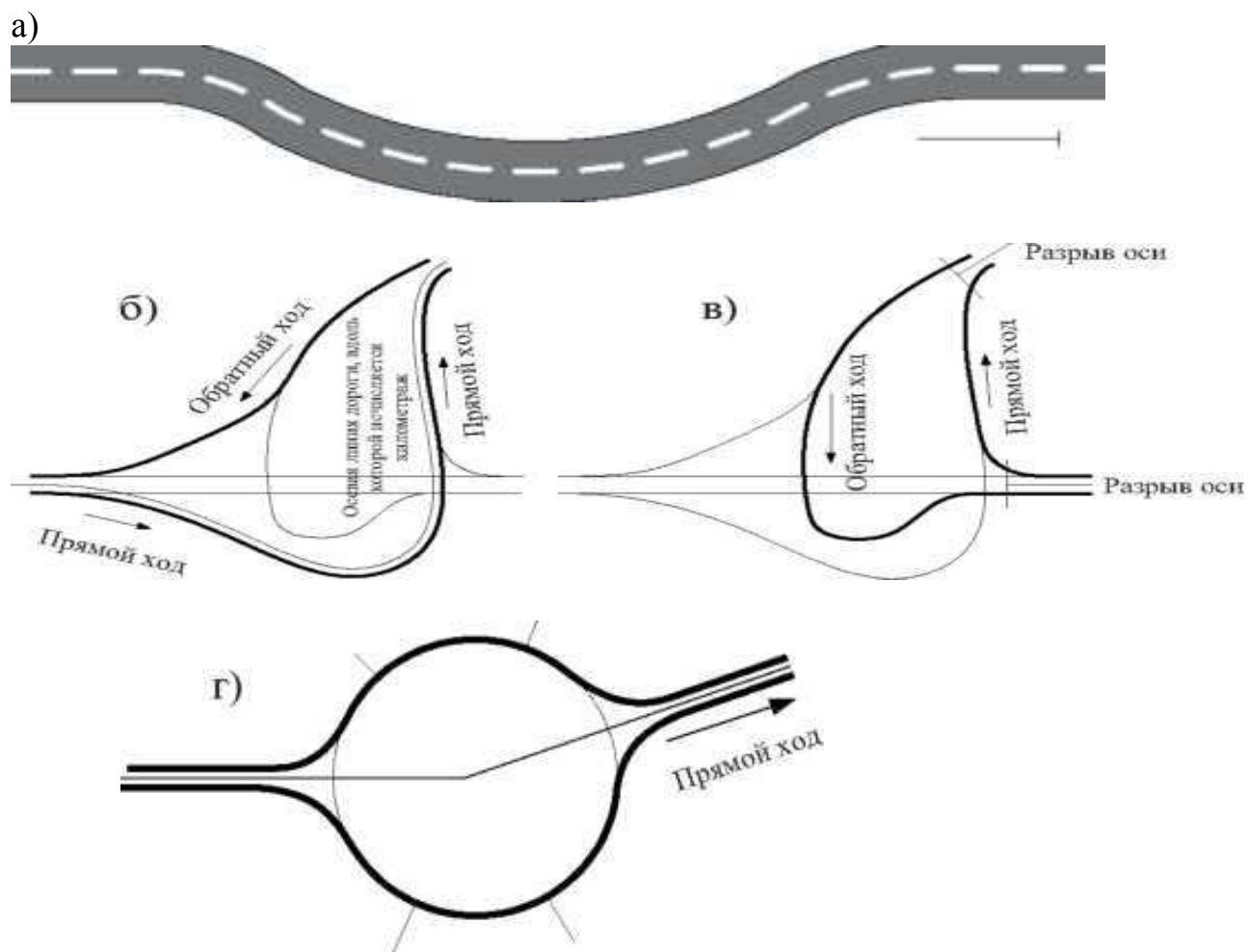


Рисунок 2 - Трассирование осевой линии при несимметричных проезжих частях дороги (а), на сложных развязках (б, в), кольцевой развязке (г)

Необходимость проезда дорожной лаборатории в прямом и обратном направлениях вызвана следующими обстоятельствами:

- повышением точности измерений;
- вычислением дискретной модели оси дороги:
- как срединной линии между массивами координат, полученными при прямом и обратном проездах, - при плановой диагностике,

- геодезическими методами с последующим трассированием геометрическими элементами (прямыми, кривыми) - при полной и приемочной диагностике;
- осуществлением контроля выполненных измерений - не должно быть пересечения, накладывания и расхождения моделей более допустимого;
- соблюдением условий безопасности дорожного движения.

Во время выполнения проездов в массиве координат метками должны быть помечены местоположения километровых столбов, а при их отсутствии - других дорожных объектов с неизменяемым местоположением: осей перекрестков, деформационных швов мостовых сооружений, краев автопавильонов капитального типа и др. Частота пометки таких объектов 1-2 км. При этом в процессе выполнения проездов в прямом и обратном направлениях должны помечаться одни и те же объекты.

В случае невозможности прямого проезда по указанным траекториям движения (посередине требуемых полос движения) допускается применение иных высокоточных методов измерений, обеспечивавших точность измерений оси дороги не хуже точности, предъявляемой к топографическим картам масштаба 1:2000.

Геометрические элементы дороги и их параметры определяют на основании:

- представления оси дороги (в том числе по восстановленной ведомости углов поворота, прямых и кривых в плане);
- сведений из проектной документации для элементов дороги, выполнение измерений которых невозможно.

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

К характерным участкам относятся:

- прямые участки в плане с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос - участки дорог с одинаковой шириной проезжей части;
- горизонтальные участки с продольными уклонами 0 ‰-20 ‰;
- участки с продольными уклонами более 20 ‰;
- участки закруглений в плане с радиусами кривых 400 м и более;
- участки закруглений в плане с радиусами кривых менее 400 м;
- участки сужений проезжей части над трубами, в местах установки ограждений, парапетов, направляющих столбиков с шагом установки менее 10 м.

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

На подъездах к мостам (железнодорожным переездам) проводятся два измерения ширины проезжей части: в створе до начала отгона ширины

проезжей части на сужение либо уширение (если таковое имеется) и в створе начала моста (железнодорожного переезда). В случае отсутствия изменения ширины проезжей части на подходах к мосту измерение ширины проезжей части на подходах может не производиться.

В пределах населенных пунктов сельского и городского типов ширину проезжей части измеряют в начале и конце застройки (на подходах к ним - в местах уширения или сужения проезжей части), в любом характерном створе дороги, расположенном в пределах рассматриваемого участка, а также в местах изменения ее ширины.

В месте измерения ширины проезжей части разбивают поперечник. Измерения проводят с использованием автоматизированных фото-, видеосистем. Допускается использовать стальные измерительные ленты, рулетки, курвиметры, оптические дальнометры, геодезические инструменты, обеспечивающие точность измерений 0,1 м. При необходимости до начала измерений с поверхности проезжей части, краевых укрепленных полос и укрепленных обочин очищают пыль и грязь, чтобы были четко видны границы укрепления.

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

Координаты километровых столбов при полной и приемочной диагностике определяют одним из способов:

- точечными полевыми измерениями при помощи спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS;
- векторизацией облаков точек лазерного сканирования с распознаванием километровых столбов;
- фотограмметрией по материалам видеосъемки (видеорядов с привязкой кадров к географическим координатам);
- по материалам исполнительной съемки;
- иными способами, дающими требуемый результат.

В качестве точки координирования километрового столба определяется точка у его основания с лицевой стороны при движении в прямом направлении дороги. Точность определения координат должна быть не более 1 м в плане.

Вычисление протяженности автомобильной дороги, ее участков, а также эксплуатационного километража следует производить относительно определенной в пространстве оси дороги.

Не рекомендуется использовать метод измерения протяженности дороги, вычисляемую как половина суммы длин проездов в прямом и обратном направлениях.

Погрешность собираемых параметров при полной и приемочной диагностике должна быть для угла поворота трассы не более 0,4°; для продольного и поперечного уклонов проезжей части - не более 2‰; для пройденного пути - не более 0,05%; для географических координат - не более 1 м в плане.

Расстояние геометрической видимости поверхности дороги в продольном профиле устанавливаются в результате обработки данных, полученных при определении продольных уклонов проезжей части автомобильных дорог и их участков с использованием специализированных передвижных лабораторий. Погрешность расстояния видимости не должна превышать 5%.

Тема 1.9 Методы учета интенсивности и состава транспортного потока.

Методы определения интенсивности движения автомобилей. Визуальный метод определения интенсивности движения транспортных средств. Автоматизированный метод определения интенсивности движения автомобилей. Приборы учета интенсивности движения транспортных средств.

Учет интенсивности движения транспортных средств производится с целью получения и накопления информации об общем количестве транспорта, проходящего по автомобильным дорогам. При учете транспортных средств определяют интенсивность движения и состав транспортного потока.

Интенсивность движения: Количество транспортных средств, проходящих через поперечное сечение автомобильной дороги в единицу времени (за сутки или за один час) суммарно в обоих направлениях.

Состав транспортного потока: Соотношение различных типов транспортных средств в потоке выраженное в процентах или в долях единицы.

Транспортный поток: Совокупность транспортных средств, одновременно участвующих в движении по автомобильной дороге в одном направлении.

Тип транспортного средства: Транспортные средства, объединенные по признакам функционального назначения, технических и конструктивных особенностей.

Анализ интенсивности движения и состава транспортного потока позволяет устанавливать соответствие транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог данной технической категории, определять грузонапряженность автомобильных дорог, дает возможность контролировать износ дорожной одежды в межремонтные сроки, а также повышать эффективность использования средств, выделяемых на ремонт и содержание дорог.

Показатели учета движения транспортных средств используют при планировании и организации работ по ремонту и содержанию дорог, их реконструкции, при усилении дорожных одежд, а также при разработке и проведении мероприятий по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. Учет интенсивности движения проводится двумя методами: автоматизировано или визуально.

Автоматизированный метод учета интенсивности движения:

Определение интенсивности движения с применением различного рода переносного или стационарно установленного оборудования, позволяющего автоматически фиксировать, подсчитывать и сохранять данные о проходящих транспортных средствах.

Визуальный метод учета интенсивности движения: Определение интенсивности движения визуальным наблюдением и фиксированием вручную или на электронных носителях количества транспортных средств, проходящих по автомобильной дороге.

По продолжительности учет интенсивности движения подразделяется на долговременный и кратковременный.

Долговременный учет интенсивности движения: Непрерывный учет интенсивности движения транспортных средств на автомобильной дороге.

Кратковременный учет интенсивности движения: Учет интенсивности транспортных средств в течение заданного промежутка времени.

Долговременный учет интенсивности движения выполняется на стационарных пунктах учета интенсивности движения с применением средств автоматизации.

Стационарный пункт учета интенсивности движения: Место на автомобильной дороге, предназначенное для определения интенсивности движения на регулярной основе с преимущественным использованием автоматизированного метода подсчета.

Данные долговременного учета интенсивности движения используют для определения коэффициентов, применяемых при расчете среднегодовой суточной интенсивности по результатам кратковременного учета.

Кратковременный учет интенсивности движения выполняется на временных пунктах учета автоматизировано или визуально.

Временный пункт учета интенсивности движения: Место на автомобильной дороге, предназначенное для определения интенсивности движения преимущественно визуальным методом.

Периодичность проведения учета интенсивности движения должна составлять не менее одного раза в пять лет. На дорогах с переходными и низшими типами дорожной одежды учет интенсивности проводится по необходимости, для обоснования затрат на содержание, капитальный ремонт или реконструкцию дороги.

Для определения интенсивности движения дорожную сеть разбивают на перегоны и подходы к населенным пунктам.

Перегон: Участок дороги, на протяжении которого интенсивность движения и состав транспортного потока претерпевают изменения не более 15 % по любому из показателей.

Границей перегона или подхода может быть пересечение (примыкание) с другой дорогой, населенный пункт и другие места, где состав и интенсивность движения изменяются более чем на 15 %.

На каждом перегоне или подходе определяют место дислокации пункта

учета таким образом, чтобы для транспортного потока не было объездных путей.

Национальный уполномоченный орган или его региональные подразделения по содержанию, управлению и развитию дорог общего пользования формируют реестр пунктов учета интенсивности движения

Реестр пунктов учета интенсивности движения: Информационный ресурс уполномоченного органа или его региональных подразделений по содержанию, управлению и развитию дорог общего пользования, содержащий необходимые сведения о пунктах учета и интенсивности движения на дорожной сети.

Пункт учета интенсивности движения должен содержать:

- категорию и наименование автомобильной дороги;
- идентификацию пункта учета;
- тип пункта учета;
- месторасположение границ перегонов.

Реестр дополняется дорожной картой района, области, республики, на которой отмечены места дислокации пунктов учета.

При любом методе учета интенсивности движения данные должны содержать информацию, кратную не более 1 ч.

При пятилетнем цикле кратковременный учет интенсивности движения проводят один раз в квартал. При интенсивности движения менее 1000 транспортных средств в сутки допускается проводить учет интенсивности движения один раз в полугодие.

На автомобильных дорогах с количеством полос четыре и более учет интенсивности движения проводят в прямом и обратном направлениях отдельно. Учет интенсивности движения следует проводить в рабочие дни недели. Учет интенсивности движения не проводят в те дни, в которые значительно изменяется интенсивность движения

Категории транспортных средств, подлежащих учету.

Категория А — механические транспортные средства, имеющие не более трех колес (мотоциклы с коляской или без коляски, включая мотороллеры и трехколесные мотоциклы).

Категория В — пассажирские и грузовые транспортные средства малой грузоподъемности (автомобили, включая грузо-пассажирские автофургоны, с количеством мест для сидения не более девяти, включая место водителя и легкие автофургоны, допустимая максимальная масса которых не превышает 3,5т). Пассажирские и грузовые транспортные средства малой грузоподъемности учитывают независимо от наличия или отсутствия прицепов, включая жилые прицепы и транспортные средства для отдыха.

Категория С — грузовые дорожные транспортные средства (грузовые автомобили, допустимая максимальная масса которых превышает 3,5 т; грузовые автомобили с одним или несколькими прицепами; тягачи с полуприцепами и одним или несколькими прицепами; тягачи без прицепов и полуприцепов) и специализированные транспортные средства

(сельскохозяйственные трактора, специализированные транспортные средства, такие как самоходные дорожные катки, бульдозеры, автокраны, автоцистерны армейского образца и другие дорожные механические транспортные средства, не указанные в других пунктах).

Категория D — городские автобусы, автобусы дальнего следования и троллейбусы.

По данным учета интенсивности движения рассчитывают характеристики транспортного потока.

В качестве поверочного метода для оборудования следует применять метод визуального учета интенсивности движения. Поверку оборудования выполняют путем сопоставления с информацией визуального учета интенсивности движения не реже одного раза в год, а также каждый раз после проведения профилактических или ремонтных работ с оборудованием.

Приборы учета интенсивности движения должны соответствовать требованиям нормативных документов.

Интенсивность движения изменяется в течение года, месяца, дней недели и в течение суток. Поэтому различают среднюю часовую интенсивность движения в течение суток, среднюю суточную интенсивность движения в течение дня недели, среднюю суточную интенсивность движения в течение месяца и среднюю суточную интенсивность движения в течение года.

Интенсивность движения значительно возрастает в летние месяцы, особенно на дорогах, которые ведут по направлению от крупнейших и крупных городов к дачным массивам. Причем, наибольшая интенсивность движения достигается в воскресенье. Поэтому в случае проектирования автомобильных дорог в пригородной зоне крупнейших и крупных городов категория дороги назначается по наибольшей часовой интенсивности движения, достигаемой в течении не менее 50 часов на последний год расчетного периода, равного 20 лет. Интенсивность движения на автомобильной дороге с течением времени увеличивается линейно по геометрической прогрессии.

При обосновании требований к разным элементам дороги используют различные характеристики транспортного потока. Для назначения числа рядов движения автомобилей при обосновании ширины земляного полотна и проезжей части решающее значение имеет количество автомобилей, проходящих по дороге за определённый срок, а не их нагрузка. Поэтому за основную характеристику движения по дорогам принимают общее количество автомобилей, проходящих через некоторое сечение дороги за единицу времени (сутки, час).

При оценке условий работы автомобильной дороги интенсивность движения выражают в фактическом количестве проходящих автомобилей, суммируя автомобили независимо от их типов. При этом не учитывают грузоподъемность автомобилей. Так проезд по дороге нескольких автопоездов с тяжелыми прицепами неэквивалентен проезду равного числа легковых автомобилей. Для уточнения воздействия транспортных средств на дорожную

одежду определяют состав потока, где указывают долю легковых, грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов.

Поэтому фактическую интенсивность движения транспортных средств приводят к эквивалентному количеству легковых автомобилей. Для этого вводят коэффициенты приведения, характеризующие, сколько легковых автомобилей могло бы проехать по участку дороги за время проезда одного грузового автомобиля или автопоезда.

Интенсивность движения меняется по длине отдельных участков дороги. Она увеличивается вблизи городов, крупных населенных пунктов и железнодорожных станций и имеет наименьшее значение на средних участках маршрутов (рис.1). Интенсивность движения непостоянна в течение суток и резко снижается в ночное время (рис.2). Не остается она постоянной и в течение года и дней недели. На дорогах сельскохозяйственных районов в периоды уборки урожая объем перевозок, а, следовательно, и интенсивность движения значительно возрастают. В связи частыми колебаниями интенсивности движения на дорогах её можно надежно характеризовать только средними значениями за расчетный период времени.

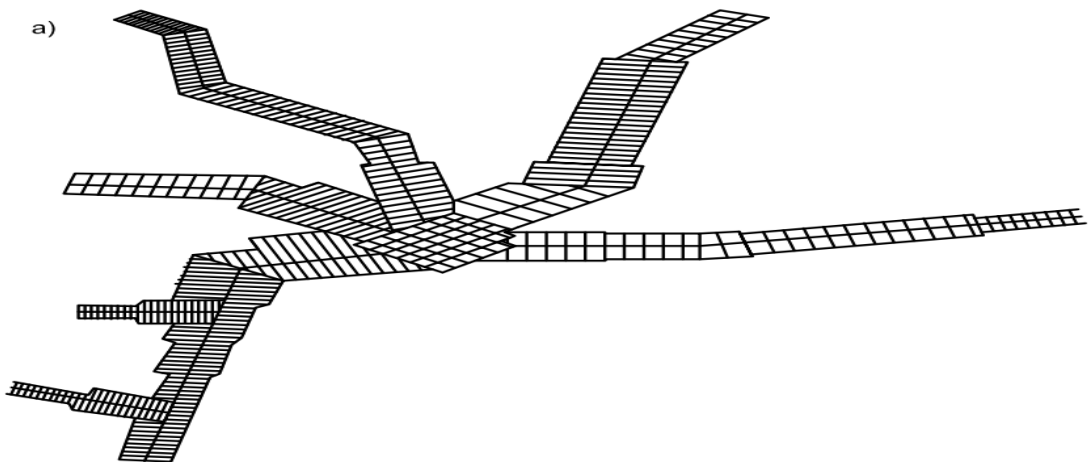
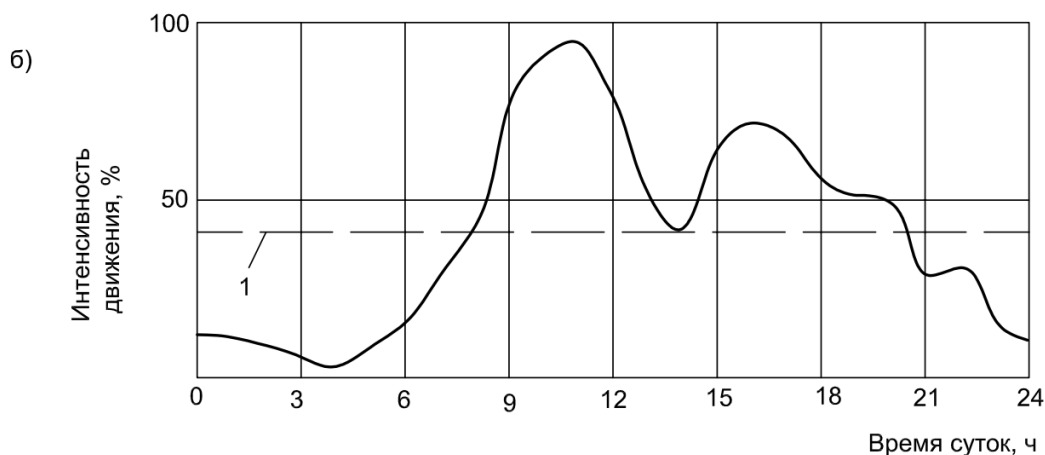


Рисунок 1 - Изменение интенсивности движения по длине отдельных участков дороги



1 – среднесуточная интенсивность движения

Рисунок 2 - Изменение интенсивности движения в течение суток

При проектировании дорог движение чаще всего характеризуют средним за год количеством автомобилей, проезжающих по участку в сутки, называемым среднегодовой суточной интенсивностью движения.

В связи с увеличением автомобильного парка страны и возрастанием объема перевозок требуется ускоренное развитие сети дорог и предъявляются повышенные требования к их техническому состоянию и обустройству. При этом особую актуальность приобретает информация об учете движения транспортных средств на автомобильных дорогах. На основе данных учета решаются различные задачи, связанные с проектированием, строительством, реконструкцией и эксплуатацией дорог. Данные учета используют также при разработке мероприятий по повышению организациями безопасности дорожного движения. Они являются составной частью банка данных при паспортизации дорог и исходными показателями при разработке перспективных планов развития дорожной сети. Таким образом, учет движения транспортных средств необходимо проводить на всех автомобильных дорогах.

Информацию о наличии и составе движения можно получить путем непосредственного подсчета автомобилей на дороге, а также в результате оценки с помощью косвенных методов.

Известны два косвенных метода:

- по оценке численности населения;
- по общему количеству транспортных средств.

Первый метод используют в основном для оценки движения в городах. При втором методе связь количества автомобилей в данном регионе с интенсивностью движения на автомобильных дорогах дает слишком приближенные результаты. Количество автомобилей в различные сезоны года по разным областям может резко меняться, например, в период уборки урожая. В некоторых областях транзитный транспорт преобладает над местным. В настоящее время накоплен значительный материал по непосредственному учету движения транспортных средств. Учет интенсивности и состава движения проводят на основных автомобильных дорогах.

Организация учета движения на сети дорог и обработка получаемых данных требует применения современных технических средств и не обходятся без существенных трудозатрат. Для повышения точности и достоверности данных учета, снижения затрат на учет движения разработаны различные методы и приборы на основе последних достижений электроники и вычислительной техники.

Современные приборы для определения интенсивности движения

Среди большого количества автоматизированных систем определения интенсивности движения, выгодно выделяются частотно-модулированные радары непрерывной волны (FMCW). К представителям такой технологии относится датчик интенсивности "Аркен" Датчик интенсивности дорожного движения "Аркен" (рис. 3.) является одной из составляющих интеллектуальной

транспортной системы и мониторинга дорожного движения, поскольку он дает возможность специализированным дорожным службам получать информацию о транспортном потоке и загруженности трассы, а следовательно, и об износе дорожного полотна, а так же служит для определения общей интенсивности и классификации транспортных средств (точность по направлению до 95%), определение средней скорости движения потока, загруженности полосы и интервалов между транспортными средствами (максимальная погрешность определения средней скорости движения по направлению ± 3 км/ч), параллельные лучи радара создают измерительный интервал, с помощью которого возможно точно определить скорость, размер и направление движения каждого транспортного средства.

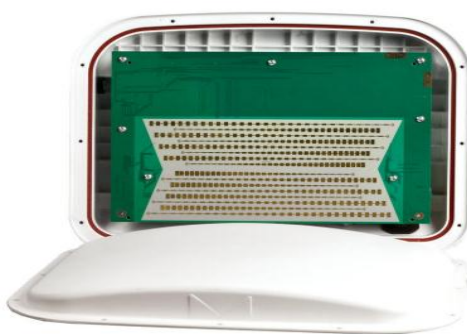


Рисунок 3 – Датчик интенсивности "Аркен"

Диаграмма направленности по вертикали в 65 градусов полностью покрывает 75 метров активного дорожного полотна при минимальной горизонтальной проекции расстояния от крайней правой полосы. (Рис. 4)



Рисунок 4 – Угол обзора датчика

Для каждой полосы движения за определенный, устанавливаемый пользователем интервал времени в энергонезависимом запоминающем устройстве радара накапливаются для последующей передачи следующие данные:

1. Интенсивность - количество зафиксированных автомобилей за интервал времени.

2. Временной интервал движения - среднее время между прохождением по полосе друг за другом автомобилей.

3. Статистика по полосам движения. В датчике присутствует функция определения границ каждой полосы движения и направление движения транспортного средства по ним.

4. Средняя скорость по полосе. Датчик показывает скорость, с которой двигались 85% автомобилей по полосе в течение заданного интервала времени.

5. Фиксация по параметрам. Количество зафиксированных радаром автомобилей, за установленный интервал времени, с привязкой к трем типам классов: по длине (до 8 типов длин автомобилей, заданных пользователем); по скорости (до 15 типов скоростей, задаваемых пользователем); по направлению движения

6. Занятость полосы - процентное соотношение времени, в течение которого зона контроля была занята транспортом, и общего времени наблюдения

7. Дистанция - вычисляется среднее расстояние между задним бампером первого проезжающего автомобиля и передним бампером последующего проезжающего автомобиля.

Датчик способен измерять параметры сразу с 22 полос дороги. Также, в устройстве присутствует возможность записи во внешний файл накопленных транспортных характеристик, для каждого определяемого транспортного средства индивидуально: Название полосы движения; Время определения; Тип транспортного средства; Скорость автомобиля в км/ч; Плотность потока; Статистика загруженности.

Возможно стационарное и мобильное исполнение датчика (рис. 5).



Рисунок 5 – Стационарное и мобильное исполнение датчика

Тема 1.10 Основные характеристики транспортного потока.

Состав транспортного потока. Основные характеристики транспортного потока. Международная классификация транспортных средств. Габаритные размеры автомобилей.

Транспортный поток на автомобильной дороге общего пользования состоит из движущихся транспортных средств.

Транспортным средством называют устройство, предназначенное для движения по дороге и для перевозки пассажиров, грузов или установленного на нем оборудования. Основными видами механических транспортных средств являются автомобили (легковые и грузовые), автобусы, автопоезда, мотоциклы, мотороллеры, мопеды, колесные трактора.

Нормативными документами ГОСТ 31286-2005 установлены максимальные разрешенные массы, нагрузки на оси и габариты транспортных средств, предназначенных для эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования и улицах населенных пунктов.

Максимальная разрешенная общая масса транспортного средства (сумма осевых масс): Масса транспортного средства с грузом или без груза, соответствующая установленной несущей способности дорожной одежды.

Максимальная разрешенная осевая нагрузка (нагрузка на ось) транспортного средства: Усилие, передаваемое через ось (оси) транспортным средством или его частью на горизонтальную плоскость контакта в статическом состоянии, которая соответствует несущей способности дорожной одежды.

Одиночная ось: Ось транспортного средства, расположенная на расстоянии более 2,5 м от другой ближайшей оси.

Смежные оси: Две или более оси транспортного средства, расположенные на расстоянии не более 2,5 м друг от друга.

Максимальные разрешенные габариты транспортного средства: Габариты транспортного средства с грузом или без груза, по ширине, высоте и длине, не превышающие значений, установленных стандартом.

Тяжеловесное или крупногабаритное транспортное средство: Транспортное средство таких габаритов и массы, при которых для проезда по автомобильным дорогам требуется специальное разрешение, выдаваемое в установленном порядке

Для автобусов, осуществляющих перевозки пассажиров, допускаются следующие максимальные разрешенные осевые нагрузки и суммы осевых масс:

- одиночные оси - 115 кН;
- - сдвоенные оси при расстоянии между ними от 1,3 до 1,5 м - 19 т.

- Для беспрепятственного движения по автомобильным дорогам и мостовым сооружениям максимальная разрешенная общая масса транспортных средств не должна превышать значений, приведенных в табл. 1.

Таблица 1- Максимальные общие массы транспортных средств (в тоннах)

Наименование транспортного средства	Для дорог с несущей способностью дорожной одежды. кН на ось		
	115	100	60
Грузовой автомобиль, седельный тягач:			
- двухосный	20	18	12
- трехосный	25	24,5	16
- трехосный с ведущей осью, имеющей две пары колес, оборудованных пневматической подвеской, или если каждая ось снабжена двойными шинами и максимальный вес каждой оси не превышает 9,5 т	26	25,5	16,5
- четырехосный	35	32	23
- с пятью и более осями	41	38	28,5
Седельный автопоезд:			
- двухосный тягач с одноосным полуприцепом	32	28	18
- двухосный тягач с двухосным полуприцепом при расстоянии между осями полуприцепа до 1,8 м	38	36	24
- двухосный тягач с двухосным полуприцепом при расстоянии между осями полуприцепа от 1,8 до 2,5 м	40	38	28,5
- двухосный тягач с трехосным полуприцепом	40	38/40*	28,5
- трехосный тягач с двух- или трехосным полуприцепом	42	40	28,5
- трехосный тягач с двух- или трехосным полуприцепом с 40-футовым ISO-контейнером, используемым для смешанных перевозок	44	(40/44*) ^{1>}	28,5
- трехосный тягач с одноосным полуприцепом	36	35	24
- другие седельные автопоезда	41	38	28,5
Автопоезд:			
- двухосные автомобиль-тягач, трактор с одноосным прицепом	32	28	18
- двухосные автомобиль-тягач, трактор с двухосным прицепом	40	36	24
- двухосные грузовой автомобиль, автомобиль-тягач, трактор с трехосным прицепом	42	40/42*	28,5
- трехосный автомобиль-тягач с одноосным прицепом	36	34	22
- трехосный автомобиль-тягач с двухосным прицепом	42	40/42*	28,5
- трехосный автомобиль-тягач с трехосным или четырехосным прицепом	44/47*	40/44*	28,5
- другие автопоезда	42	38	28,5
Автобус:			
- двухосный	21	18	18
- трех-, четырехосный	28	24,5/26*	24
- трех-, четырехосный сочлененный	32	28	28
* Для задней пневматической подвески тягача, автобуса и прицепа или полуприцепа.			
¹⁾ Только для трехосного тягача с трехосным полуприцепом.			
Примечание - Несущая способность дорожной одежды 115. 100 и 60 кН на ось соответствует классу нагрузки A14, A11 и A8 для мостовых сооружений.			

Для проектирования автомобильных дорог большое значение имеют габариты транспортных средств и их нагрузки на проезжую часть.

К габаритным размерам автомобилей на автомобильных дорогах общего пользования предъявляют следующие требования.

Максимальные разрешенные габариты транспортных средств при движении по автомобильным дорогам приведены в таблице 2.

Таблица 2 Габаритные размеры транспортных средств (в метрах)

Габариты транспортного средства с грузом или без груза	Допустимая величина габарита
Длина:	
- грузового автомобиля	12
- автобуса	12
- автобуса (с числом осей более двух)	15
- сочлененного автобуса	18
- автопоезда, седельного автопоезда	20
Ширина:	
- транспортного средства с изотермическим кузовом	2,6
- автомобиля с односкатной ошиновкой	2,7
- других транспортных средств	2,55
Высота	4
Выступ груза	2

При проектировании автомобильных дорог принимают условную расчетную нагрузку. Так, при проектировании дорожных одежд используют расчетный автомобиль группы A_1 , A_2 и A_3 с нагрузкой на одиночную ось, соответственно, 100 кН, 115 кН и 130 кН. Мосты и путепроводы на автомобильных дорогах проектируют на большие нагрузки, чем дороги, поскольку должен быть предусмотрен пропуск тяжеловесных транспортных средств по специальному разрешению в каждом случае.

Тема 1.11 Определение характеристик транспортного потока.

Скорость движения транспортных средств. Плотность транспортного потока. Пропускная способность. Коэффициент загрузки дороги. Уровни удобства движения.

Эффективная работа автомобильного транспорта в большой степени зависит от транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги.

Важными транспортно-эксплуатационными показателями являются: скорость транспортного потока, пропускная способность, уровень загрузки дороги движением, плотность потока.

Указанные параметры, наряду с показателями безопасности движения автомобилей, не только отражают эксплуатационное состояние дорог в различные периоды года, но и позволяют оценить эффективность мероприятий по ремонту дорог и организации движения.

Фактическая скорость автомобилей служит интегральным показателем эксплуатационного состояния дороги, от которого зависит эффективность работы автомобильного транспорта.

Скорость движения является качественной характеристикой движения транспортного потока. Различают скорости движения отдельных автомобилей, среднюю скорость движения потока, критическую скорость транспортного потока, расчетную скорость.

На скорость движения отдельного автомобиля влияют многие факторы: водитель, автомобиль, дорога, транспортный поток и окружающая среда.

Среди различных факторов, влияющих на скорость отдельного автомобиля, наиболее существенным фактором является тип автомобиля (легковой, грузовой, автомобиль без прицепа, с прицепом, автобус), а также его техническое состояние.

На выбор скорости движения водителем влияют технические параметры автомобильной дороги: радиусы кривых, продольные уклоны, число полос движения, тип покрытия и ее состояние.

Скорость движения отдельных автомобилей на участке автомобильной дороги изменяется в сравнительно широком интервале, но скорость основного количества автомобилей располагается вблизи некоторого среднего значения.

Скорость движения можно измерить при помощи радаров. На основании полученных данных строят кумулятивную кривую распределения скоростей, показывающую, какой процент из общего количества автомобилей движется со скоростями, меньшими заданной. (рис. 1).

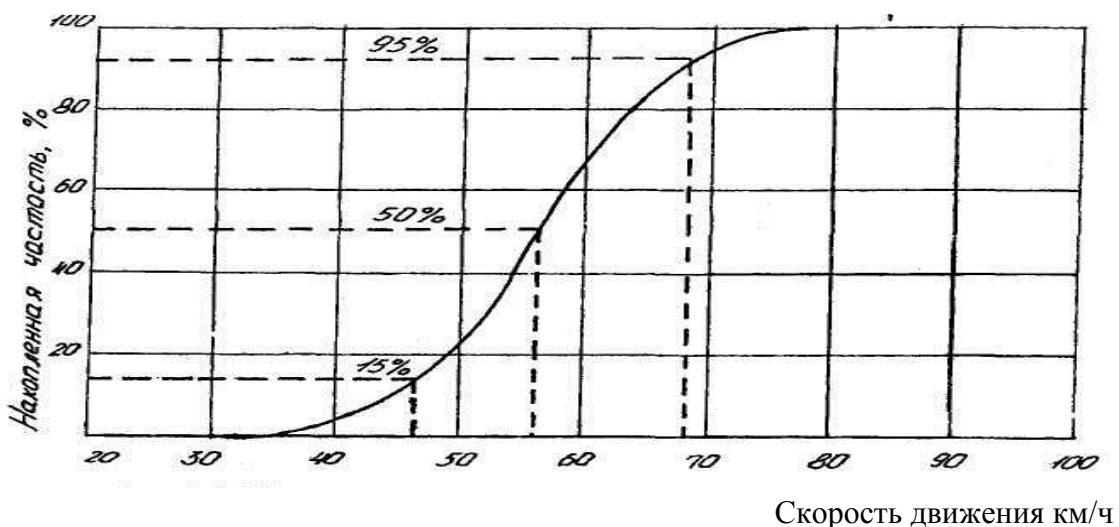


Рисунок 1. Кумулятивная кривая распределения скоростей движения автомобилей.

По кумулятивной кривой определяют значения скоростей 15%, 50% и 85% обеспеченности.

Значения скоростей 15% обеспеченности показывают скорость движения автомобилей, вынуждающих совершать обгон остальные 85% автомобилей. Эту скорость принимают как минимальную допустимую при искусственном регулировании движения. Это скорость медленно движущихся автомобилей, которые создают помехи движению основного потока, вызывают необходимость их обгона и тем самым, увеличивают опасность возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

Скорость 50% обеспеченности является средней скоростью движения всех автомобилей в потоке и является характеристикой режима движения транспортного потока.

Значение скорости 85% обеспеченности представляет собой максимальную скорость движения транспортного потока.

Критическая скорость потока, при которой обеспечивается безопасность движения, соответствует скорости движения 95% обеспеченности (V_{95}). Водители, превышающие эту скорость, обычно рассматриваются как нарушающие безопасный режим движения для данных дорожных условий. Из величины скорости V_{95} исходят при разработке мер по организации движения.

Расчетная скорость – наибольшая возможная по условиям удобства и безопасности скорость движения одиночного автомобиля при благоприятных погодных условиях и состоянии покрытия, обеспечивающих коэффициент сцепления равный 0,6. Расчетная скорость используется при обосновании основных параметров автомобильной дороги.

Допускаемые расчетные скорости принимаются для проектирования отдельных участков дороги, расположенных в холмистой местности, в стесненных условиях или при реконструкции существующей автомобильной дороги.

К холмистой местности относят рельеф с разницей отметок долин и водоразделов 50м и более на расстоянии до 0,5км.

Стесненные условия определяются наличием вдоль дороги, проектируемой в пригородной зоне, капитальных сооружений, лесных массивов, важных инженерных коммуникаций, природоохранных территорий, глубоких болот.

Пропускная способность автомобильных дорог

Пропускная способность – максимальное число автомобилей, которое может пропустить участок в единицу времени в одном или двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодно-климатических условиях.

Пропускная способность зависит от большого числа факторов: дорожных условий (ширины проезжей части, продольного уклона, радиуса кривых в плане, расстояния видимости и др.), состава потока автомобилей, наличия средств регулирования, погодно-климатических условий, возможности маневрирования автомобилей по ширине проезжей части, психофизиологических особенностей водителей и конструкции автомобилей. Изменение этих факторов приводит к существенным колебаниям пропускной способности в течение суток, месяца, сезона и года. При частом расположении помех на дороге происходят значительные колебания скорости, приводящие к появлению большого числа автомобилей, движущихся в группах, а также снижению средней скорости всего потока.

На пропускную способность маршрута в целом существенно влияет время, затрачиваемое на преодоление узких мест отдельных участков дороги. Продолжительность этого времени может меняться от нескольких десятков секунд на регулируемых пересечениях до нескольких минут на затяжных подъемах и железнодорожных переездах. Увеличение этого времени может резко изменить пропускную способность и создать заторы, а также увеличить протяжение участка, на котором сказывается влияние затора на режим движения автомобилей. Поэтому снижение продолжительности преодоления узких мест позволяет улучшить условия движения не только в их зоне, но и в целом по дороге, повысить ее пропускную способность.

Определение пропускной способности необходимо не только для выявления участков, требующих улучшения условий движения, но и для оценки экономичности и удобства движения всего потока автомобилей по маршруту, выбора эффективных средств организации движения. Любая дорога может работать при нагрузках различной интенсивности. При этом предельной будет интенсивность, соответствующая пропускной способности дороги. Эффективность транспортной работы дороги может характеризоваться как пропускной способностью, так и интенсивностью, при которой движение по дороге наиболее экономично и оптимально по условиям работы водителя.

Следует различать: теоретическую, практическую и расчетную пропускную способность.

Теоретическую пропускную способность P_T определяют расчетом для горизонтального участка дороги, считая постоянными интервалы между автомобилями и однородным составом транспортного потока (состоящим только из легковых автомобилей). Теоретическая пропускная способность полосы автомобильной дороги составляет около 2000 легковых авт./ч.

Под *практической* понимают пропускную способность, которая обеспечивается на дорогах в реальных условиях движения. Различают два вида

практической пропускной способности: максимальную P_{\max} , наблюдаемую на этапном участке; практическую P – в конкретных дорожных условиях.

Эталонный участок с максимальной практической пропускной способностью P_{\max} характеризуется следующими дорожными условиями: имеются горизонтальные прямолинейные участки, расстояние между пересечениями – более 5 км;

полос движения – не менее двух;

ширина полосы 3,75;

укрепленные обочины шириной 3 м;

расстояние видимости превышает 800 м;

сухое покрытие ровное, шероховатое;

транспортный поток состоит только из легковых автомобилей – на обочинах отсутствуют боковые препятствия, снижающие скорость;

благоприятные погодные-климатические условия.

Практическая пропускная способность P в конкретных дорожных условиях соответствует пропускной способности участков, имеющих худшие условия по сравнению с эталонным.

Расчетная пропускная способность характеризует экономически целесообразное число автомобилей, которое участок может пропустить в единицу времени в рассматриваемых дорожных условиях при принятой схеме организации движения.

Расчетная пропускная способность рассматривается как проектный показатель в совокупности с расчетной интенсивностью движения, который служит основой для назначения размеров геометрических элементов дорог и их сочетаний и на расчетную 20-летнюю перспективу обеспечивает оптимальные параметры работы дороги в специфических погодных-климатических условиях рассматриваемого района проектирования.

Показатель расчетной пропускной способности обосновывают расчетом.

Пропускная способность одной полосы движения, т. е. то максимальное количество единиц подвижного состава, которое может проследовать по дороге при движении с расчетной скоростью в одном направлении за определенный период времени, например, 1 ч, определяется исходя из следующих данных:

V – заданная техническая скорость движения автомобилей, км/ч;

L – среднее расстояние (габаритная длина), занимаемое одним автомобилем (автопоездом), м;

t – интервал (промежуток времени) между следующими один за другим автомобилями, ч.

$$t = \frac{L}{V}$$

В течение 1 ч по автомобильной дороге может проехать P автомобилей, следующих друг за другом с интервалом t .

$$P = \frac{1}{t} = \frac{1000V}{L}, \text{ авт/ч.} \quad (1)$$

Так как скорость движения автомобилей принята в км/ч, а расстояния – в м в числитель введен коэффициент 1000.

Среднее расстояние, занимаемое одним автомобилем (автопоездом), L , в м определяют по формуле

$$L = l_1 + l_2 + l_3$$

где l_1 – средняя габаритная длина единицы подвижного состава, м;
 l_2 – расстояние, проходимое автомобилем за время реакции водителя;
 l_3 – длина тормозного пути.

$$l_2 = t_p * V \quad (2)$$

где t_p – время реакции водителя и включения тормозов $t_p = 2,6$ с.

Так как V принимают в км/ч, а t_p – в секундах, то в формулу вводятся дополнительные коэффициенты, и она принимает следующий вид:

$$l_2 = \frac{V * t_p}{3,6} = 0,278 * V * t_p$$

Длину тормозного пути l_3 определяют исходя из величины кинетической энергии, накопленной автомобилем к моменту начала торможения и полностью погашаемой к моменту остановки (рис 2).

$$\frac{Mv^2}{2} = Q * \varphi * l_3$$

где M – масса автомобиля;

Q – вес автомобиля (при условии, что все его колеса заторможены);

φ – коэффициент продольного сцепления колес автомобиля с поверхностью проезжей части дороги при движении «юзом».

v – скорость движения автомобилей, м/с;

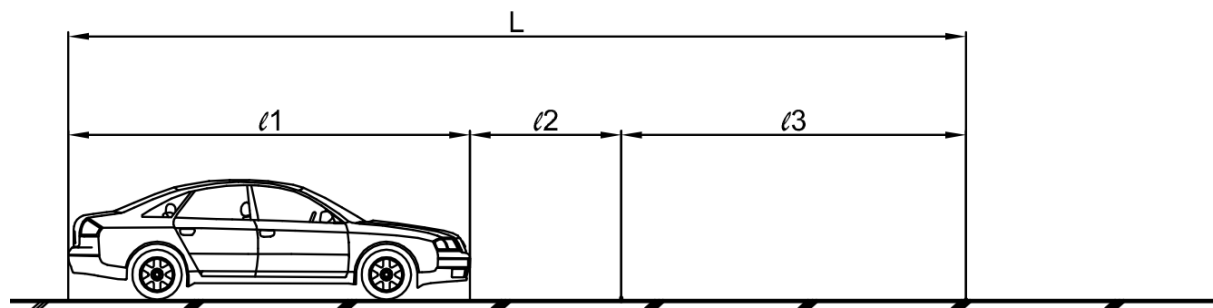


Рисунок 2 – Схема определения габаритной длины автомобиля

Значения коэффициента φ принимают для сухого покрытия автомобильной дороги 0,60–0,65, для влажного покрытия – 0,50–0,45, для обледеневшего – 0,10.

Если массу автомобиля выразить через величину веса автомобиля, то формула примет вид:

$$\frac{Q * v^2}{g * 2} = Q * \varphi * l_3$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести.

После сокращения обеих частей уравнения на величину Q определяют l_3 , одновременно преобразуя скорость из м/с в км/ч :

$$l_3 = \frac{v^2}{2 * 9,81 * \varphi} \left(\frac{1000}{3600} \right)^2 = \frac{v^2}{254 * \varphi} = 0,004 \frac{v^2}{\varphi}$$

Найденные значения подставляют в формулу (1) и определяют пропускную способность одной полосы движения:

$$P = \frac{1000}{l_1 + 0,278 * t_p * V + 0,004 \frac{V^2}{\varphi}}$$

Анализируя зависимость величины пропускной способности от скорости движения видно, что в данном случае график представлен в виде кривой второго порядка (рис. 3).

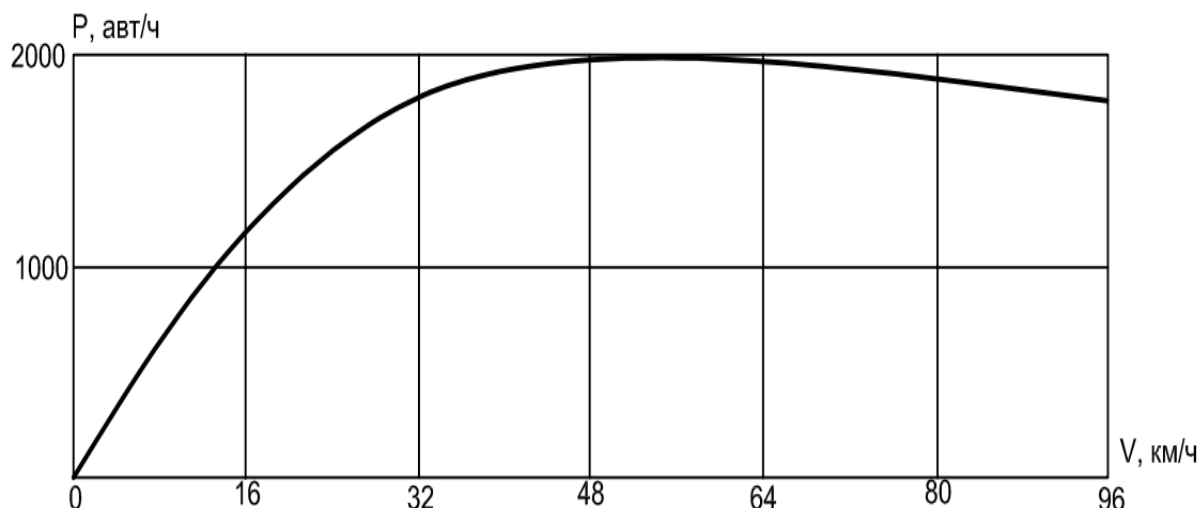


Рисунок 3 - Зависимость пропускной способности полосы движения автомобильной дороги от скорости движения автомобилей.

Из графика видно, что при определенном значении скорости пропускная способность достигает максимума, после чего начинается снижаться. Это

происходит потому, что при возрастании скорости движения увеличивается безопасное расстояние между автомобилями и пропускная способность полосы движения снижается.

От величины пропускной способности зависит количество полос движения, следовательно, и ширина проезжей части дороги.

Пропускная способность автомобильных дорог может быть повышена:

- проектированием сочетания элементов плана и продольного профиля, не вызывающих резкого изменения скоростей;

- назначением ширины проезжей части, позволяющей разделить поток автомобилей по составу (дополнительные полосы на подъемах, на пересечениях в одном уровне) и обеспечивающей оптимальную загрузку, при которой движение происходит с достаточно высокими скоростями;

- повышением ровности покрытия и его сцепных качеств;

- реконструкцией пересечений в одном уровне (например, устройство разных типов канализированных пересечений) или устройством пересечений на разных уровнях;

- выбором средств регулирования, обеспечивающих рациональный режим движения;

- снабжением водителей полной информацией об условиях движения по маршруту;

- улучшением работы дорожно-эксплуатационной службы, особенно зимой.

Существенного увеличения пропускной способности дорог можно достигнуть путем повышения динамических качеств автомобилей и повышения эксплуатационного состояния автомобильных дорог.

Уровень (коэффициент) загрузки дороги движением

Состояние потока автомобилей и условия движения на дороге характеризуют уровнем обслуживания движения, являющимся комплексным показателем экономичности, удобства и безопасности движения. Основными характеристиками уровней обслуживания являются: уровень (коэффициент) загрузки дороги движением z , коэффициент скорости c и коэффициент насыщения движением p .

Уровень (коэффициент) загрузки z определяют отношением фактической интенсивности движения к практической пропускной способности дороги

$$z = N_{ч(п)}/P,$$

где $N_{ч(п)}$ — среднечасовая интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю, авт./ч;

P - практическая пропускная способность участка дороги, авт./ч.

Изменение скорости движения при различных загрузках автомобильных дорог оценивают коэффициентом скорости движения

$$c = V_z / V_0$$

где V_z - средняя скорость движения при рассматриваемом уровне обслуживания, км/ч;

V_0 - скорость движения в свободных условиях при уровне обслуживания A , км/ч.

Плотность транспортных потоков оценивают коэффициентом насыщения движением

$$p = q_z / q_{max}$$

где q_z - средняя плотность движения, авт./км;

q_{max} - максимальная плотность движения, авт./км.

Уровни обслуживания движения

Различают шесть уровней обслуживания движения на дорогах, характеристика которых приведена в таблице 1.

При расчетах пропускной способности следует исходить из величины максимальной практической пропускной способности, приведенной ниже

Автомобильные дороги	P , легковых авт./ч
Двухполосные	3600 в оба направления
Трехполосные	4000 в оба направления
Четырехполосные:	
без разделительной полосы	2100 по одной полосе
с разделительной полосой	2200 по одной полосе
Шестиполосные:	
без разделительной полосы	2200 по одной полосе
с разделительной полосой	2300 по одной полосе
Автомобильные магистрали, имеющие	
восемь полос	2300 по одной полосе

Уровень обслуживания A соответствует условиям, при которых отсутствует взаимодействие между автомобилями. Максимальная интенсивность движения не превышает 20% от пропускной способности. Водители свободны в выборе скоростей. Скорость практически не снижается с ростом интенсивности движения. По мере увеличения загрузки число дорожно-транспортных происшествий (ДТП) несколько уменьшается, но они имеют тяжелые последствия.

При уровне обслуживания В проявляется взаимодействие между автомобилями, возникают отдельные группы автомобилей, увеличивается число обгонов. При верхней границе обслуживания В число обгонов наибольшее. Максимальная скорость на горизонтальном участке составляет примерно 80% от скорости в свободных условиях, максимальная интенсивность - 50% от пропускной способности. Скорости движения быстро снижаются по мере роста интенсивности. Число ДТП увеличивается с ростом интенсивности движения.

При уровне обслуживания С происходит дальнейший рост интенсивности движения, что приводит к появлению колонн автомобилей. Максимальная интенсивность составляет 75% от пропускной способности. Число обгонов сокращается по мере приближения интенсивности к предельной для данного уровня. Максимальная скорость на горизонтальном участке составляет 70% от скорости в свободных условиях, отмечаются колебания интенсивности движения в течение часа. С ростом интенсивности движения скорости снижаются незначительно. Общее число ДТП увеличивается с ростом интенсивности движения.

При уровне обслуживания Д скорость начинает уменьшаться с увеличением загрузки дороги движением, плотность движения резко возрастает. Свобода маневрирования автомобилей ограничена, водители ощущают снижение физического и психологического уровней комфорта. Даже при небольших ДТП возникают заторы, связанные с отсутствием возможности объезда мест совершения ДТП. Формируется колонное движение с небольшими разрывами между ними. Обгоны отсутствуют. Между проходами автомобилей в потоке преобладают интервалы меньше 2с. Наибольшая скорость составляет 50-55% от скорости движения в свободных условиях. Скорости движения с ростом интенсивности меняются незначительно. Число ДТП непрерывно увеличивается и начинает несколько снижаться при интенсивности движения, близкой к пропускной способности

При уровне обслуживания Е автомобильная дорогах работает в режиме пропускной способности, автомобили движутся непрерывной колонной с частыми остановками; скорость в периоды их движения составляет 35-40% от скорости в свободных условиях, а при заторах равна нулю. Интенсивность меняется от нуля при возникновении «пробок» и заторов до интенсивности, равной пропускной способности.

Число ДТП уменьшается по сравнению с другими уровнями загрузки, снижаются тяжесть и величина потерь от ДТП. Могут иметь место цепные ДТП с участием более пяти автомобилей.

Таблице 1 - Уровни обслуживания движения на автомобильных дорогах

Уровень обслуживания движения	Коэффициент загрузки z	Коэффициент скорости движения c	Коэффициент насыщения движением p	Характеристика потока автомобилей	Состояние потока	Эмоциональная нагрузка водителя	Удобство работы водителя	Экономическая эффективность работы дороги
A	<0,20	>0,90	<0,10	Автомобили движутся в свободных условиях, взаимодействие между автомобилями отсутствует	Свободное движение одиночных автомобилей с большой скоростью	Низкая	Удобно	Неэффективная
B	0,20-0,45	0,70-0,90	0,10-0,30	Автомобили движутся группами, совершается много обгонов	Движение автомобилей малыми группами (2-5 шт.). Обгоны возможны	Нормальная	Мало удобно	Мало эффективная
C	0,45-0,70	0,55-0,70	0,30-0,07	В потоке еще существуют большие интервалы между автомобилями, обгоны запрещены	Движение автомобилей большими группами (5-14 шт.). Обгоны затруднены	Высокая	Неудобно	Эффективная
D	0,70-0,90	0,40-0,55	0,70-1,00	Сплошной поток автомобилей, движущихся с малыми скоростями	Колонное движение автомобилей с малой скоростью. Обгоны невозможны	Очень высокая	Очень неудобно	Неэффективная
E	0,90-1,00	<0,40	1,00	Поток движется с остановками, возникают заторы, режим пропускной способности	Плотное	Очень высокая	Очень неудобно	Неэффективная
F	>1,00	0,30	1,00	Полная остановка движения, заторы	Сверх плотное	Крайне высокая	Крайне неудобно	Неэффективная

Примечание - К участкам автомобильной дороги, обслуживающей движение в режиме перегрузки, относятся участки автомобильной дороги с уровнем обслуживания D, E или F

При уровне обслуживания F наблюдается наличие участков слияния и переплетения транспортных потоков; интенсивность в «час пик» превышает пропускную способность дороги, возникают полная остановка движения транспортного потока и заторы. Наблюдаются большие очереди автомобилей перед участками заторов и полная остановка движения. Полная остановка потока автомобилей происходит, как правило, из-за возникновения ДТП, когда количество автомобилей, прибывающих к месту ДТП, значительно превышает количество автомобилей, способных проехать место ДТП. Во всех указанных выше случаях остановки движения коэффициент загрузки превышает 1.

Уровни обслуживания, характеризующие изменение взаимодействия автомобилей в транспортном потоке, следует использовать:

- для обоснования числа полос движения, как на всей дороге, так и на ее отдельных участках (в первую очередь на тех, где в дальнейшем будет затруднена реконструкция: большие мосты; участки, проходящие через плотную застройку; участки с высокими насыпями и эстакадами и др.);
- для обоснования ширины полосы отвода; при разработке стадийных мероприятий по повышению пропускной способности;
- для выбора средств регулирования движения;
- при установлении предельной интенсивности рассматриваемой категории дороги с учетом района ее расположения.

Уровень обслуживания движения может меняться по длине дороги и для каждого участка в течение суток, месяца, года. Расчеты следует проводить для оптимального уровня обслуживания (средний для всей дороги или ее участка).

По данным о фактическом состоянии элементов и параметров дорог необходимо в установленном порядке проводить расчеты по выявлению участков с необеспеченной пропускной способностью («узкие места»). Требуется принятие решения по реконструкции участков дорог, на которых коэффициент загрузки их движением превышает значения, приведенные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 Рекомендуемый уровень обслуживания при реконструкции дорог

Тип автомобильной дороги	Коэффициент загрузки дороги движением $Z_{\text{опт}}$ при		Рекомендуемый уровень обслуживания	Критерий определения $Z_{\text{опт}}$
	новом проектировании	реконструкции		
I	2	3	4	5
Подъезды к аэропортам, морским и речным причалам	0,20	0,50	A, B	Минимизация времени сообщения Минимум приведенных затрат
Внегородские автомагистрали (дороги I категории)	0,45	0,60	B	
Въезды в города, обходы и кольцевые дороги вокруг больших городов	0,55	0,65	C	
Автомобильные дороги II-IV категорий	0,65	0,70	D	

Рассчитанный уровень (коэффициент) загрузки дороги движением сравнивают с предельно допустимыми значениями, которые приведены в табл.3.

Таблица 3 Предельные значения уровня (коэффициента) загрузки дороги движением

Характеристика участков дороги	Уровень (коэффициент) загрузки дороги движением, z
	для существующих дорог
Подъезды к аэропортам, железнодорожным станциям, морским и речным причалам и пристаням	0,6
Внегородские автомагистрали	0,6
Входы в города, обходы и кольцевые дороги вокруг больших городов	0,65
Автомобильные дороги II и III категорий	0,7
Автомобильные дороги IV категории	0,7

Тема 1.12 Контроль ровности дорожных покрытий

Общая характеристика неровности дорожных покрытий. Система измерения ровности дорожного покрытия. Расчетные показатели ровности. Анализ проектных решений с применением показателя ровности.

Важным эксплуатационным показателем автомобильных дорог является степень ровности проезжей части, величина которой характеризует условие работы автомобильного транспорта, а также состояние дорожной одежды и срок службы. Поэтому степень ровности дорожных покрытий регулярно контролируют как при строительстве, так и при эксплуатации автомобильных дорог.

Ровность дорожного покрытия характеризуется отступлениями (неровностями) фактического продольного и поперечного профилей проезжей части от проектных значений.

В процессе контроля ровности дорожных покрытий необходимо измерять длины волн от 0,5 до 60 м. Существуют различные приборы для контроля степени ровности дорожных покрытий. Ровность поверхности покрытия оценивают:

- просветами под трехметровой рейкой, получаемыми с помощью рейки и клинового промерника;
- отклонениями (амплитудами) высотных отметок точек профиля, полученных нивелированием с шагом 5 м;
- международным индексом ровности IRI, полученным с помощью дорожного профилометра.

Измерение ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой

Простейшим прибором для определения ровности дорожных покрытий и оснований является трехметровая рейка. Длина рейки составляет (3000 + 2) мм.

Прогиб рейки от собственной массы в середине пролета длиной 2900 мм не должен превышать 0,4 мм. Ширина опорной грани рейки $(50 + 2)$ мм. На боковых гранях рейки нанесены деления через 1,0 см. Измерения просветов под рейкой производят в пяти фиксированных точках, расположенных через $(500 + 2)$ мм. Расстояние от крайних меток до торцов рейки составляет $(500 + 2)$ мм (рис.1). Клиновой промерник имеет две плоские грани шириной $(50 + 0,5)$ мм. На верхней грани клинового промерника нанесены поперечные риски с шагом $(10 + 0,1)$ мм; риски имеют цифровые обозначения от 1 до 15.

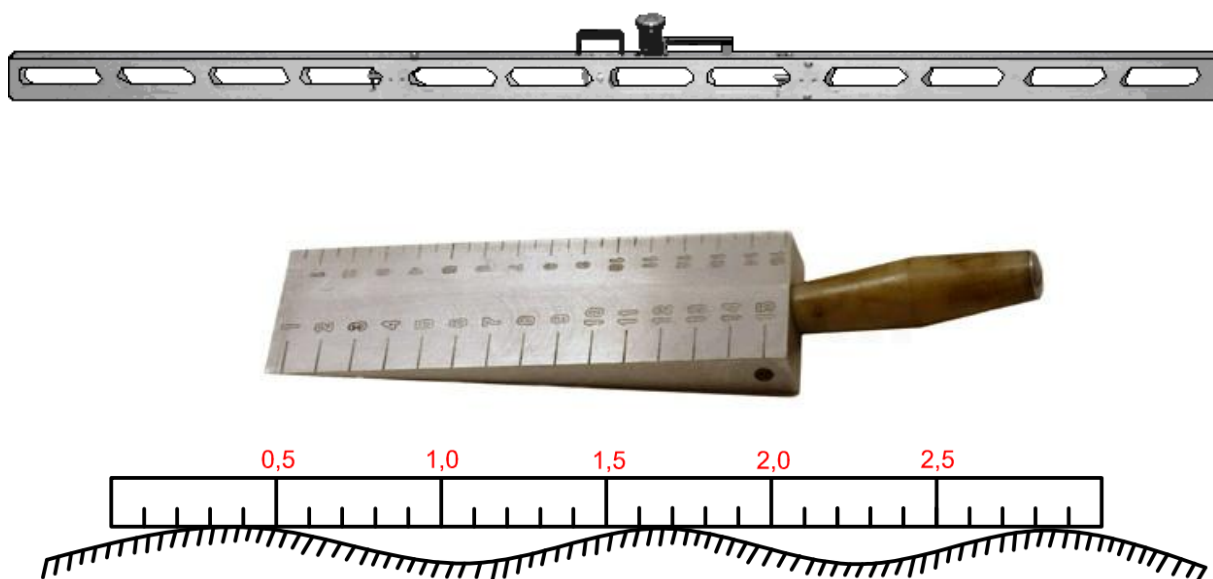


Рисунок.1 – Трехметровая рейка с клиновым промерником

Степень ровности покрытия оценивают по величине зазора между нижней плоскостью рейки, уложенной на проезжую часть, и поверхностью покрытия.

При приемке работ предварительная оценка ровности поверхности в продольном направлении проводится путем проезда на всему сдаваемому участку по каждой полосе движения. На основе такой оценки выбирают захватки для детального измерения ровности. Захватки выбирают на самых неблагоприятных по ровности участках дороги, отмеченных визуально.

Длину участка измерений следует принимать в пределах 300—400 м. Суммарная длина участков измерений должна составлять не менее 10% длины контролируемого покрытия (основания) в одnorядном исчислении. Измерение на дорогах и улицах следует проводить, прикладывая рейку к поверхности основания (покрытия) на расстоянии 0,5—1,0 м от края полосы движения. При многополосной проезжей части дороги рейку следует прикладывать на расстоянии 0,5—1,0 м от границы каждой полосы движения. При каждом

приложении рейки следует измерять значения просветов под рейкой в пяти фиксированных точках, расположенных на расстоянии 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5м от ее начала.

Методика измерения ровности дорожных покрытий трехметровой рейкой и методом амплитуд приведена в ГОСТ Р 56925.

Измерение следует осуществлять непрерывно по всей длине выбранного участка. При каждом следующем приложении рейки ее начало должно совпадать с концом рейки в ее предыдущем приложении.

Результаты промеров заносят в рабочую ведомость или журнал (табл.1).

Таблица 1- Количество просветов под трехметровой рейкой

№ изм.	Место измерений км+ ...	Количество просветов под трехметровой рейкой различной величины			
		до 3(5)	До 10	> 10	максимальный просвет

Результаты измерений обрабатывают. Вначале вычисляют число просветов определенного размера и их общую сумму, а затем эти величины выражают в процентах от общего количества просветов. Число просветов следует определять с точностью до 0,1 %. Следует также найти наибольшее значение просвета.

Общее число измерений следует принять за 100 % и определить число просветов под рейкой, превышающих максимально допустимое значение, установленное СП 78.13330 (таблица 2).

Таблица 2 - Предельные значения показателей ровности.

№ п/п	Основания и покрытия	Допустимый просвет под рейкой, мм.	Требования
1	Асфальтобетонные и монолитные цементобетонные основания и покрытия: - дороги I категории; - дороги II и III категории	3 (5)	5 % измерений могут иметь просвет до 6 мм (в поперечном направлении до 10 мм) 5 % измерений до 10 мм (14)
		5(7)	
2	Основания и покрытия из черного щебня, холодных асфальтобетонных смесей, из грунтов и отходов промышленности, укрепленных вяжущими: - дороги I, II, III категории; - дороги IV и V категории	7(10)	5% измерений до 14 мм (20) 5% измерений до 20 мм (30)
		10(15)	
3	Щебеночные, гравийные, шлаковые основания и покрытия: - дороги I, II, III категории;	10 (15)	5 % измерений до 20 мм (30)
	- дороги IV и V категории	15 (15)	5 % измерений до 30мм(30)

На дорогах V и VI категории, на местных дорогах IV категории с цементобетонным покрытием, а также на участках дорог, на которых невозможно обеспечить проведение измерений профилометрическим методом (площадки, ответвления транспортных развязок, съезды в одном уровне, искусственные неровности на покрытии, железнодорожные переезды, кривые в плане, требующие снижения скорости движения менее 40 км/ч, покрытие ездового полотна мостовых сооружений с деформационными швами, участки покрытия на подходах к мостовым сооружениям длиной менее 200м и т.д.) оценку ровности производят с использованием трехметровой рейки.

Основным недостатком способа измерений ровности покрытий трехметровой рейкой является высокая трудоемкость и недостаточная точность.

Оценка ровности дорожного покрытия с помощью геодезических инструментов

Наиболее простым и часто используемым на производстве методом измерения ровности дорожных покрытий является так называемый *метод амплитуд*. Он заключается в определении вертикальных относительных отметок путем нивелирования.

Длина участка нивелирования должна быть не менее 400 м.

Места установки нивелирной рейки должны быть расположены на одной линии, находящейся на расстоянии 0,5-1,0 м от Кромки покрытия или основания дороги. Места установки должны быть обозначены метками. Шаг меток $5 \pm 0,2$ м. Измерения следует проводить, последовательно устанавливая нивелирную рейку на каждую из меток (рис.2).

По данным нивелирования вычисляют относительные отметки точек поверхности покрытия или основания дороги в местах разметки и определяют отклонение этих точек δh_i , (кроме первой и последней на участке измерений) от прямой линии, проходящей через предыдущую ($i-1$) и последующую ($i+1$) точки по формуле

$$\delta h_i = \left| \frac{h_{i-1} + h_{i+1}}{2} - h_i \right|$$

где h_{i-1} , h_i , h_{i+1} — относительные отметки предыдущей, данной и последующей точек.

Определяют также наибольшее значение δh_i

Общее число полученных величин δh_i , следует принять за 100 % и с точностью до 0,1 % вычислить число процентов величин δh_i , меньше установленных (табл. 3).

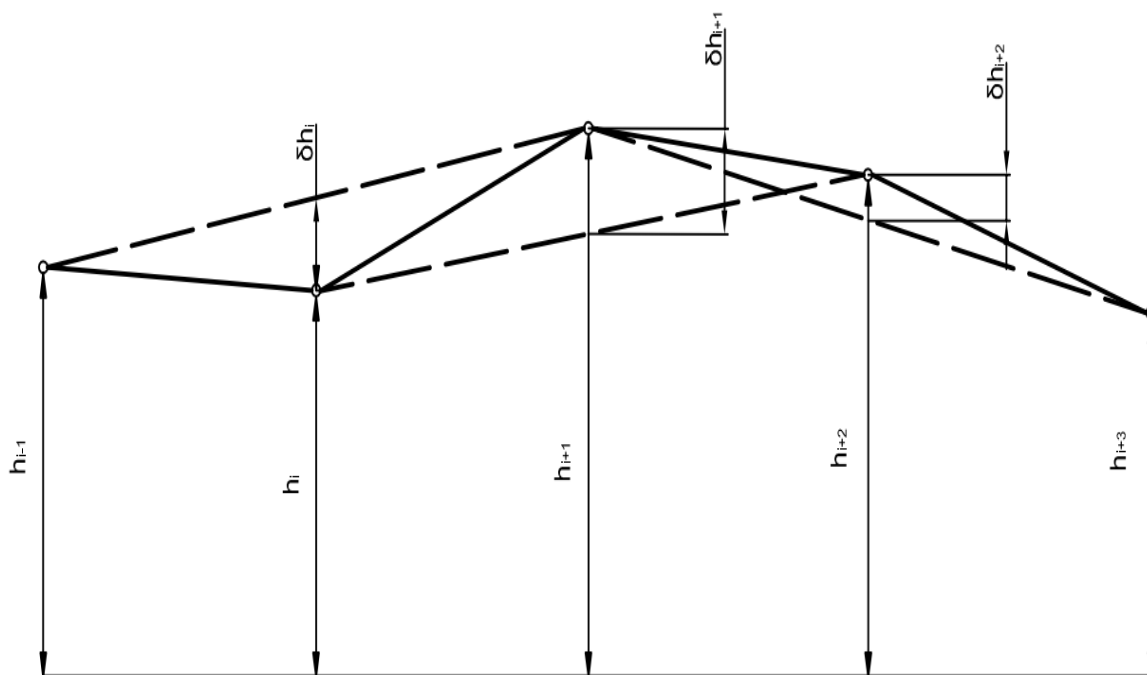


Рисунок 2 – Схема измерения ровности покрытия методом «амплитуд»

Результаты операционного контроля вертикальных отметок продольного профиля по методу «амплитуд», должны соответствовать требованиям, представленным в табл. 3.

Таблица 3 – Предельные значения амплитуд.

Категория автомобильной дороги	Разность относительных отметок, мм.		
	Расстояние между точками, м.		
	5	10	20
I, II	до 5	до 8	до 16
III	до 7	до 12	до 24
Для остальных категорий дорог	Не нормируется		

Примечание: не менее 90% определений должно быть в пределах, указанных в таблице 3, а остальные 10% определений должны не превышать этих значений более чем в 1,5 раза.»

Методы измерения ровности высокоскоростным профилометром.

Высокоскоростной профилометр: Передвижная измерительная установка, позволяющая при проезде по дороге со скоростями транспортного потока определять ординаты микропрофиля дорожной поверхности с требуемой точностью.

На основании исходных данных в виде массива ординат микропрофиля проезжей части, используя специальные программные средства, можно вычислять следующие показатели ровности покрытия:

- количество допустимых просветов под 3-метровой рейкой;
- модуль разности вертикальных отметок поверхности с различным шагом;
- международный показатель ровности (*IRI*);

Международный показатель ровности (International Roughness Index); IRI, мм/м: Отношение величины суммарного перемещения неподрессоренной массы (колеса) относительно поддрессоренной (кузова автомобиля) к длине участка дороги. Определяется расчетом в результате моделирования движения по микропрофилю 1/4 части эталонного автомобиля со скоростью 80 км/ч.

Визуальное представление микропрофиля каждой полосы проезжей части позволяет определить размер и распределение неровностей по длине дороги.

Достоинствами метода являются высокая производительность и точность, что в сочетании с современными компьютерными средствами хранения и обработки информации позволяет применять его как при оценке качества вновь построенных и отремонтированных покрытий, так и при диагностике автомобильных дорог в процессе эксплуатации.

Данный метод позволяет измерять и записывать ординаты микропрофиля проезжей части автомобильных дорог, устанавливать единые требования к профилометрам, показателям точности измерений, условиям проведения измерений, форме представления результатов измерений, способам обработки этих результатов, а также способы вычисления показателей продольной ровности покрытий автомобильных дорог.

Состояние дорожного покрытия на участке проведения измерений должно обеспечивать возможность движения профилометра с рабочей скоростью.

Поверхность дорожного покрытия должна быть сухой, очищенной от грязи и посторонних предметов.

Минимальная длина измеряемого участка должна быть не менее 100 м без учета расстояния, необходимого для разгона и торможения дорожной лаборатории, оснащенной профилометром.

Для обеспечения безопасности и информирования других участников дорожного движения о проведении измерительных работ на дороге профилометр должен быть оборудован специальными знаками и сигнальными устройствами и надписью: «Дорожная лаборатория» и проблесковым маячком желтого цвета.

При выполнении измерений следует придерживаться траектории движения, обеспечивающей измерение микропрофиля по полосе наката на расстоянии от 0,5 до 1,0 м от правого края полосы движения.

Привязку начала и конца участка измерений к местным ориентирам следует осуществлять по существующим километровым знакам. Привязку начала и конца участка измерений к глобальной системе координат следует осуществлять в системе координат WGS-84.

При выполнении измерений на вновь построенных и отремонтированных участках дорог для улучшения статистической точности определения показателей ровности следует производить не менее трех измерений продольного микропрофиля по каждой полосе движения и использовать в

качестве результата по каждому показателю ровности среднее арифметическое значение показателя по заездам.

При диагностике состояния покрытий автомобильных дорог количество проездов по одной полосе движения может быть снижено до одного.

Шаг записи массива ординат продольного микропрофиля проезжей части должен быть не более 0,125 м.

Данные об участке измерений должны содержать следующую информацию:

- наименование дороги;
- привязку начала и конца участка относительно километровых знаков или местных ориентиров;
- привязку начала и конца участка к глобальным координатам;
- направление и номер полосы движения;
- данные о типе покрытия и состоянии проезжей части.

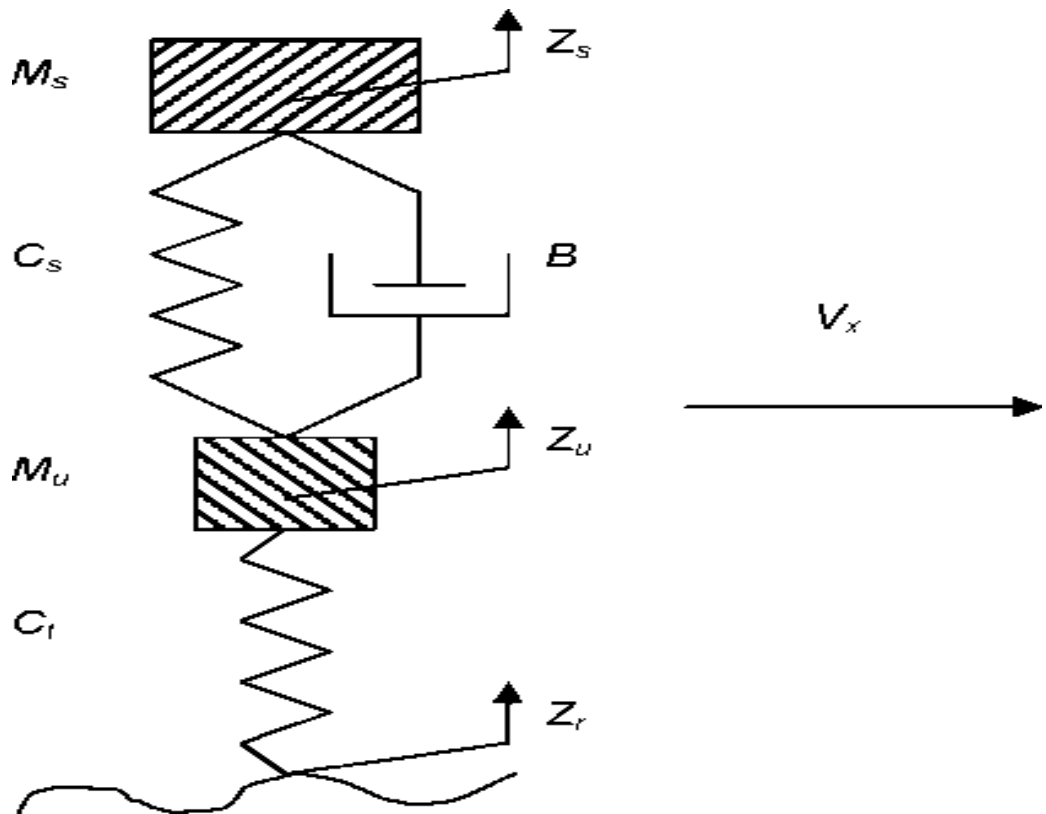
Показатель IRI, как правило, определяют для каждых 100 м, каждых 1000 м и для всей длины записанного участка автомобильной дороги. Длина отрезков, для которых вычисляют показатель IRI, может быть установлена техническим заданием на выполнение работ по измерению

Описание стандартной модели для расчета показателя *IRI*

Модель автомобиля для расчета показателя *IRI* представляет собой систему, состоящую из следующих элементов:

- колеса с заданной жесткостью шины;
- неподрессоренной массы;
- поддрессоренной массы;
- упругого элемента подвески (пружины или рессоры) с заданной жесткостью;
- гасящего элемента (амортизатора) с заданным коэффициентом вязкого трения.

Модель автомобиля для расчета показателя *IRI* представлена на рис. 3.



M_s — подрессоренная масса;
 Z_s — вертикальная координата подрессоренной массы;
 C_s — жесткость пружины (рессоры); B — коэффициент вязкого трения амортизатора;
 M_u — неподрессоренная масса; Z_u — вертикальная координата неподрессоренной массы;
 C_t — жесткость шины; Z_r — высотная отметка поверхности

Рисунок 3 — Модель автомобиля для расчета *IRI*

Значения стандартных параметров модели приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Параметры модели для вычисления показателя *IRI*

Параметр	Единицы измерения	Значение
Соотношение неподрессоренной и подрессоренной масс, $K_m = M_u/M_s$	—	0,15
Отношение жесткости шины к подрессоренной массе, $K_t = C_t/M_s$	$1/c^2$	653
Отношение жесткости рессоры (пружины) к подрессоренной массе, $K_s = C_s/M_s$	$1/c^2$	63,3
Отношение коэффициента вязкого трения амортизатора к подрессоренной массе, $K_b = B/M_s$	$1/c$	6
Скорость движения V_x	км/ч	80

Оценка ровности дорожных оснований покрытий по шкале IRI в период строительства или капитального ремонта приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Оценка ровности дорожных оснований покрытий по шкале IRI в период строительства или капитального ремонта.

Оценка в зависимости от Международного индекса ровности IRI (м/км)			
Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
1. Асфальтобетонные, укладываемые в горячем состоянии и цементобетонные основания и покрытия			
Для дорог 1 категории			
До 1,2	От 1,2 до 1,7	От 1,7 до 2,2	Свыше 2,2
Для дорог категорий 2,3			
До 1,7	От 1,7 до 2,2	От 2,2 до 2,6	Свыше 2,6
2. Основания и покрытия из чёрного щебня, холодных асфальтобетонных и дёгтебетонных смесей, щебёночных смесей по способу пропитки органическими вяжущими и способом смешения на дороге из крупнообломочных, песчаных и глинистых грунтов и отходов промышленности, укреплённых органическими и неорганическими вяжущими			
Для дорог категорий 1, 2, 3			
До 3,2	От 3,2 до 3,7	От 3,7 до 4,1	Свыше 4,1
Для дорог категорий 4, 5			
До 3,5	От 3,5 до 4,1	От 4,1 до 4,6	Свыше 4,6
3. Щебёночные, гравийные и шлаковые основания и покрытия. Основания и покрытия из щебёночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных неорганическими вяжущими материалами			
Для дорог всех категорий			
До 4,9	От 4,9 до 5,6	От 5,6 до 6,4	свыше 6,4

Оценка ровности дорожных оснований покрытий по шкале IRI в период эксплуатации дорог приведена в таблице 6.

Таблица 6 Требования к ровности дорожных покрытий по шкале IRI в период эксплуатации дорог.

Техническая категория автомобильной дороги	Оценка ровности по Международному индексу ровности IRI (м/км)			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
I. Усовершенствованные капитальные виды покрытий				
IA, 1Б	До 2.6	Св. 2.6 до 3,1	Св. 3,1 до 3,7	Св. 3,7
IB. II	До 3,1	Св. 3,1 до 3,6	Св. 3,6 до 4,2	Св. 4.2
III	До 3.3	Св. 3.3 до 3,8	Св. 3,8 до 4,5	Св. 4.5
IV			До 5,0	Св. 5.0
II. Усовершенствованные облегченные виды покрытий				
III	До 3.8	Св. 3.8 до 4,4	Св. 4,4 до 5,3	Св. 5.3
IV	До 3.9	Св. 3.9 до 4,6	Св. 4,6 до 5,7	Св. 5.7
V			До 6,1	Св. 6,1
III. Переходные виды покрытий. Грунтовые, укрепленные битумом или эмульсиями				
III	До 4.3	Св. 4.3 до 5.0	Св. 5,0 до 6,0	Св. 6.0
IV	До 4,6	Св. 4.6 до 5.3	Св. 5,3 до 6,4	Св. 6.4
V			До 7,1	Св. 7,1
Щебеночные, гравийные и шлаковые. Грунтовые, улучшенные минеральными добавками				
IV	До 5.7	Св. 5.7 до 6.5	Св. 6,5 до 7,5	Св. 7.5
V	До 6.0	Св. 6.0 до 6.8	Св. 6,8 до 7,7	Св. 7,7
IV. Низшие. Грунтовые профилированные				
V			До 8.0	Св. 8.0

Тема 1.13 Методы измерения дефектов дорожного покрытия.

Дефекты асфальтобетонных дорожных покрытий. Дефекты цементобетонного покрытия. Дефекты земляного полотна. Дефекты водопропускных труб. Дефекты зимнего содержания. Учет дефектов автомобильной дороги. Дефектность автомобильных дорог.

Для получения данных о состоянии дорожного покрытия применяются автоматизированный и визуальный метод обследования с фиксацией вида дефекта и его объема.

При автоматизированном методе выполняется сканирование поверхности дорожного покрытия с последующей идентификацией дефектов. Скорость движения автомобиля при автоматизированном обследовании дефектов должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации оборудования.

При визуальном методе производится сбор дефектов с автомобиля, движущегося со скоростью, обеспечивающей достоверную оценку дефектов дорожного покрытия. Дефекты фиксируются путем введения вида и объема дефекта в бортовой компьютер с автоматизированной привязкой местоположения дефекта на дороге и видеосъемкой дорожного покрытия.

В ходе обследования покрытия фиксируют имеющиеся на покрытии дефекты и их объемы в соответствии с классификатором дефектов, приведенном в таблице 1.

Дополнительно измеряется глубина колеи с помощью 3-х метровой рейки.

При измерении колеи профилометрическим методом глубина колеи рассчитывается по каждому участку длиной 10 м. Для оценки колеи установлено три уровня колеи по величине ее глубины:

- 1 уровень - глубина колеи от 10 мм до 15 мм включительно;
- 2 уровень - глубина колеи свыше 15 мм до 30 мм включительно;
- 3 уровень - глубина колеи свыше 30 мм.

При оценке колеи на покрытии приводится общий объем колеи и её протяженность для каждого уровня.

Различают дефекты линейного и площадного характера, дефекты цементобетонного и асфальтобетонного покрытий. Линейные дефекты фиксируют в погонных метрах и приводят к площади с применением коэффициентов приведения (K_s). Для каждого дефекта установлен коэффициент весомости (K_v), устанавливающий влияние дефекта на состояние дорожного покрытия и вид ремонта. Коэффициенты приведения и весомости приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Классификатор дефектов дорожного покрытия

Код	Название дефекта	Характеристика дефекта	$K_{vi(j)}$	K_{Si}
1	2	3	4	5
Нежесткие дорожные одежды капитального и облегченного типа				
8.1	Трещина	Линейный дефект дорожного покрытия, выражающийся в нарушении его целостности, возникающий от действия погодных-климатических факторов или в результате нарушения технологии производства работ при устройстве дорожной одежды. Линейный дефект, м.	0,06	0,1
8.2	Частые трещины 1 уровня	Соединяющиеся между собой трещины различного направления. Линейный дефект, м.	0,08	В
8.3	Частые трещины 2 уровня	Пересекающиеся между собой трещины различного направления, местами образующие ячейки с размерами сторон более 50 см. Линейный дефект, м.	0,10	В
8.4	Сетка трещин	Трещины образующие замкнутые ячейки явной выраженной формой сетки с преобладающими размерами сторон менее 50 см. Площадной дефект, м ²	0,10	
8.5	Выбоины	Разрушения покрытия, имеющего углубления (ямы) больше размера минерального заполнителя. Площадной дефект, м ² .	0,08	
8.6	Колея до 15 мм включ.	Углубления продольного направления в полосе наката проезжей части глубиной 15мм, образовавшиеся под действием транспортных средств и погодных-климатических условий. Линейный дефект, м.	0,05	0,5
8.7	Колея св. 15мм до	Углубления продольного направления в полосе	0,07	0,6

	30 мм включ.	наката проезжей части глубиной от 15 мм до 30 мм, образовавшиеся под действием транспортных средств и погодно-климатических условий. Линейный дефект, м.		
8.8	Колея более 30 мм	Углубления продольного направления в полосе наката проезжей части глубиной более 30 мм, образовавшиеся под действием транспортных средств и погодно-климатических условий. Линейный дефект, м	0,10	0,8
8.9	Заплаты	Восстановление покрытия на площади образовавшейся ямочности. Площадной дефект, м ²	0,05	
8.10	Выкрашивание и шелушение	Поверхностное разрушение покрытия и отслаивание вяжущего вещества от минерального материала. Площадной дефект, м ²	0,04	
8.11	Облом края покрытия	Разрушение кромки асфальтобетона под действием транспорта и погодно-климатических условий. Линейный дефект, м	0,06	0,25
8.12	Просадки	Искажение профиля имеющего вид впадин с округлыми краями на небольшой площади покрытия. Площадной дефект, м ²	0,06	
3.13	Выпотевание вяжущего вещества	Выступление на поверхности покрытия вяжущего в результате нарушения технологии устройства защитных слоев. Площадной дефект, м ²	0,04	
8.14	Деградация дорожного покрытия	Наличие на всей ширине полосы движения дефектов различного характера, занимающие площадь более 50 %. Состояние покрытия, при котором требуется проведение первоочередного ремонта. Линейный дефект, м.	0,11	В
Жесткие дорожные одежды				
8.15	Трещины	Потеря целостности цементобетонной плиты. Линейный дефект.	0,10	0.1
8.16	Трещины с разрушенными краями	Наличие сколов и выкрашиваний по краям трещин в результате эксплуатации покрытия без ремонта. Линейный дефект.	0,12	0.2
8.17	Нарушение гидроизоляции швов	Неспособность швов задерживать проникновение влаги в результате разрушения гидроизоляции или её отсутствии. Линейный дефект.	0,08	0,1
8.18	Разрушение плит	Отсутствие единой поверхности плиты с образованием отдельных ее участков и наличием сколов, выбоин, трещин. Площадной дефект.	0,30	
8.19	Износ и разрушение защитного слоя	Участки, на которых наблюдается разрушение защитного слоя, с оголением поверхности плит. Линейный дефект.	0,18	В
8.20	Выкрашивание и шелушение поверхности плиты	Участки, на которых наблюдается отрыв щебня с образованием коррозии поверхности плиты. Площадной дефект	0,22	
<i>Примечание - В - ширина дорожного покрытия, м.</i>				

Оценку состояния дорожного покрытия осуществляют по дефектной площади покрытия (ДП).

В зависимости от процента площади покрытия с дефектами, различают три уровня дефектности покрытия. Уровни дефектности приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Значения уровня дефектности покрытия в зависимости от процента площади покрытия с дефектами

Уровень дефектности покрытия	Категория дороги		
	I-II	III	IV-VI
ДП 1	От 5% до 10% включ.	От 10% до 15% включ.	От 15% до 20% включ.
ДП 2	Св.10% « 20% «	Св.15% « 25% «	Св.20% « 30% «
ДП3	« 20%	« 25%	« 30%

При сетевой диагностике оценка состояния покрытия проводится на каждом участке протяженностью не более 100 м. При детальной диагностике обследование выполняют визуально пешком, с применением дорожного курвиметра. Запись дефектов и данных по типу увлажнения местности, высоты насыпи (глубины выемки) производят в карту обследования.

Для оперативной и предварительной оценки состояния дорожного покрытия допускается применение визуального осмотра с характеристикой по баллам для каждого стометрового участка. При этом методе не устанавливаются числовые значения объемов дефектов, а устанавливается уровень дефектности. Характеристика состояния покрытия по баллам и соответствующий уровень дефектности приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Характеристика состояния покрытия по баллам

Характеристика состояния покрытия	Визуальная оценка в баллах	Уровень дефектности	Оценка эксплуатационного состояния
1	2	3	4
Дефекты на покрытии отсутствуют, или имеются отдельные одиночные трещины на расстоянии друг от друга более 40 метров.	5	-	5; 4
На покрытии имеются незначительные дефекты, редкие не пересекающиеся между собой трещины на расстоянии от 20 до 40 метров, незначительная сегрегация.	4	ДП 1	5; 4; 3
Наличие на покрытии дефектов: частые трещины I уровня, колейность глубиной до 15 мм, незначительные участки шелушения или частых трещин, ровность не вызывает дискомфорта при движении.	3	I-III кат - ДП 2 IV-V кат - ДП 1	4; 3
Наличие на покрытии дефектов различного характера: значительный износ покрытия (выбоины, заплаты, шелушение) нарушены поперечные уклоны проезжей части, колейность глубиной до 30 мм,	2	I-III кат - ДП3 IV-V кат - ДП2	3; 2

незначительные просадки, ощущаются неровности при движении автомобиля.			
Покрытие сильно изношено, имеются дефекты различного характера, нарушены поперечные уклоны, колеиность глубиной более 30 мм, просадки, при движении ощущается дискомфорт.	1	ДПЗ	3; 2; 1

В зависимости от уровня дефектности рекомендуют ремонтные мероприятия.

При дефектности дорожного покрытия более 50 % состояние дорожного покрытия оценивается как критическое и требует проведения первоочередного ремонта.

Методика расчета площади дефектности дорожного покрытия

Расчет дефектности дорожного покрытия выполняют для участков протяженностью не более 100 м. При расчете учитываются дефекты покрытия, приведенные в таблице 8.1.

Дефектность покрытия (ДП) определяют процентом дефектности от общей площади оцениваемого участка покрытия по формуле

$$ДП = 100 \frac{S}{S_1},$$

где S - расчетная площадь дефектности участка, м²;

S_1 - площадь оцениваемого участка, м².

Площадь участка (S_1) определяется по формуле

$$S_1 = B * L, \quad (1)$$

где B - ширина участка асфальтобетонного или цементобетонного покрытия с дефектом, м;

L - длина участка, м.

Площадь дефектности дорожного покрытия (S) определяют по формуле

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n L_i * K_{Si} * K_{vi} + \sum_{j=1}^m S_j * K_{vj}}{K_{VCV}} \quad (2)$$

где L_i - протяженность линейного i -го дефекта, м;

K_{Si} - коэффициент приведения к площади для i -го линейного дефекта, принимается по таблице 1;

K_{vi} - коэффициент весомости i -го линейного дефекта,

- принимается по таблице 1;
- S_j - площадь дефекта, м²;
- K_{vj} - коэффициент весомости j-го дефекта, принимается по таблице 1;
- K_{VCV} - значение средневзвешенного коэффициента весомости из всего наличия видов дефектов, оцениваемого участка, определяется по формуле;

$$K_{VCV} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i * K_{si} * K_{vi} + \sum_{j=1}^m S_j * K_{vj}}{\sum_{i=1}^n L_i * K_{si} + \sum_{j=1}^m S_j}$$

n, m - количество линейных и площадных дефектов, зафиксированных на покрытии.

РАЗДЕЛ 2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 2.1 Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа по величине упругого прогиба.

Требуемая прочность дорожной конструкции. Допустимые нагрузки на дорожную одежду. Предпосылки к инструментальному определению прочности дорожной одежды. Статический метод измерения упругого прогиба. Динамический метод измерения упругого прогиба. Установки для оценки прочности дорожных одежд.

В условиях непрерывного роста интенсивности движения на дорогах все большее значение приобретает получение объективных данных о фактической прочности эксплуатируемых дорожных одежд.

Прочность дорожных одежд — важнейший показатель, позволяющий оценить эксплуатационное состояние автомобильных дорог.

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют на основании данных измерения упругого прогиба конструкции.

Дорожная одежда: конструктивный элемент автомобильной дороги, воспринимающий нагрузку от транспортных средств и передающий её на земляное полотно.

Дорожное покрытие: Верхний, наиболее прочный слой дорожной одежды, непосредственно воспринимающий воздействие транспортной нагрузки, атмосферных факторов и определяющий основные транспортно-эксплуатационные качества автомобильной дороги.

Дорожное основание: Несущая часть дорожной одежды, обеспечивающая совместно с покрытием распределение и передачу нагрузок на грунт земляного полотна

Прочность дорожной одежды: Свойство конструкции, характеризующее её способность воспринимать воздействие нагрузок в различные периоды года.

Прочность дорожной одежды определяют по модулю упругости.

Модуль упругости: Физическая величина, характеризующая способность материала слоя дорожной конструкции упруго деформироваться при приложении к нему заданной нагрузки. Модуль упругости можно определить по величине упругого прогиба.

Упругий прогиб дорожной одежды нежесткого типа: Величина восстановленной деформации дорожной одежды нежесткого типа после снятия нагрузки. Упругий прогиб характеризуется чашей прогиба.

Чаша прогиба дорожной одежды: Деформируемая площадь дорожной одежды от воздействия нагрузки, характеризуемая физической величиной упругих прогибов, величины которых уменьшаются по мере удаления от центра приложения нагрузки, и изменяющимся радиусом в пределах деформированной площади.

В процессе эксплуатации дорожной конструкции под воздействием автомобильного движения, погоднo-климатических и гидрологических факторов происходит постепенное уменьшение ее прочности.

Для предотвращения преждевременного повреждения дорожной одежды необходимо регулярно оценивать ее прочность.

Оценку прочности дорожных одежд производят:

- для накопления банка данных о состоянии сети дорог с целью рационального использования средств на ремонтные работы;
- на стадии приемки в эксплуатацию вновь построенных участков дорог для контроля качества строительства;
- при решении вопроса об усилении существующих покрытий или временном ограничении движения по осевым нагрузкам в неблагоприятные по условиям увлажнения периоды года;
- при разработке рекомендаций о пропуске по существующим дорогам большегрузных транспортных средств с нагрузкой на ось, превышающих нормативную.

Одним из основных показателей, характеризующих прочность дорожной одежды, является обратимая (упругая) деформация под нагрузкой.

Прочность дорожной одежды оценивают коэффициентом запаса прочности K_n , который представляет собой отношение фактического модуля упругости дорожной конструкции к требуемому и должен быть равен или больше единицы ($K_n \geq 1$).

Использование георадаров «ОКО-3» при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.

Конструкцию дорожной одежды устанавливают по данным, представленным в технических паспортах, материалах исполнительной документации, предыдущих обследований, в том числе приемочной диагностики.

В случае отсутствия данных о конструкции дорожной одежды или при необходимости актуализации таких данных толщины конструктивных слоев дорожной одежды устанавливаются в процессе полевых работ с устройством лунок или с помощью буровых установок, позволяющих высверливать керны дорожной одежды с любой требуемой глубины.

Необходимость проведения полевых обследований по определению конструкции дорожной одежды с устройством лунок или кернов устанавливает заказчик работ. Объемы работ должны быть внесены в техническое задание на диагностику.

При использовании метода бурения рекомендуется толщину конструктивных слоев дорожной одежды определять, устраивая одну лунку через каждый километр (или один керн на один однотипный участок), на расстоянии 0,5 м от кромок проезжей части.

По окончании работ лунки должны быть немедленно заделаны.

При определении конструкции дорожной одежды с устройством лунок должны выполняться следующие требования:

- глубина лунок (кернов) составлять не менее 0,8 м; при этом заходить в грунт земляного полотна не менее чем на 10 см;
- толщину слоев дорожной одежды измерять с точностью до 1 см отдельно для каждого конструктивного слоя;
- данные замеров толщины дорожной одежды и отдельных ее слоев заносить в полевой журнал и прилагать фотографии кернов с приложенной измерительной линейкой.

С целью получения непрерывной информации о толщине конструктивных слоев дорожной одежды и грунтов земляного полотна могут быть использованы методы обследований дорожных конструкций, основанные на использовании приборов неразрушающего контроля.

Для обследования дорожных конструкций при определении толщины конструктивных слоев дорожной одежды, а также мощности и состояния грунтов земляного полотна и подстилающего основания могут применяться георадарные установки с различными типами антенн, работающих на разных, в зависимости от решаемых задач, частотах.

Для обследования земляного полотна и дорожных одежд целесообразно применять высокопроизводительные неразрушающие геофизические методы. В настоящее время широко используют георадиолокацию (георадары). В ряде стран при выполнении каждого проекта ремонта и реконструкции автомобильной дороги проводят георадарные обследования для выявления толщины конструктивных слоев дорожной одежды и однородности материалов этих слоев; для оценки влажности грунтов земляного полотна; прочностных и деформационных характеристик грунтов основания насыпи. На продольном профиле в геологическом разрезе, помимо типов и консистенции грунтов, группы грунтов по степени разработки, указаны непрерывные границы грунтов, влажность грунтов по глубине, предел прочности на сжатие.

Георадарные исследования, выполняют двумя типами антенн - рупорными (воздушными) и контактными (грунтовыми). С помощью контактных антенн

оценивают дополнительные слои основания, грунты земляного полотна и подстилающие грунты, с помощью рупорных антенн - конструктивные слои дорожной одежды. По результатам работ получают непрерывные границы материалов дорожной одежды и грунтов, оценивают толщину конструктивных слоев дорожной одежды, высоту земляного полотна, а также мощность и однородность грунтов, подстилающих земляное полотно.

Тема 2.3 Оценка сцепных качеств дорожных покрытий.

Взаимодействие колес автомобиля с покрытием. Сцепные качества дорожных покрытий. Методы измерения коэффициента сцепления. Измерение коэффициента сцепления передвижными установками. Определение коэффициента сцепления путем торможения.

Важнейшей характеристикой транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог являются сцепные качества дорожных покрытий.

Статистика показывает, что одной из основных причин возникновения дорожно-транспортных происшествий по вине дорожных условий происходит из-за недостаточного сцепления колес транспортных средств с покрытием.

Сцепление шины автомобиля с увлажненной поверхностью покрытия характеризуется коэффициентом сцепления.

Под коэффициентом сцепления понимают отношение максимального касательного усилия, действующего в контакте автомобильного колеса с покрытием (P_k), к нормальной реакции от вертикальной нагрузки на колесо (N) (рис. 1).

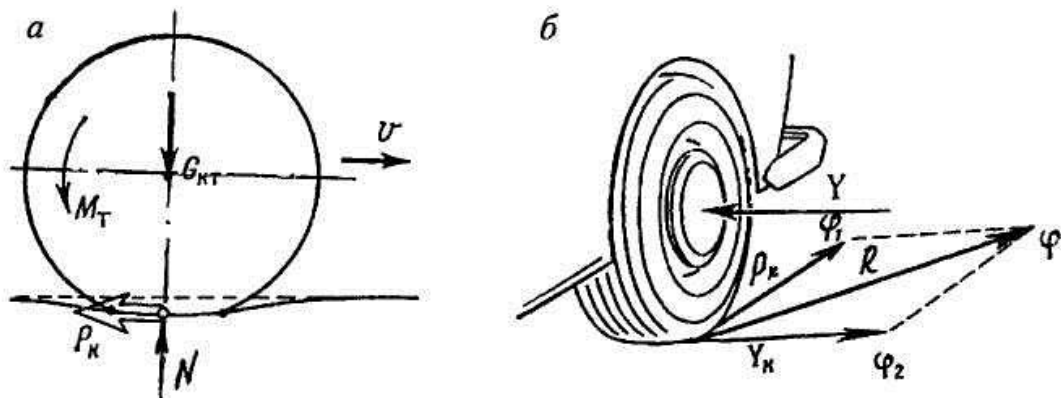


Рисунок 1 – Силы, действующие на покрытие дороги при торможении;
а) – на прямых участках; б) – на криволинейных участках;
 P_k - сила тяги; Y_k - поперечная сила.

На криволинейных участках на автомобиль оказывают воздействие две составляющие сил: продольная P_k и поперечная Y_k . Продольная составляющая действует в площади контакта и направлена вдоль плоскости колеса.

Поперечная составляющая действует в площади контакта перпендикулярно к плоскости колеса.

Тема 2.4 Определение шероховатости дорожных покрытий.

Общая характеристика шероховатости. Терминология по вопросам шероховатости дорожного покрытия. Методы измерения шероховатости покрытия. Метод песчаного пятна. Организация измерений параметров шероховатости.

Шероховатость дорожного покрытия: Наличие на поверхности дорожного покрытия неровностей, образуемых чередующимися выступами и впадинами, а также собственной шероховатостью каменных материалов или искусственно созданными бороздками на поверхности дорожного покрытия.

Оценка шероховатости покрытия проезжей части характеризуется значением средней глубины впадин (h_{cp}) по методу «песчаное пятно».

На участках дорог с шероховатостью несоответствующей нормативным требованиям необходимо проводить измерения коэффициента сцепления.

Измерительная установка "Профилограф" предназначена для измерения продольной и поперечной ровности, геометрических параметров автомобильных дорог (рис.1).



Рисунок 1 — Измерительная установка "Профилограф"

По результатам измерений вычисляют поперечный профиль, глубину левой и правой колеи, продольную ровность (IRI), длину волны продольного профиля в пределах от 1,3 до 60 м, вертикальные кривые и уклоны, горизонтальные кривые, макрошероховатость.

Установка смонтирована на микроавтобусе "Фольксваген Каравелла GL" в виде поперечной балки, оснащенной 15 лазерами для измерения профилей и одним лазером для измерения текстуры поверхности, тремя акселерометрами и

двумя оптическими гироскопами, бортовым компьютером для записи, обработки и хранения результатов измерений.

Измерения проводятся при скорости 5 — 130 км/ч; при измерении макроструктуры скорость должна быть равна 40 км/ч. Ширина измеряемой полосы — 3,30 м, точность измерения поперечного профиля — 1 мм/м.

Тема 2.5 Способы определения величины износа.

Способы и приборы для определения износа покрытий автомобильных дорог.

Одним из основных видов разрушения дорожного покрытия является износ, уменьшение толщины покрытия в результате потери материала под действием движения автомобилей и природных факторов. При расчете дорожных одежд полученную толщину покрытия увеличивают на величину износа. Толщину слоя износа покрытия устанавливают в зависимости от типа покрытия, интенсивности и состава движения, а также качества применяемых при строительстве материалов.

Для определения износа дорожных покрытий используют прибор, основанный на принципе отражения электромагнитных волн (рис. 1).

Толщиномер дорожного покрытия StratoTest 4100 предназначен для неразрушающего измерения толщины любых неметаллических слоев дорожного полотна, таких как асфальтобетон, песок, щебень, гравий, шлак, бетон и т. д. В основу работы прибора положен принцип измерения токов Фуко, при этом требуется, чтобы под измеряемым дорожным слоем во время строительства дороги был предварительно помещен измерительный отражатель, изготовленный из фольги или листов алюминия. Диапазон измерений от 0 до 40 см.



Рисунок 1 Толщиномер дорожного покрытия StratoTest 4100.

Тема 2.6 Определение геометрических параметров автомобильной дороги.

Способы определения радиусов кривых в плане, определение геометрических параметров автомобильных дорог.

Геометрические элементы дороги и их параметры определяют на основании сведений из проектной документации для элементов дороги, выполнение измерений которых невозможно.

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

В месте измерения ширины проезжей части разбивают поперечник. Измерения проводят с использованием автоматизированных фото-, видеосистем. Допускается использовать стальные измерительные ленты, рулетки, курвиметры, оптические дальнометры, геодезические инструменты, обеспечивающие точность измерений 0,1 м. При необходимости до начала измерений с поверхности проезжей части, краевых укрепленных полос и укрепленных обочин очищают пыль и грязь, чтобы были четко видны границы укрепления.

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

Координаты километровых столбов при полной и приемочной диагностике определяют одним из способов:

- точечными полевыми измерениями при помощи спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS;
- векторизацией облаков точек лазерного сканирования с распознаванием километровых столбов;
- фотограмметрией по материалам видеосъемки (видеорядов с привязкой кадров к географическим координатам);
- по материалам исполнительной съемки;
- иными способами, дающими требуемый результат.

В качестве точки координирования километрового столба определяется точка у его основания с лицевой стороны при движении в прямом направлении дороги. Точность определения координат должна быть не более 1 м в плане.

Тема 2.7 Передвижные диагностические лаборатории.

Состав оборудования передвижных диагностических лабораторий. Методика определения геометрических параметров автомобильных дорог.

Передвижные диагностические лаборатории оснащены комплексом программного обеспечения для выполнения отдельных видов работ.

Программа измерения геометрических параметров автомобильных дорог является составной частью программного обеспечения передвижной диагностической лаборатории. Данная программа позволяет измерять геометрические параметры автомобильных дорог с помощью следующих систем: (Рис.1).

- Система измерения пройденного пути (3 датчика: мерное колесо и коробка передач);
- Гироскопическая система измерения продольных и поперечных уклонов и углов поворота автомобильных дорог;
- Система компенсации перемещений кузова (система стабилизации) относительно покрытия (4 бесконтактных ультразвуковых датчика расстояний);
- Комплексная система с интегрированными микромеханическими датчиками;
- Система глобального позиционирования (GPS).

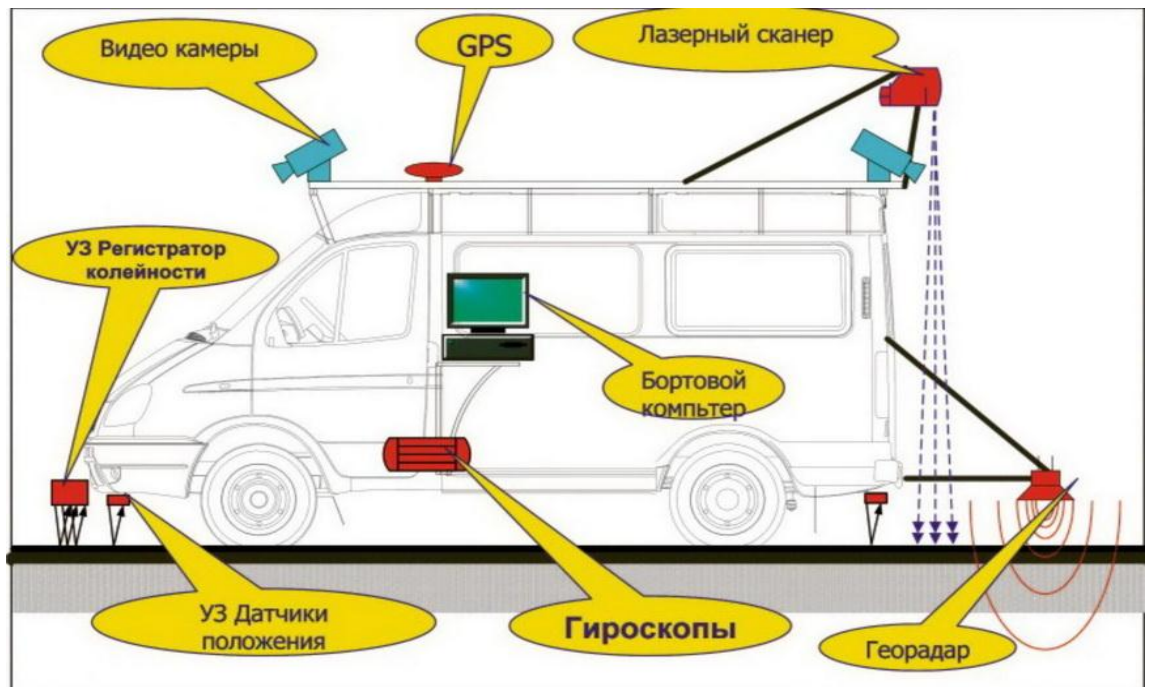


Рисунок 1 – Оборудование передвижных дорожных лабораторий

В процессе измерения в зависимости от комплектации лаборатории эти системы могут работать как независимо, с возможностью дальнейшего совмещения результатов в процессе обработки, так и в комплексе. При комплексной работе измерительных систем (система измерения пройденного пути, гироскопическая система, система стабилизации и система глобального позиционирования) повышается точность измерения пройденного пути и геометрических параметров.

По видеосъемке производят идентификацию объекта (обозначают кромки дорожных покрытий, бровки земляного, знаков, лесополос, остановочных павильонов с привязкой к километражу). Определяют линейные размеры

дороги и дорожных объектов (ширина проезжей части, ширина полос движения, ширина обочин, длина элементов ограждения, расстояние между сигнальными столбиками, площади остановочных площадок, площадок отдыха с последующим сохранением данных в базе и выводом их на бумажном носителе в виде ведомостей, линейного графика, дислокации знаков, дорожной разметки). Осуществляют регистрацию параметров поперечного сечения дороги и придорожной полосы, включая поперечные уклоны, проезжей части и обочин, заложения откосов, высоты насыпи, глубины выемки земляного полотна, высоты бортового камня, конфигурации барьерного ограждения, рельефа придорожной полосы, а также автоматическое распознавание дефектов дорожного покрытия

Тема 2.8 Порядок проведения технического учета и паспортизации автомобильных дорог.

Виды работ, выполняемых при техническом учете и паспортизации автомобильных дорог и дорожных сооружений, их протяженности и техническом состоянии для рационального планирования работ по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог.

Работы по техническому учету и паспортизации выполняются собственными силами организаций государственного дорожного хозяйства или с привлечением организаций, имеющих квалифицированные кадры и соответствующие средства измерений.

Технический учет и паспортизации проводят с целью получения данных о наличии дорог и дорожных сооружений, их протяженности и техническом состоянии для рационального планирования работ по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог.

Техническому учету и паспортизации подлежат все дороги общего пользования независимо от принадлежности, состояния и вида покрытий.

Техническому учету и паспортизации подлежат следующие автомобильные дороги (участки):

- новые;
- после реконструкции;
- образованные в результате раздела или объединения;
- при передаче другому владельцу;
- технический учет и паспортизация которых не производились.

При проведении технического учета и паспортизации осуществляют исполнительную съемку. По результатам съемки составляют план трассы. На плане трассы отображают все дорожные сооружения, устройства и элементы обстановки, входящие в балансовую стоимость автомобильной дороги. План трассы выполняется в любом графическом формате, на листе формата А3, в масштабе 1:2000.

Средства измерений, применяемые при техническом учете и паспортизации, должны быть поверены в установленном порядке и соответствовать предъявляемым требованиям по метрологическому обеспечению.

При техническом учете и паспортизации предъявляются следующие требования к точности измерений:

- при определении местонахождения элементов относительно начала дороги (участка)- до 1 м;
- при линейных измерениях - до 10 см;
- при измерении площадей - до 1 м²;
- при планово-высотной съемке - до 2 см.

При съемке плана трассы устанавливается следующая дискретность:

- для прямых участков - с шагом 50 м;
- для участков горизонтальных кривых в плане - с шагом 10 м.

При техническом учете и паспортизации выполняется сбор данных.

На основе информации, полученной в результате технического учета и паспортизации, формируется и обновляется база данных корпоративного ресурса дорожного хозяйства.

В базу данных необходимо вносить информацию с изменениями после завершения строительства, реконструкции и ремонта автомобильной дороги.

При выполнении технического учета и паспортизации осуществляется координатная привязка элементов дороги в заданной системе координат.

Тема 2.9 Определение светотехнических характеристик дорожных покрытий.

Основные светотехнические величины. Требования к освещенности автомобильных дорог. Определение коэффициента диффузного отражения. Определение светорассеивающей способности дорожного покрытия. Измерение светотехнических характеристик дорожных знаков.

Одной из важнейших эксплуатационных характеристик автомобильной дороги является способность ее проезжей части отражать и рассеивать световой поток. Например, в солнечную погоду покрытие с зеркальным отражением световых лучей создает определенный дискомфорт для водителей из-за блескости поверхности, что приводит к их быстрой утомляемости и снижению уровня безопасности движения. Еще большее значение светотехнические характеристики дорожного покрытия приобретают в темное время суток. На дорогах, имеющих стационарное освещение, от светотехнических характеристик дорожного покрытия в значительной степени зависит расход электроэнергии на освещение.

К основным светотехническим характеристикам дорожного покрытия можно отнести количественную способность покрытия отражать упавший световой поток, характеризуемую коэффициентом отражения, и способность

распределять отраженный световой поток в пространстве, характеризующуюся индикатрисой рассеивания светового потока.

Тема 2.10 Контроль качества устройства поверхностной обработки.

Прибор для измерения твердости дорожного покрытия. Методика измерения твердости покрытия. Определение сцепления битума со щебнем.

Поверхностная обработка относится к защитным слоям износа, которые устраивают для повышения сцепных качеств дорожных покрытий и их гидроизоляции. В расчёт прочности слой износа не включается, так как под воздействием колёс автомобилей его толщина постепенно уменьшается и представляет собой своего рода «защитный слой» дорожной одежды. Слой износа обеспечивает сохранение проектной прочности покрытия, защищая его от непосредственного воздействия колёс автомобилей и проникания воды. Поэтому слой износа, по мере необходимости, периодически возобновляется.

При устройстве поверхностной обработки применяют следующие материалы: щебень различных фракций, катионные битумные эмульсии, дорожные битумы, модифицированные битумы.

Технология производства работ включает: розлив органического вяжущего, россыпь щебня и его уплотнение; уход за участками поверхностной обработки

Размер фракции щебня, применяемого для устройства поверхностной обработки, должен быть определен таким образом, чтобы в течение срока службы шероховатых слоев было обеспечено условие невозможности соприкосновения шин транспортных средств с поверхностью вяжущего. Это условие выполняется, если размер щебня, применяемый для устройства поверхностной обработки, будет превышать размер щебня, определяемый из условия его втапливания в верхний слой покрытия за период эксплуатации.

Органические вяжущие материалы, применяемые для устройства поверхностной обработки, должны обеспечивать требуемую адгезию к щебню. Адгезия вяжущего материала к щебню должна быть не менее 75 %. При неудовлетворительном показателе адгезии вяжущего к щебню следует использовать адгезионные присадки к битумам. Вид, нормы расхода и технологию введения в вяжущее адгезионных добавок, ПАВ, активаторов и других веществ назначают индивидуально по результатам сравнительных лабораторных испытаний показателей адгезии.

При назначении размера фракций щебня необходимо определить твердость асфальтобетонного покрытия. Оценку твердости асфальтобетона определяют с целью прогнозирования продолжительности и величины погружения щебня слоя износа в дорожное покрытие. Твердость асфальтобетона меняется с температурой поверхности. Поэтому при определении твердости необходимо измерять температуру поверхности дорожного покрытия.

Твердость асфальтобетонного покрытия определяют с помощью специальных приборов - твердомеров.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Перечень лабораторных работ

- Лабораторная работа №1.** Определение прочности дорожных одежд.
- Лабораторная работа №2.** Определение коэффициента сцепления.
- Лабораторная работа №3.** Определение шероховатости покрытий.
- Лабораторная работа №4.** Измерение параметров автомобильной дороги.
- Лабораторная работа №5.** Определение параметров дорог с помощью передвижной диагностической лаборатории.
- Лабораторная работа №6.** Проведение паспортизации автомобильных дорог.
- Лабораторная работа №7.** Определение показателей качества устройства поверхностной обработки

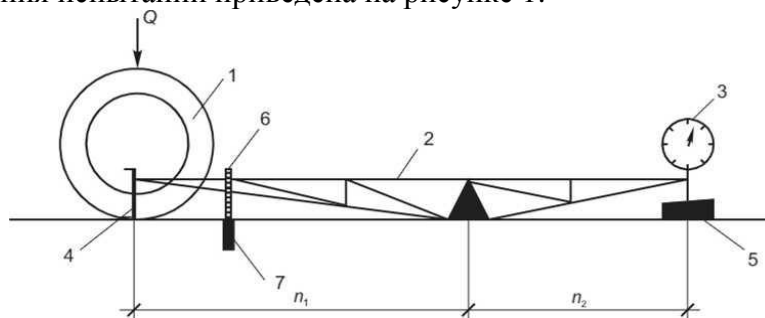
Лабораторная работа №1

Определение прочности дорожных одежд

Определение упругого прогиба и общего модуля упругости дорожной одежды методом статического нагружения.

При статическом методе нагружения величину упругого прогиба определяют от действия нагрузки, передаваемой на дорожную одежду нежесткого типа через гибкий штамп (спаренное колесо автомобиля).

Схема проведения испытаний приведена на рисунке 1.



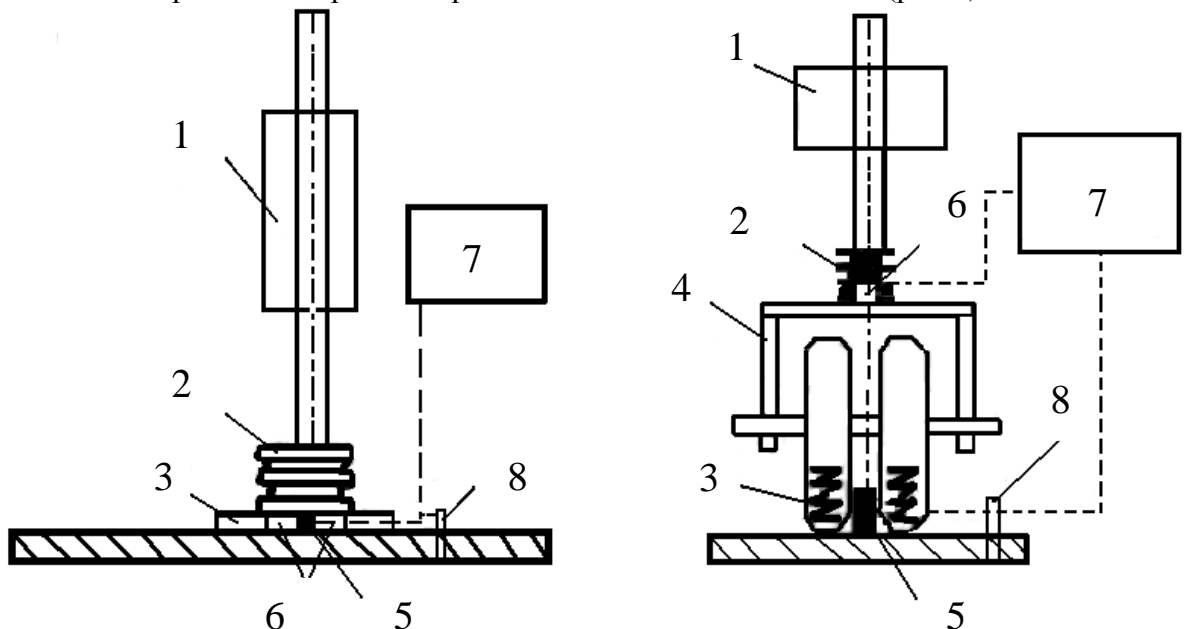
- Q — нагрузка на гибкий штамп; n_1 — длина грузового плеча;
- n_2 — длина измерительного плеча.
- 1 — гибкий штамп (колесо автомобиля); 2 — прогибомер; 3 — индикатор часового типа; 4 — опора прогибомера; 5 — опорная подкладка; 6 — термометр;
- 7 — смесь глицерина с водой.
- Рисунок 1 — Схема проведения испытаний по определению упругого прогиба статическим методом.

При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

- установить опору прогибомера по центру между скатами спаренного колеса автомобиля;
- установить опорную подкладку под стержень индикатора часового типа таким образом, чтобы показания на шкале были в пределах от 0,2 до 0,7 мм;
- выдержать колесо автомобиля на точке до стабилизации показаний индикатора;
- значение отсчета зафиксировать с точностью до 0,01 мм и занести показания в таблицу.
- продвинуть автомобиль вперед на расстояние не менее 5 м от точки измерения упругого прогиба;
- дождаться пока показания индикатора стабилизируются;
- значение отсчета зафиксировать с точностью до 0,01 мм и занести показания в таблицу. Аналогично выполняют испытания на следующих точках характерного участка. Количество испытаний на характерном участке должно быть не менее 10.

Определение упругого прогиба дорожных одежд методом динамического нагружения.

При динамическом методе нагружения величину упругого прогиба дорожной одежды нежесткого типа определяют от действия динамической нагрузки (падающего груза), передаваемой на дорожное покрытие через гибкий или жесткий штамп (рис.2).



1- груз; 2- амортизатор; 3 - жесткий штамп; 3' - гибкий штамп; 4 - траверса; 5 - устройство для регистрации величины упругого прогиба; 6- устройство для регистрации нагрузки; 7-устройство управления процессом испытания и регистрации результатов измерений и их записи; 8- устройство регистрации температуры дорожного покрытия

Рисунок 2 — Схема проведения испытаний по определению упругого прогиба динамическим методом: а — испытательная установка с жестким штампом; б — испытательная установка с гибким штампом.

Результаты испытания записывают и сохраняют автоматически с помощью программного обеспечения. Аналогично выполняют испытания на следующих точках характерного участка. Количество испытаний на характерном участке должно быть не менее 10.

Определение прочности дорожных одежд с использованием дефлектометров.

Для оценки прочности дорожных одежд наиболее часто применяют установки, измеряющие прогиб от действия падающего груза, - дефлектометры. Их используют для измерения прогибов дорожных одежд разного типа, в первую очередь автомобильных дорог

и аэродромов.

Дефлектометр создает нагрузку путем сбрасывания груза с некоторой высоты на специальную нагрузочную плиту. Элементы системы, такие как масса груза, высота сбрасывания, могут меняться в зависимости от требуемой ударной нагрузки. Значения прогибов измеряют при помощи датчиков, расположенных в центре приложения нагрузки, а также на некотором расстоянии от него.

В дефлектометрах используют три вида датчиков прогиба: геофоны, акселерометры, сейсмометры. В большинстве производимых в настоящее время устройств применяют геофоны (рис. 3).

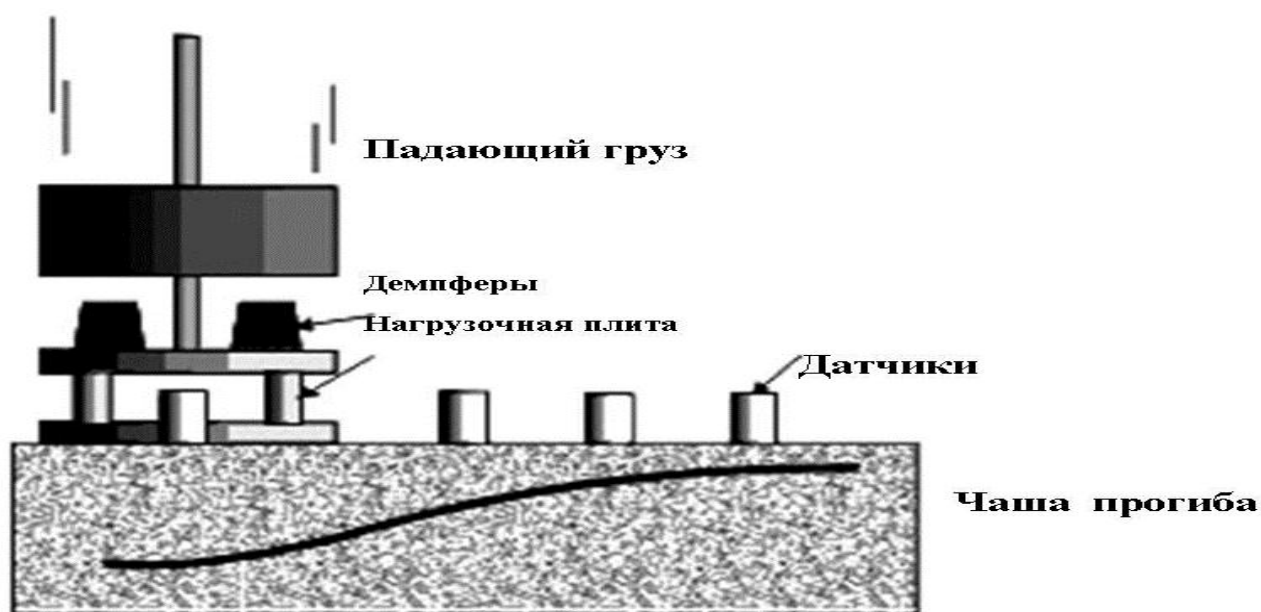


Рисунок 3 – Схема измерения прогибов

Чтобы правильно оценить чашу прогиба, установка должна быть оборудована соответствующим количеством датчиков прогиба. По данным мировой практики, их не должно быть менее шести.

В случае шести датчиков типовыми расстояниями являются: 0, 300, 600, 900, 1500 и 1800 мм от центра нагружения.

Лабораторная работа №2

Определение коэффициента сцепления

Определение коэффициента сцепления прибором маятникового типа.

Принцип действия маятникового прибора основан на определении угла, при котором маятник останавливается, задержанный трением его поверхности о покрытие. Чем больше коэффициент сцепления, тем меньше будет угол подъема маятника, заторможенного поверхностью покрытия.

Прибор состоит из станины, штанги с укрепленной на ней мерной шкалой и маятника.

Прибор устанавливают на поверхность покрытия и приводят штангу в вертикальное положение по уровню. Укрепляют маятник в горизонтальном положении, смачивают поверхность покрытия водой, нажимают кнопку приспособления, удерживающего маятник в горизонтальном положении.

Отпущенный маятник падает, проскальзывает обремененным башмаком по поверхности покрытия и поворачивается на некоторый угол. Чем больше скользкость поверхности покрытия, тем на больший угол отклоняется маятник. Шкала прибора градуирована в условных величинах. За рубежом наибольшее распространение имеет прибор Транспортной дорожной исследовательской лаборатории Великобритании - TRRL (рис. 1).

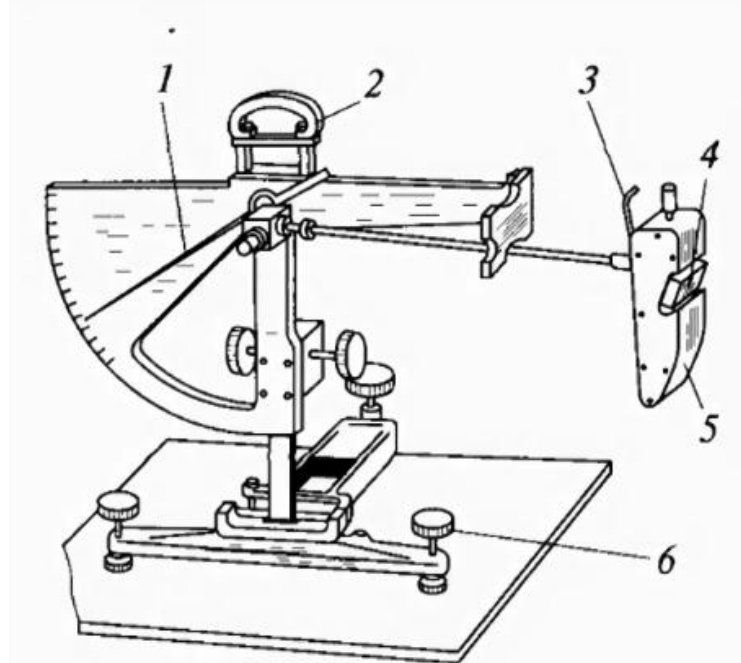


Рисунок 1 – Портативный маятниковый прибор Транспортной дорожной исследовательской лаборатории Великобритании - TRRL

1- стрелка, фиксирующая отклонение маятника; 2 – ручка для переноски прибора; 3 – рычаг, перемещающий стрелку при отклонении маятника; 4 – вставка из протекторной резины; 5 – маятник; 6 – регулировочные винты, обеспечивающие касание резины с поверхностью покрытия.

Определение коэффициента сцепления прибором ударного действия типа ППК.

Метод основан на имитации процесса скольжения заблокированного колеса автомобиля по дорожному покрытию.

Портативный прибор Кузнецова (ППК) позволяет определять коэффициент продольного сцепления с диапазоном измерения от 0,05 до 0,65, ценой деления 0,01.

Испытания следует проводить на каждой полосе движения по полосе наката.

Температура воздуха должна быть не ниже 0 °С.

Коэффициент сцепления определяют через каждые 200 м.

Дорожное покрытие в местах измерения должно быть увлажнено.

При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

- установить прибор в точке измерения коэффициента сцепления;
- зафиксировать груз прибора в верхнем положении;
- увлажнить дорожное покрытие водой по траектории движения имитаторов, из расчета 0,2 л под каждый имитатор;
- сбросить груз на тяги прибора;
- по измерительному кольцу на шкале прибора зафиксировать значение коэффициента сцепления;

- в каждой точке выполнить по три испытания;
 - результаты испытаний занести в таблицу.
- Схема проведения испытаний приведена на рисунке 2.



Рисунок 2- Портативный прибор Кузнецова (ППК)

Определение коэффициента сцепления дорожных покрытий передвижными установками типа ПКРС.

Определение коэффициента сцепления с помощью передвижных установок производят при движении автомобиля с определенной скоростью. Существует много конструкций передвижных установок. Как правило, они состоят из одноколесного прицепа. Наиболее часто используют прибор типа ПКРС-3 (прибор контроля ровности и скользкости) (рис. 1).



Рисунок 1 - Установка для измерения коэффициента продольного сцепления ПКРС-3.

Прибор для определения коэффициента сцепления дорожных покрытий типа ПКРС обеспечивает нормальную вертикальную нагрузку измерительного колеса на дорожное покрытие равную $(3,00 \pm 0,10)$ кН, включает:

- устройство измерения температуры воздуха с погрешностью измерения не более 1 °С в диапазоне от 0 °С до 45 °С;

- измерительное колесо стандартное.

- автоматическую систему торможения, обеспечивающую полную блокировку измерительного колеса через интервал от 0,5 до 1,0 с после подачи воды на дорожное покрытие, и обеспечивающую продолжительность блокировки измерительного колеса от 1,0 до 4,0 с;

- динамометр для измерения силы сцепления на границе «шина — дорожное покрытие» с погрешностью не более 1 % от измеряемого значения, обеспечивающий измерение силы сцепления с момента блокировки измерительного колеса с шагом не более 0,2 с в интервале времени не менее чем 3,0 с;

- автоматическую систему увлажнения поверхности дорожного покрытия. Расход воды, равномерно подаваемой на покрытие должен быть равен $(2,75 \pm 0,1)$ л/с. Ширина смачиваемой поверхности дорожного покрытия должна быть как минимум на 50 мм шире, чем ширина протектора измерительного колеса.

- систему управления и регистрации;

Транспортное средство, способное развивать и поддерживать скорость, равную (60 ± 2) км/ч;

Определение коэффициента сцепления методом торможения автомобиля.

В отдельных случаях, для определения ориентировочного значения коэффициента сцепления используют метод торможения автомобиля.

Для измерения коэффициента сцепления методом тормозного пути необходимо подготовить к испытанию автомобиль и дорожное покрытие.

У автомобиля регулируют тормоза, которые должны обеспечивать одновременное торможение всех колес с одинаковой интенсивностью. Дорогу на этом участке закрывают для движения постороннего транспорта. Дорожное покрытие увлажняют. Автомобиль разгоняют до скорости не выше 40 — 50 км/ч и в момент пересечения намеченного створа тормозят до полной остановки (Рис.2). Затем рулеткой замеряют расстояние от начала

торможения до остановившегося автомобиля и вычисляют коэффициент продольного сцепления по формуле.

$$\varphi_1 = \frac{K_3 * V^2}{254 * S_T} \pm i,$$

где K_3 — коэффициент эффективности торможения; для легковых автомобилей $K_3 = 1,2$;

V — скорость в начале торможения, км/ч;

S_T — длина тормозного пути, м;

i — продольный уклон дорожного покрытия (знак "-" на подъеме, "+" на спуске).

Во избежание опрокидывания автомобиля начальная скорость не должна быть выше 60 км/ч. Если в момент испытания скорость движения автомобиля была меньше 60 км/ч, то необходимо произвести уточнение коэффициента продольного сцепления по формуле.

$$\varphi_{60} = \varphi_v - \beta(60 - V),$$

где φ_v — коэффициент продольного сцепления при скорости V , м/ч;

β — коэффициент, зависящий от типа покрытия.

Коэффициент сцепления измеряют не менее пяти раз.

Существенное влияние на коэффициент сцепления оказывает температура воздуха. Поэтому измерения необходимо привести к температуре 20°C.

Значения измеренного коэффициента сцепления не должны быть ниже указанных в нормативных документах.



Рисунок 2— Определение тормозного пути автомобиля

Лабораторная работа №3

Определение шероховатости покрытий

Измерение шероховатости дорожного покрытия следует выполнять на каждой полосе движения по одной полосе наката дороги из расчета не менее 5 точек на 1 км.

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы:

- измерить температуру воздуха;
- очистить дорожное покрытие от пыли и грязи;
- визуально определить тип шероховатости дорожного покрытия. В зависимости от определенного типа шероховатости дорожного покрытия применяют следующий объем песка, см³:

10 — на мелкошероховатом;

25 — на среднешероховатом;

50 — на крупношероховатом;

- засыпать песок в мерный стаканчик требуемого объема.

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

- высыпать песок из мерного стаканчика на дорожное покрытие;
- круговым движением диска распределить песок ровным слоем в виде круга на поверхности дорожного покрытия, заполняя все впадины до уровня наибольших выступов;
- измерить 3 раза в различных направлениях диаметр песчаного пятна и занести значения в таблицу;

выполнить два повторных измерения шероховатости дорожного покрытия. Схема проведения измерений приведена на рисунке 1.

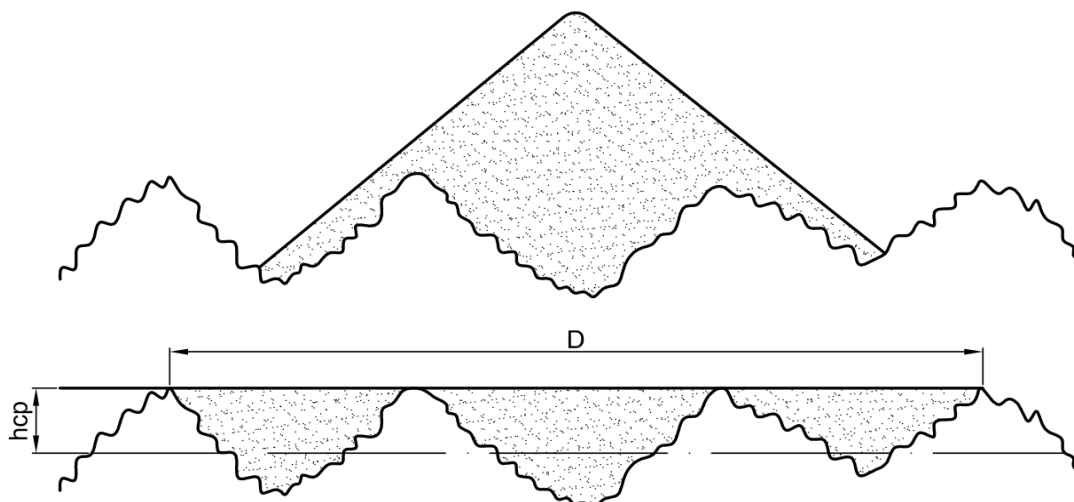


Рисунок 1 — Схема проведения измерений по определению шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно».

Обработку результатов измерений выполняют в следующей последовательности. Рассчитывают среднее арифметическое значение диаметра песчаного пятна $D_{ср}$ с точностью до 0,01 см. Определяют среднюю глубину впадин $h_{срi}$ по каждому измерению с точностью до 0,01 мм по формуле

$$h_{ср} = \frac{40 \cdot V}{\pi \cdot D_{ср}^2},$$

где V — объем песка, распределенного по поверхности дорожного покрытия, см³;

$D_{ср}$ — средний диаметр песчаного пятна, см.

Рассчитывают среднее арифметическое значение средней глубины впадин $h_{ср}$ в каждой точке.

Лабораторная работа №4

Измерение параметров дороги

Определение радиуса круговой кривой в плане.

При проведении паспортизации автомобильных дорог возникает необходимость определения радиуса круговой кривой в плане.

Величина радиуса существующей кривой в плане при отсутствии документации может быть определена несколькими способами.

По первому способу определяют величину угла поворота с помощью теодолита (рис.1).

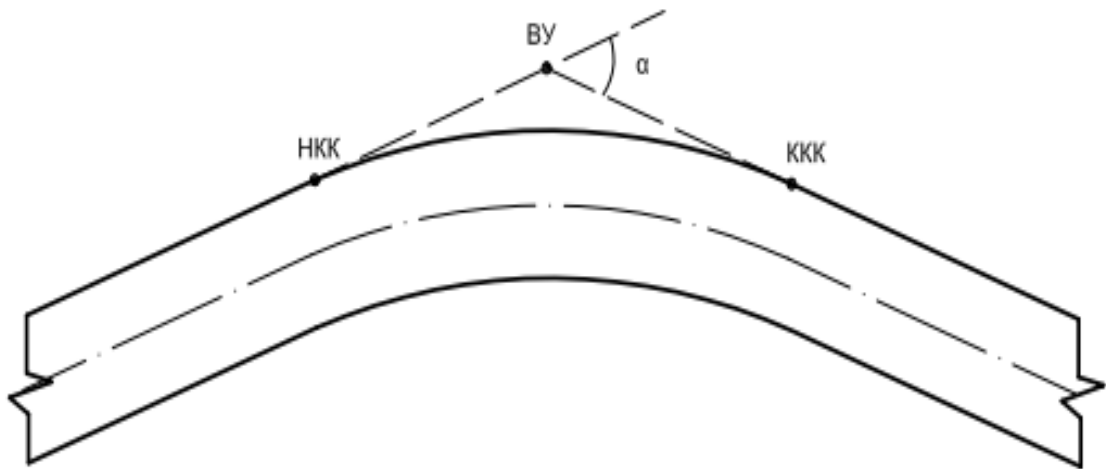


Рисунок 1- Схема определения радиуса кривой по длине кривой и углу поворота

Затем находят точки "начало круговой кривой" и "конец круговой кривой". При малой интенсивности движения длину кривой определяют по оси дороги. Если интенсивность движения большая, то длину кривой определяют по кромке проезжей части.

Радиус кривой определяют по формуле

$$R = \frac{180 * K}{\pi * \alpha}$$

где K — длина кривой, м;

α — угол поворота, град.

При измерении длины кривой по кромке проезжей части найденное значение радиуса круговой кривой уточняют:

$$R_k = R - B/2,$$

где B — ширина проезжей части, м;

R — вычисленное значение радиуса круговой кривой, м;

R_k — радиус оси круговой кривой, м.

По второму способу радиус кривой определяют путем измерения величины стрелки Z и хорды B , стягивающей дугу окружности (рис. 2).

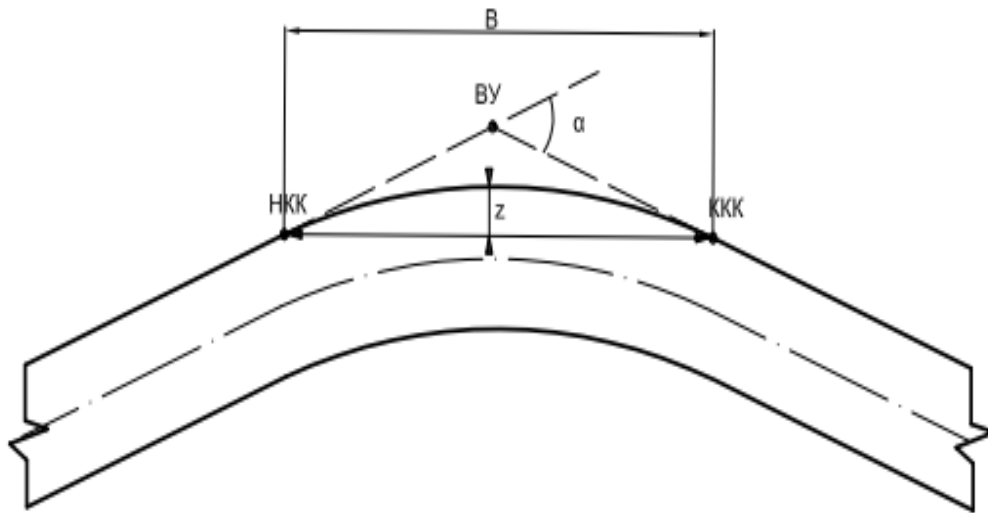


Рисунок 2 - Схема определения радиуса кривой по второму способу

Обычно принимают длину хорды более 20 м. Радиус кривой в плане определяют по формуле

$$R = \frac{4 \cdot Z^2 + B^2}{8 \cdot Z},$$

Так же как и по первому способу при определении величин стрелки Z и хорды B по кромке покрытия радиус оси круговой кривой уточняют.

По третьему способу вначале определяют вершину угла поворота. Затем с помощью теодолита, установленного над точкой вершины угла, определяют угол поворота. Точка вершины угла поворота должна быть установлена и закреплена заранее путем провешивания линий тангенсов с помощью вешек по оси дороги при небольшой интенсивности движения. Величину биссектрисы измеряют мерной лентой или курвиметром от вершины угла поворота до середины круговой кривой по оси дороги. При большой интенсивности движения, когда нет возможности проводить измерительные работы на проезжей части автомобильной дороги смещенную вершину угла поворота определяют путем провешивания линий тангенсов с помощью вешек по кромке проезжей части, а затем определяют величину биссектрисы от смещенной вершины угла до кромки середины круговой кривой проезжей части (рис. 3).

Величину радиуса кривой определяют по формуле

$$R = \frac{B}{\frac{1}{\cos \frac{a}{2}} - 1}$$

где B — биссектриса кривой, м;
 a — угол поворота, град.

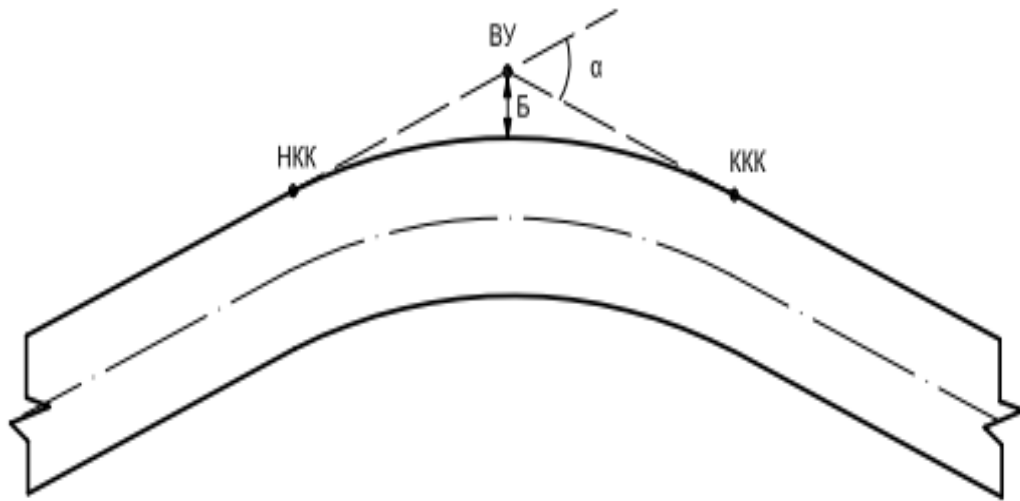


Рисунок 3 - Схема определения радиуса кривой по величине биссектрисы

При определении радиуса круговой кривой по кромке проезжей части значение радиуса оси дороги уточняют.

Работы по определению кривой в плане выполняют на хорошо просматриваемом в обе стороны участке автомобильной дороги.

Все измерения допускается производить только на безопасном расстоянии до приближающихся к участку автомобилей.

Место измерений должно быть ограждено согласно инструкции по технике безопасности. Работники, выполняющие работы непосредственно на дороге, должны быть одеты в сигнальные жилеты.

Лабораторная работа №5

Определение параметров дорог с помощью передвижной диагностической лаборатории.

Комплексная передвижная дорожная лаборатория «Трасса» пятого поколения предназначена для диагностики, паспортизации, контроля транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог.

Обеспечивает измерение основных геометрических параметров дорог (план трассы, продольный и поперечные профили), прочности дорожных одежд, сцепных качеств и ровности покрытия, интенсивности и состава движения, определение наличия и состояния конструктивных элементов дороги.

Передвижная дорожная лаборатория может быть выполнена в нескольких базовых вариантах. (Рис.1).



Рисунок 1 - Передвижная дорожная лаборатория «ТРАССА»

Датчик пройденного пути установлен на колесе и обеспечивает привязку к линейному километражу дороги с точностью 1мм, а также используется для синхронизации работы измерительных систем. В лаборатории обеспечивается привязка к географическим координатам и автоматическое позиционирование на сети дорог с помощью ГЛОНАС/GPS систем.

Для измерения основных геометрических параметров используется инерциальный навигационный комплекс с интеграционной системой спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS и системой коррекции погрешностей измерений уклонов.

Четыре ультразвуковых датчика позволяют учитывать вертикальные колебания и крены лаборатории в процессе измерения. Продольную ровность дорожных покрытий измеряют профилометром.

Профилометр предназначен для оценки продольной ровности дорожных покрытий по методике IRI. Он представляет собой моноблок из лазерного датчика и акселерометра, показания, которых увязываются на аппаратном уровне для получения микропрофиля поверхности дороги с шагом 0,25 м. Два моноблока устанавливаются под днищем автомобиля для измерения продольной ровности по полосам наката.

Система панорамной видеосъёмки автомобильных дорог выполнена на основе трёх цифровых видеокамер, которые обеспечивают получение изображения с углом захвата 180° в горизонтальной плоскости на скорости до 70 км/ч. Система позволяет фиксировать и оценивать состояние дорожного полотна и элементов обустройства дороги, производить линейные горизонтальные и вертикальные измерения

Система определения параметров поперечной ровности дорожного покрытия выполнена на основе двух плоскостных лазеров и двух высокоскоростных чёрно-белых камер. С помощью данной системы можно производить измерение параметров поперечного профиля дорожного покрытия с шириной захвата до 4 м и точностью от 1 мм на скорости до 50 км/ч.

В результате измерения параметров автомобильной дороги получают ведомости наличия колеяности и поперечные профили дорожного покрытия. Полученные данные используют для расчёта объёмов ремонтных работ. Для определения дефектов дорожного покрытия используется линейная камера с частотой съёмки до 18 000 кадров в секунду, которая позволяет в автоматизированном режиме выделять на покрытии трещины, выбоины, наплывы и другие дефекты, формировать ведомости дефектов.

Для определения интенсивности движения и одновременного контроля за составом и скоростным режимом транспортного потока на дорогах с количеством полос до шести предназначена специальная видеосистема. Деление транспортных средств на группы осуществляется по пяти категориям. Приведение системы в рабочее положение занимает до 5 минут. Возможен монтаж пневмомачты видеодетектора как на кузове лаборатории, так и на отдельно стоящей треноге.

Лабораторная работа №6

Проведение паспортизации автомобильных дорог.

Паспорт автомобильной дороги оформляют на бумажных носителях в книжном виде. Формат паспорта и количество экземпляров оговаривается заданием на выполнение работ. Состав паспорта включает: титульный лист, схему автомобильной дороги, общие данные, техническую характеристику, линейный график. Титульный лист оформляют в соответствии с указанием полного титула дороги, наименования организации-владельца, организации, содержащей дорогу и даты составления паспорта.

Схему автомобильной дороги выполняют в масштабе, позволяющем отобразить все необходимые данные. Схему отображают на формате А4 или А3 (в альбомном виде), в зависимости от протяженности участка и масштаба отображения. На схеме указывают: точную привязку элементов дороги к километражу, границы административно-территориальных и территориальных единиц, а также основные объекты тяготения к дороге

Общие данные должны содержать следующую информацию:

- границы начала и конца дороги (участка);
- общую протяженность;
- участки, находящиеся на обслуживании жилищно-коммунального хозяйства городов;
- описание привязки начала и конца дороги с указанием предметов закрепления и расстояния до них;
- границы зон обслуживания;
- категорию дороги,
- подъезды (входящие в состав дороги) и их протяженность;
- при наличии транспортных развязок, указывается их количество;
- краткую историю дороги, дату ввода дороги в эксплуатацию;
- балансовую стоимость,
- площадь полосы отвода,
- износ автомобильной дороги.

Техническая характеристика включает:

- ширину дорожного полотна и покрытия;
- протяженность покрытия по типам;
- сводную ведомость наличия пешеходных переходов,
- сводную ведомость наличия тротуаров, пешеходных и велодорожек,
- элементы инженерного обустройства и обстановки дороги;
- сводную ведомость наличия мостов и путепроводов;
- сводную ведомость наличия водопропускных труб;
- сводную ведомость наличия паромных переправ;
- протяженность обочин по видам укрепления;
- протяженность съездов по видам укрепления.

Лабораторная работа №7

Определение показателей качества устройства поверхностной обработки

При определении требуемого размера щебня для устройства поверхностной обработки необходимо учитывать твердость верхнего слоя покрытия. Под твердостью дорожного покрытия понимают глубину погружения в материал покрытия конической

насадки под определенной нагрузкой при температуре 50°C. Показатель твердости оценивают твердомером.

Твердомер (рис. 1) состоит из треугольной станины 1, направляющей втулки с вертикальными стойками 2, штанги с ограничителем 3, груза 4, конической насадки 5, установочных винтов 6 и шкалы 7.

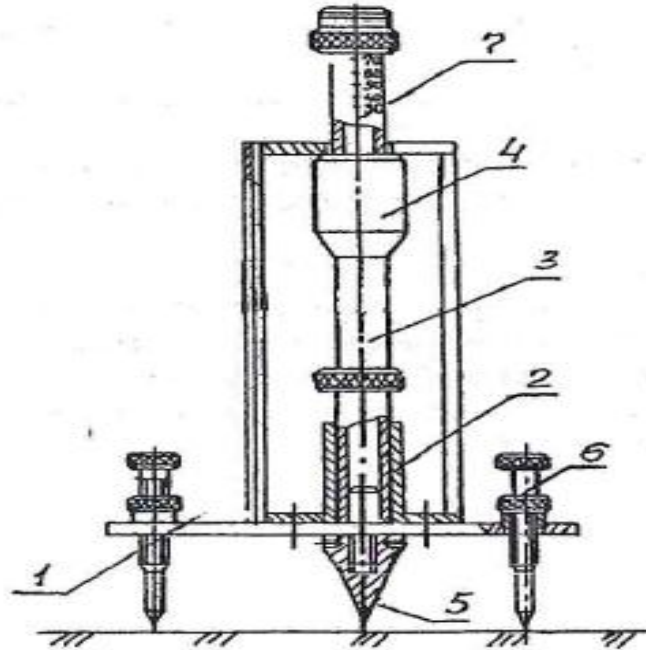


Рисунок 1 – Твердомер

Измерение глубины погружения конической насадки в верхний слой покрытия производят следующим образом. Твердомер устанавливают на покрытие так, чтобы вершина конической насадки оказалась между щебенками покрытия. С помощью установочных винтов и уровня треугольную станину 1 устанавливают в горизонтальное положение. После этого снимают первоначальный отсчет по шкале h_0 с точностью до 0,5 мм.

Затем груз 4 массой 2,5 кг десять раз сбрасывают вдоль штанги 3 с высоты 300 мм. В результате штанга вместе с конической насадкой переместится вниз относительно стоек на величину h_i которую определяют по шкале, расположенной на штанге, с точностью до 0,5 мм. Глубину погружения конической насадки в верхний слой покрытия h определяют по формуле

$$h = h_i + h_0$$

Для получения достоверных данных о твердости покрытия проводят не менее 10 измерений, независимо от длины обследуемого участка дороги. Точки измерений назначают через равные расстояния с чередованием полос наката. Показатель твердости подсчитывают как среднее из n измерений:

$$h_{\text{ср}} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{n}$$

Одновременно с определением величины погружения конической насадки измеряют температуру покрытия на глубине 2 — 3 см от поверхности с помощью термометра.

Температуру асфальтобетонного покрытия можно определить по формуле

$$t_{\text{п}} = 1,3t_{\text{в}} + 7,$$

где $t_{\text{п}}$ — температура покрытия, °С;

$t_{\text{в}}$ — температура воздуха, °С.

По средней глубине погружения конической насадки и средней температуре покрытия в момент испытания определяют степень твердости покрытия по номограмме (рис. 2).

При необходимости глубину погружения конической насадки, полученную при фиксированной температуре покрытия в момент измерения, можно привести к ее значению при расчетной температуре покрытия, равной 50°C.

Например, если в момент измерения твердости температура составила 26°C, а средняя глубина погружения конической насадки составила 6,0 мм, то данное покрытие по степени твердости можно определить, как твердое. Глубина погружения при расчетной температуре 50°C (т.е. твердость покрытия) составит 13,0 мм.

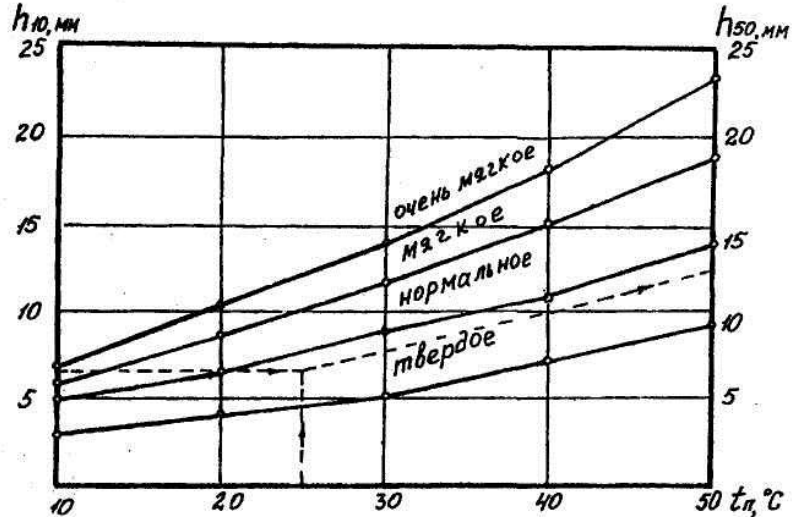


Рисунок 2 – Номограмма для определения твердости покрытия

Найденное значение степени твердости верхнего слоя асфальтобетонного покрытия в дальнейшем используется для определения требуемого размера щебня для устройства поверхностной обработки.

Перечень практических работ

1. Методы определения эксплуатационного состояния автомобильных дорог
2. Методы определения технического состояния автомобильных дорог
3. Методы учета интенсивности движения автомобилей.
4. Определение характеристик транспортного потока.
5. Контроль ровности дорожных покрытий.
6. Методы измерения дефектов дорожного покрытия.

Практическая работа №1

1. Методы определения эксплуатационного состояния автомобильных дорог

Классификация автомобильных дорог и улиц по уровням требований к эксплуатационному состоянию и требования, предельно допустимые по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог и улиц, в том числе, по которым осуществляются автомобильные и троллейбусные перевозки пассажиров приведена в нормативном документе СТБ 1291 [3]. Там же представлена классификация дефектов автомобильных дорог и улиц, а также установлены директивные сроки их ликвидации.

Уровень требований к эксплуатационному состоянию: Показатель, отражающий требования к эксплуатационным показателям автомобильных дорог и улиц.

Эксплуатационные показатели: Комплекс фактических значений параметров технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильной дороги или улицы на момент обследования.

Эксплуатационное состояние: Степень соответствия фактических значений параметров (в том числе геометрических) и характеристик автомобильных дорог и улиц нормативным требованиям.

Оценка эксплуатационного состояния: Определение степени соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств автомобильных дорог и улиц, их параметров и характеристик.

Автомобильные дороги по их народно-хозяйственному и административному значению, а также интенсивности движения подразделяют на пять уровней требований к их эксплуатационному состоянию (табл. 2.1).

Таблица 2.1 - Уровни требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог

Уровень требований	Народно-хозяйственное и административное значение автомобильных дорог	Интенсивность движения, ед./сут
1	Республиканские автомобильные дороги, включенные в сеть международных автомобильных дорог; важнейшие республиканские автомобильные дороги, соединяющие г. Минск с административными центрами областей и Национальным аэропортом «Минск» и административные центры областей между собой	Св. 3000
2	Республиканские автомобильные дороги, соединяющие административные центры областей с административными центрами районов; подъезды к пограничным пунктам таможенного оформления; местные автомобильные дороги, имеющие важное народно-хозяйственное значение	Св. 1000 до 3000 включ.
3	Республиканские автомобильные дороги, не отнесенные к уровням требований 1 и 2, соединяющие, как правило, административные центры районов между собой по одному из направлений; местные автомобильные дороги, соединяющие города районного подчинения, поселки городского типа с административными центрами районов, а также с ближайшими железнодорожными станциями и республиканскими автомобильными дорогами	Св. 500 до 1000 включ.
4	Местные автомобильные дороги, не отнесенные к уровням требований 2 и 3, соединяющие центральные усадьбы совхозов и колхозов, административные центры сельсоветов, больницы, культурно-исторические памятники с административными центрами областей и районов и с ближайшими железнодорожными станциями и республиканскими автомобильными дорогами	Св. 100 до 500 включ.
5	Местные автомобильные дороги, не отнесенные к уровням требований 2, 3 и 4	До 100 включ.

Уровни требований к республиканским автомобильным дорогам согласовываются Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь и утверждаются их владельцами.

Уровни требований к местным автомобильным дорогам согласовываются облисполкомами и утверждаются их владельцами.

Уровни требований пересматриваются по мере необходимости владельцами автомобильных дорог и могут изменяться по согласованию с Министерством транспорта и коммуникаций (для республиканских автомобильных дорог) и облисполкомами (для местных автомобильных дорог) при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Эксплуатационное состояние автомобильных дорог и улиц, предельно допустимое по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, оценивают по отсутствию или наличию дефектов, их вида, параметров и объемов.

Дефект: Несоответствие параметров и состояния элементов автомобильной дороги и улицы и дорожных сооружений заданным, требуемым или ожидаемым свойствам, нарушающее исправность, работоспособность или правильность функционирования.

Эксплуатационные показатели определяют для каждого уровня требований автомобильных дорог и улиц.

Эксплуатационные показатели автомобильных дорог и улиц в период действия на них гарантийных сроков, должны соответствовать нормативным требованиям. Устранение дефектов на автомобильных дорогах и улицах в гарантийный период вследствие невыполнения, ненадлежащего или некачественного выполнения работ производится за счет средств подрядчика либо силами заказчика, взыскав с подрядчика стоимость этих работ.

Устранение дефектов на автомобильных дорогах и улицах по истечении гарантийных сроков, а также дефектов, образовавшихся в гарантийный период в результате вандализма, дорожно - транспортных происшествий, стихийных бедствий и иных чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера, производится за счет средств заказчика или виновных лиц соответственно.

Эксплуатационный контроль состояния автомобильных дорог и улиц осуществляют во время проведения сезонных и патрульных осмотров, а также при проведении специальных проверок, выполняемых в процессе содержания автомобильных дорог и улиц. При этом владельцы автомобильных дорог и улиц должны быть предварительно поставлены в известность о проведении таких проверок.

При несоответствии эксплуатационного состояния автомобильных дорог и улиц или их отдельных участков нормативным требованиям или несоответствии геометрических параметров требованиям СН 3.03.04 - 2019 и ТКП 45-3.03-227 должно быть введено временное ограничение или временное запрещение движения транспортных средств.

При введении ограничения или временного запрещения движения транспортных средств на участках платных автомобильных дорог необходимо на въездах на платную дорогу информировать пользователей о наличии вводимых ограничений.

Перечень должностных лиц, уполномоченных осуществлять временное ограничение или временное запрещение движения транспортных средств, устанавливается Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, Министерством внутренних дел Республики Беларусь и Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Автомобильные дороги и улицы или их отдельные участки в течение всего срока действия ограничения или запрещения движения транспортных средств должны быть оборудованы временными техническими средствами организации дорожного движения.

Дефекты автомобильных дорог и улиц, выявленные в ходе проведения патрульных осмотров, а также дефекты по информации, поступившей от сотрудников подразделений Государственной автоинспекции (ГАИ) Министерства внутренних дел Республики Беларусь и пользователей автомобильными дорогами и улицами, должны быть зарегистрированы в журнале учета.

Журналы ведутся владельцами автомобильных дорог и улиц и являются документами строгой отчетности. Срок хранения журналов - не менее трех лет после даты окончания их ведения.

Допускается дефекты, выявленные в ходе проведения сезонных осмотров, не вписывать в журнал учета дефектов на автомобильных дорогах, а прилагать ведомость с соответствующей записью об этом в журнале

Описание дефектов автомобильных дорог и улиц приведено в табл. 2.

Таблица 2. - Описание дефектов на автомобильных дорогах и улицах

Наименование дефекта	Краткое описание дефекта
1 Сдвиги	Деформации, возникающие из-за отсутствия надлежащего сцепления слоев асфальтобетонного покрытия, в результате чего происходит перемещение асфальтобетонного слоя по основанию или верхнего слоя покрытия по нижнему
2 Колея	Деформации, обусловленные наличием на проезжей части продольных углублений правильной формы (колея) в местах наката, систематического приложения нагрузок оси колес автомобильного транспорта
3 Волны	Чередование впадин и возвышений на покрытии в продольном направлении по отношению к оси дороги
4 Смещение плит бетонного покрытия	Вертикальное смещение плит бетонного покрытия относительно друг друга
5 Выбоины	Местные разрушения дорожного покрытия, в том числе укрепленных обочин, имеющие вид углублений разной конфигурации с резко очерченными краями, образовавшиеся за счет разрушения материала покрытия или просадки земляного полотна
6 Загрязнения	Дефект, вызванный наличием на покрытии загрязнений (грязи, торфа, горюче-смазочных материалов, листьев и т. п.), снижающий коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием
7 Наличие посторонних предметов	Наличие на покрытии проезжей части, разделительных полосах и обочинах автомобильных дорог и улиц посторонних предметов (камней, кирпичей, бутылок, металлических предметов, мусора и т. п.), которые могут стать причиной совершения дорожно-транспортного происшествия
8 Занижение обочины или разделительной полосы	Кромка покрытия выше обочины или разделительной полосы в местах их сопряжения
9 Деревья и кустарники, ограничивающие видимость	Деревья и кустарники, ограничивающие видимость технических средств организации дорожного движения
10 Неплановые («дикие») съезды	Разрушение обочин, откосов земляного полотна и разделительной полосы из-за самовольного съезда транспортных средств с автомобильной дороги
Окончание табл. 2.3	
11 Гребенка	Остаточная поверхностная деформация покрытия, возникающая под воздействием колес транспортных средств. Имеет вид правильных поперечных неровностей - выступов, чередующихся с углублениями
12 Размывы с образованием промоин	Разрушение покрытия поверхностными водами с образованием промоин
13 Неогороженные деревья и столбы	Неогороженные деревья с диаметром стволов более 10 см, столбы (опоры) линий воздушных коммуникаций (линий электропередач, связи и др.), расположенные на обочине или разделительной полосе на расстоянии менее 4 м от кромки проезжей части дорог вне

	населенных пунктов; деревья на обочинах на расстоянии менее 2,1 м от кромки проезжей части дорог в населенных пунктах; столбы в стесненных условиях на расстоянии менее 2,5 м от кромки проезжей части дорог
14 Дефекты лестничных сходов	Разрушения и дефекты ступеней и перил лестничных сходов по откосам насыпи у мостов и путепроводов
15 Проломы тротуаров	Сквозные проломы тротуарных плит
16 Дефекты бордюров и перильного ограждения	Разрушение или повреждение бордюров или перильного ограждения
17 Дефекты конструкций подземных и надземных переходов	Разрушения, повреждения и дефекты лестниц, стен, покрытий, гидроизоляции, перил и других конструкций
18 Выпотевание	Дефект, вызванный избытком вяжущего в асфальтобетоне или защитном слое, в результате чего при высокой температуре воздуха вяжущее выступает на поверхность
19 Дефекты деформационных швов	Повреждения деформационных швов на цементобетонном покрытии и покрытия около них

С момента обнаружения дефектов до окончания проведения соответствующих ремонтных работ участки автомобильных дорог и улиц должны быть ограждены.

Момент обнаружения дефекта: Дата и время регистрации местоположения, вида и величины дефекта, в том числе образования зимней скользкости, на автомобильной дороге и улице.

После устранения дефектов и приемки выполненных работ технические средства организации дорожного движения должны быть демонтированы в течение кратчайших сроков.

Кратчайшие сроки: Минимальное время, отведенное для устранения дефекта с момента его обнаружения, с учетом расположения производственных баз. При расположении производственной базы на расстоянии до 50 км кратчайший срок должен быть не более 2 ч, на расстоянии 50 км и более - не более 4 ч.

При необходимости возмещения ущерба, причиненного в результате дорожно-транспортного происшествия, должна быть проведена его оценка в соответствии. После чего поврежденные элементы обустройства автомобильных дорог и улиц подлежат восстановлению или замене в установленные сроки.

Допускается временное несоответствие эксплуатационного состояния автомобильных дорог и улиц в период, когда невозможно провести ремонтные работы из-за погодноклиматических условий. Участки автомобильных дорог и улиц с просроченными межремонтными сроками могут быть переведены временно на более низкий уровень требований.

Не допускается производство любых видов дорожно-строительных, ремонтных и иных работ на проезжей части автомобильных дорог и улиц при отсутствии дорожных знаков и других видов технических средств организации дорожного движения

Методы определения технического состояния автомобильных дорог

Для определения пространственного положения оси дороги на местности необходимо осуществить проезды дорожной лаборатории в прямом и обратном направлениях:

- для дорог с двумя полосами движения - посередине каждой полосы движения (рисунок 1);
- для дорог тремя полосами движения - посередине крайних правых (внешних) полос;
- для четырех и более полос движения - посередине крайних левых (внутренних) полос движения.

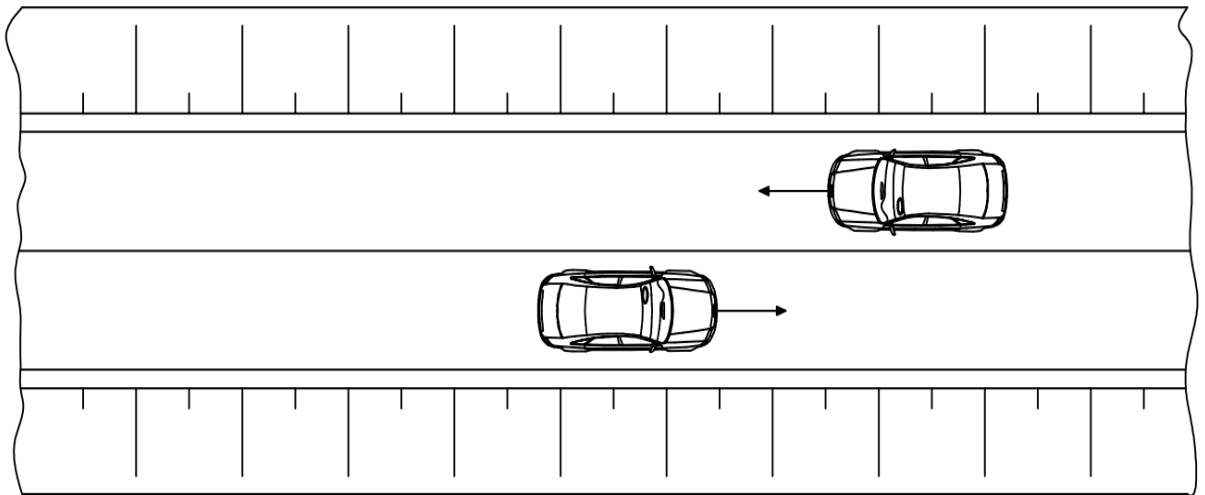


Рисунок 1 – Определение пространственного расположения оси дорог с двумя полосами движения

Во время выполнения проездов метками должны быть помечены местоположения километровых столбов, а при их отсутствии - других дорожных объектов с неизменяемым местоположением: осей перекрестков, деформационных швов мостовых сооружений, краев автопавильонов капитального типа и др. Частота пометки таких объектов 1-2 км. При этом в процессе выполнения проездов в прямом и обратном направлениях должны помечаться одни и те же объекты.

Геометрические элементы дороги и их параметры определяют на основании сведений из проектной документации для элементов дороги, выполнение измерений которых невозможно.

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

В месте измерения ширины проезжей части разбивают поперечник. Измерения проводят с использованием автоматизированных фото-, видеосистем. Допускается использовать стальные измерительные ленты, рулетки, курвиметры, оптические дальномеры, геодезические инструменты, обеспечивающие точность измерений 0,1 м. При необходимости до начала измерений с поверхности проезжей части, краевых укрепленных полос и укрепленных обочин очищают пыль и грязь, чтобы были четко видны границы укрепления.

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

Координаты километровых столбов при полной и приемочной диагностике определяют одним из способов:

- точечными полевыми измерениями при помощи спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS;
- векторизацией облаков точек лазерного сканирования с распознаванием километровых столбов;
- фотограмметрией по материалам видеосъемки (видеорядов с привязкой кадров к географическим координатам);
- по материалам исполнительной съемки;
- иными способами, дающими требуемый результат.

В качестве точки координирования километрового столба определяется точка у его основания с лицевой стороны при движении в прямом направлении дороги. Точность определения координат должна быть не более 1 м в плане.

Геометрические параметры автомобильных дорог можно определять с помощью универсальной трехметровой рейки.

Универсальная трехметровая рейка предназначена для определения продольных и поперечных уклонов дорожного покрытия и обочин, заложения откосов земляного полотна, кюветов и выемок, ширины земляного полотна, основания и покрытия, толщины конструктивных слоев дорожной одежды (рис.2).



Рисунок 2 - Универсальная трехметровая рейка

Универсальная рейка представляет собой двух шарнирный складывающийся трехметровый корпус, имеющий на боковой поверхности шкалу для измерения геометрических параметров, проградуированную в сантиметрах.

На верхней плоскости центральной части корпуса линейки расположено измерительное устройство с уровнем для измерения продольных и поперечных уклонов. Измерительное устройство имеет лимб. В средней части корпуса расположен эклиметр для измерения заложения откосов насыпей и выемок, представляющий собой балансир со шкалой, проградуированной в уклонах (рис.3).

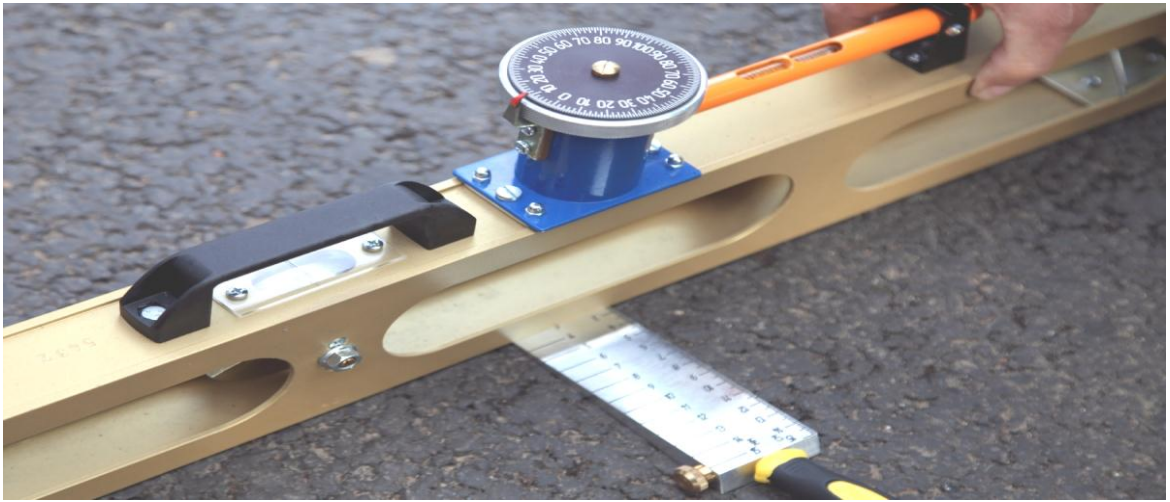


Рисунок 3 – Измерительные устройства универсальной рейки

Технические данные

1. Число измеряемых параметров—5.
2. Пределы измерения уклонов проезжей части и обочин — 0—100 ‰.
3. Цена деления шкалы лимба измерительного устройства — 10 ‰.
4. Погрешность измерения уклонов — 1 ‰,
5. Диапазон измерений заложения откосов — 1:3 до 1:1.
6. Цена деления шкалы линейки — 5 мм.
7. Пределы измерения ровности — 2 — 15 мм.
8. Габаритные размеры в транспортном (рабочем) положении, мм:
длина - 1000 (3000); ширина — 150 (50); высота — 200 (200).

На торце рейки винтом закреплен клин для определения ровности покрытия и измерения толщины конструктивных слоев покрытия. Клин в сечении имеет форму прямоугольного треугольника с соотношением катетов

1 : 10. Вдоль большого катета нанесена шкала с шагом 1 см, что дает возможность измерять просвет между рейкой и покрытием с точностью до 1 мм. Для удобства переноса рейка снабжена ручкой.

Прибор перевозится к месту работы в транспортном положении. На месте работы рейка раскладывается в рабочее положение.

Перед определением продольного уклона необходимо проверить показания измерительного устройства. Для этого необходимо установить рейку параллельно оси проезжей части автомобильной дороги. Вращением регулировочного винта измерительного устройства установить уровень в горизонтальное положение, которому соответствует центральное положение пузырька воздуха в ампуле уровня и по шкале лимба измерительного устройства определить величину уклона. Затем необходимо развернуть рейку на 180° и установить ее точно в то место, где она была ранее установлена. Полученное значение величины продольного уклона должно быть точно такое, которое было получено при первом измерении. Если величина продольного уклона оказалось разной, необходимо откорректировать показания измерительного устройства.

Для измерения продольного и поперечного уклонов проезжей части дорожного полотна или обочин прибор устанавливают на покрытие или обочину. Вращением регулировочного винта измерительного устройства установить уровень в горизонтальное положение и определить величину уклона.

Для измерения заложения откосов насыпей или выемок прибор может использоваться как в рабочем, так и в транспортном положении. Прибор устанавливают на откос в поперечном направлении, при этом риски на балансирах указывают на величину заложения откоса (рис.4).



Рисунок 4 – Определение величины заложения откоса земляного полотна с помощью универсальной рейки

Для определения ровности покрытия рейку устанавливают на покрытие параллельно оси дороги на расстоянии 0,5 — 1,0 м от кромок покрытия или полосы движения. С помощью шаблона определяют просветы между рейкой и поверхностью покрытия в пяти фиксированных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м одна от другой и от торцов рейки.

Для измерения толщины конструктивных слоев дорожной одежды пользуются шкалой, расположенной на клине.

Геометрические параметры элементов дороги измеряют с помощью шкалы, нанесенной на боковой поверхности рейки.

Высоту насыпи определяют двумя способами. По первому способу определяют величину заложения откоса и длину откоса насыпи (Рис.4).

Высоту насыпи вычисляют по формуле

$$h = \frac{l}{\sqrt{1 + m^2}}$$

где l - длина откоса насыпи, м;

m - величина заложения откоса насыпи

По второму способу определяют высоту насыпи с помощью трехметровой рейки и вешки, на которой нанесены сантиметровые деления.

При измерении невысокой насыпи трехметровую рейку одним торцом укладывают на бровку земляного полотна. Лимб измерительного устройства устанавливают на нулевое положение. С помощью вешки с сантиметровыми делениями определяют высоту насыпи. (Рис. 5)

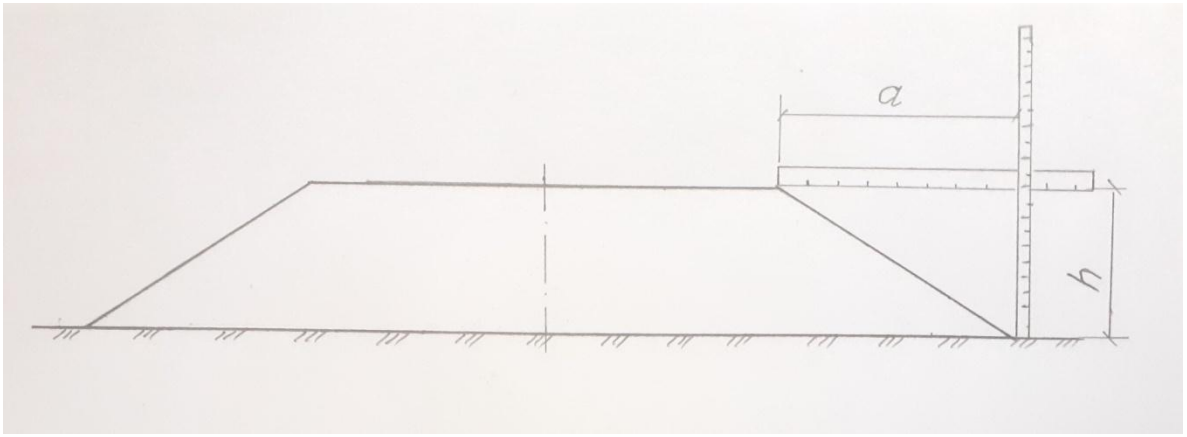


Рисунок 5 Определение высоты низкой насыпи

Величину заложения откоса насыпи определяют по формуле

$$m = a/h$$

При измерении высокой насыпи трехметровую рейку устанавливают, как показано на (Рис.6). С помощью вешки определяют высоту насыпи в двух точках: h_1 и h_2 .

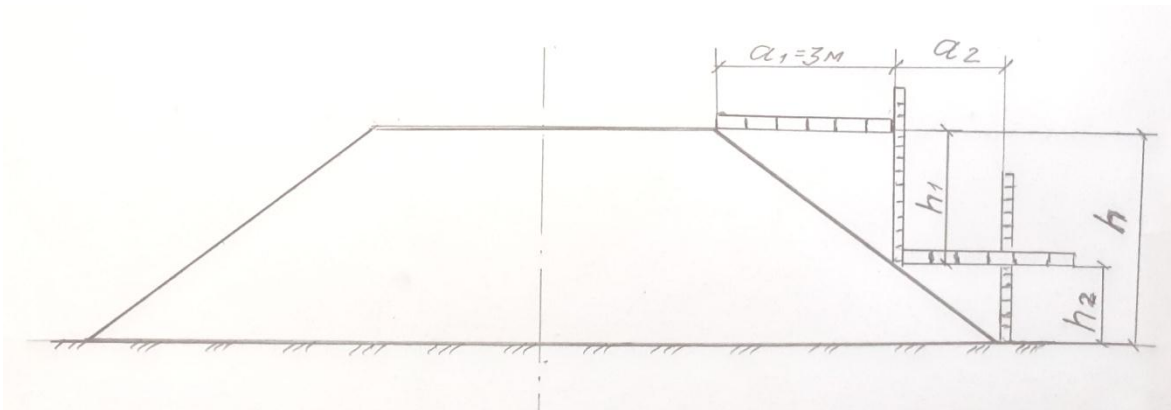


Рисунок 6 Определение высоты высокой насыпи

Общую высоту насыпи определяют по формуле

$$h = h_1 + h_2$$

Величину заложения откоса высокой насыпи определяют по формуле

$$m = (a_1 + a_2)/(h_1 + h_2)$$

Практическая работа №3

Определение интенсивности движения автомобилей визуальным методом.

Для определения интенсивности движения автомобилей визуальным методом выбирают участок автомобильной дороги или улицы.

Персоналу, выделенному для проведения учета, необходимо:

-знать инструкцию по учету движения и порядок заполнения журнала непосредственного учета движения;

- при визуальном учете разделять транспортный поток по составу на требуемые виды;
- проводить учет в строго установленное время;
- соблюдать правила техники безопасности согласно инструкциям для работников дорожных служб.

При подсчете транспортных средств мопеды и велосипеды не учитывают.

Необходимо выбирать такое количество учетчиков, чтобы на одного человека приходилось не более 350-400 транспортных единиц в час в одном направлении или 150 единиц в обоих направлениях. Данные непосредственного учета движения заносят в специальный журнал.

Обработка результатов учета интенсивности движения заключается в расчете характеристик транспортного потока.

Характеристиками транспортного потока являются:

- а) среднегодовая суточная интенсивность движения по типам транспортных средств;
- б) общая среднегодовая суточная интенсивность движения;
- в) среднегодовая суточная интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю;
- г) максимальная часовая интенсивность движения за год;
- д) максимальная часовая интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю;
- е) наибольшая часовая интенсивность движения, повторяющаяся в течение не менее 50 ч;
- ж) максимальная суточная интенсивность движения;
- з) среднегодовая суточная интенсивность движения при классификации транспортных средств по категориям А, В, С, D

Метод краткосрочного автоматизированного учета интенсивности движения.

Для проведения работы можно использовать имеющиеся приборы и оборудование по определению интенсивности движения автомобилей методом автоматизированного учета, например, счетчик-классификатор транспортных средств (рис. 1), включающий:

- микропроцессорный блок, обеспеченный клавиатурой, жидкокристаллическим экраном и устройствами считывания и записи информации, объемом памяти для хранения информации не менее 200 кбайт, специальным программным обеспечением;
- устройства, выполняющие прием сигнала от транспортных средств, проходящих через поперечное сечение автомобильной дороги, и передачу сигнала микропроцессорному блоку (детекторы транспорта) (рис. 1);
- источник питания (автономный или внешний);
- вспомогательные средства;
- крепежные элементы детекторов транспорта.

Учет интенсивности необходимо производить одновременно по каждому направлению движения.

Минимальное время измерения на учетной точке – 4 ч. Температура воздуха должна быть не ниже 0 °С.

При подготовке к проведению учета интенсивности необходимо выполнить следующие работы:

- проверить наличие напряжения в соответствии с инструкцией по эксплуатации;

- визуально проверить внешнее состояние детекторов;
- установить и закрепить детекторы транспорта в соответствии с инструкцией по эксплуатации счетчика;
- настроить счетчик на требуемую схему учета интенсивности движения.



Рисунок 1 - Микропроцессорный блок счетчика-классификатора транспортных средств

Практическая работа №4

4. *Определение характеристик транспортного потока.*

Фактическая скорость автомобилей служит интегральным показателем эксплуатационного состояния дороги, от которого зависит эффективность работы автомобильного транспорта.

Различают следующие скорости движения: расчетную, мгновенную, эксплуатационную, техническую и скорость свободного движения.

На расчетную скорость рассчитываются все геометрические элементы автомобильной дороги при разработке проекта строительства или реконструкции.

Мгновенные скорости различают 15, 50 и 85%-ной обеспеченности.

Значение скоростей 15%-ной обеспеченности показывает скорость медленно движущихся автомобилей, вынуждающих совершать обгон остальных 85% автомобилей. Эту скорость принимают как минимально допустимую при искусственном регулировании движения.

Скорость 50%-ной обеспеченности соответствует средней мгновенной скорости всех автомобилей в транспортном потоке.

Скорость 85%-ной обеспеченности показывает скорость, которую не превышает основная часть потока автомобилей. Эта скорость обычно используется при выборе средств организации движения и введении ограничения скоростей.

Мгновенную скорость отдельных автомобилей и транспортного потока определяют непосредственным измерением. Определяют скорость движения отдельных автомобилей. На основе измерений строят кумулятивные кривые распределения скоростей, по которым определяют скорости 15, 50 и 85%-ной обеспеченности.

Мгновенная скорость транспортных средств может быть определена радиолокационными приборами или им подобными.

Всего необходимо произвести от 30 - при интенсивности движения более 200 авт./ч до 100 замеров - при интенсивности движения более 50 авт./ч.

Практическая работа №4

Определение пропускной способности автомобильных дорог и уровней обслуживания движения.

Следует различать: теоретическую, практическую и расчетную пропускную способность.

Теоретическую пропускную способность P_T определяют расчетом для горизонтального участка дороги, считая постоянными интервалы между автомобилями и однородным составом транспортного потока (состоящим только из легковых автомобилей).

Под *практической* понимают пропускную способность, которая обеспечивается на дорогах в реальных условиях движения. Различают два вида практической пропускной способности: максимальную P_{max} , наблюдаемую на эталонном участке, и практическую P в конкретных дорожных условиях.

Максимальная практическая пропускная способность P_{max} устанавливается на эталонном участке при благоприятных погодных- климатических условиях и транспортном потоке, состоящем только из легковых автомобилей. Анализируя зависимость величины пропускной способности от скорости движения видно, что в данном случае график представлен в виде кривой второго порядка (рис. 1).

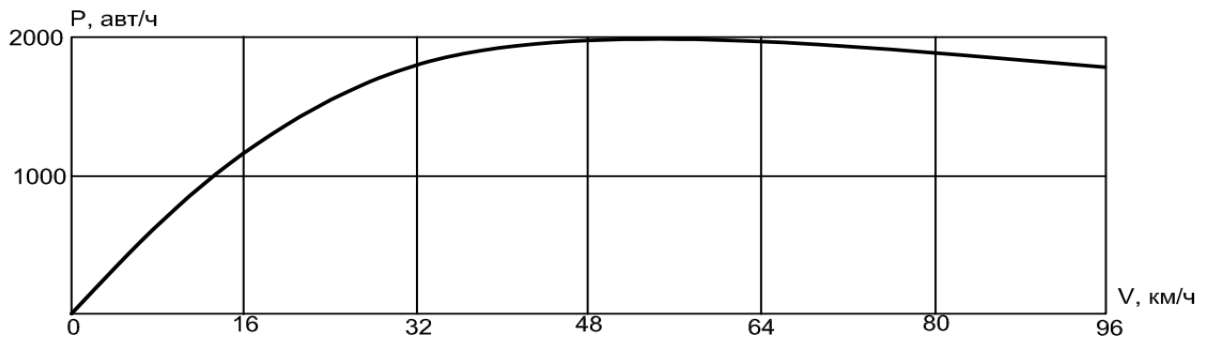


Рисунок 1 - Зависимость пропускной способности полосы движения автомобильной дороги от скорости движения автомобилей.

Из графика видно, что при определенном значении скорости пропускная способность достигает максимума, после чего начинается снижаться. Это происходит потому, что при возрастании скорости движения увеличивается безопасное расстояние между автомобилями и пропускная способность полосы движения снижается.

Практическая работа №5

Измерение ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой.

Простейшим прибором для определения ровности дорожных покрытий и оснований является трехметровая рейка. Длина рейки составляет $(3000 + 2)$ мм. Прогиб рейки от собственной массы в середине пролета длиной 2900 мм не должен превышать 0,4 мм.

Ширина опорной грани рейки $(50 + 2)$ мм. На боковых гранях рейки нанесены деления через 1,0 см. Измерения просветов под рейкой производят в пяти фиксированных точках, расположенных через $(500 + 2)$ мм. Расстояние от крайних меток до торцов рейки составляет $(500 + 2)$ мм (рис. 1). Клиновой промерник имеет две плоские грани шириной $(50 + 0,5)$ мм. На верхней грани клинового промерника нанесены поперечные риски с шагом $(10 + 0,1)$ мм; риски имеют цифровые обозначения от 1 до 15.

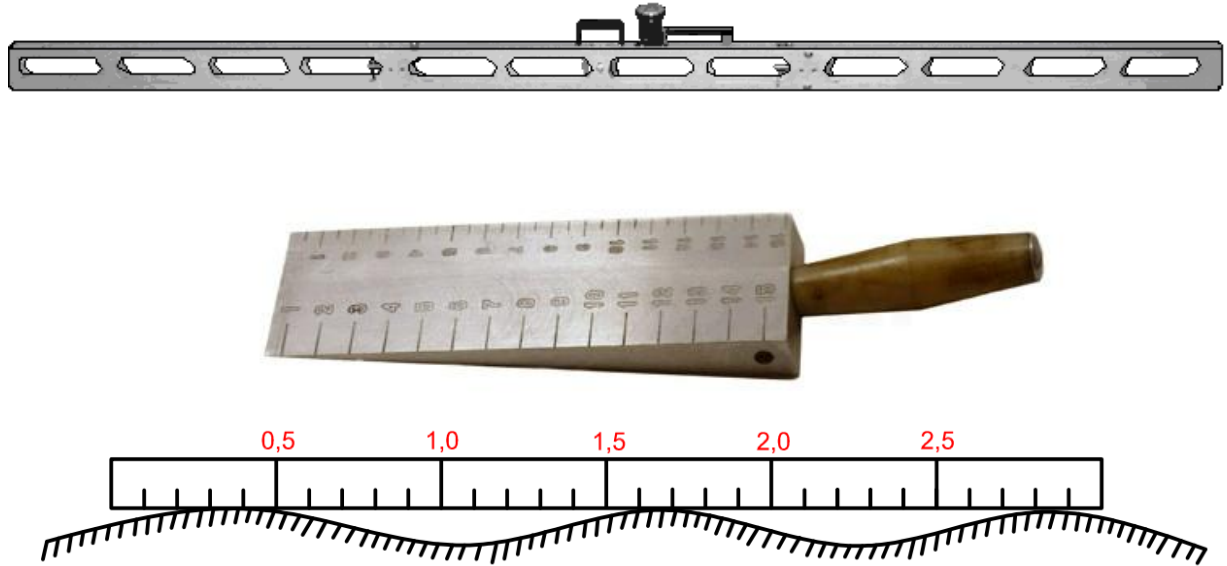


Рисунок 1 – Трехметровая рейка с клиновым промерником

Степень ровности покрытия оценивают по величине зазора между нижней плоскостью рейки, уложенной на проезжую часть, и поверхностью покрытия.

Измерение следует осуществлять непрерывно по всей длине выбранного участка. При каждом следующем приложении рейки ее начало должно совпадать с концом рейки в ее предыдущем приложении.

Оценка ровности дорожного покрытия с помощью геодезических инструментов.

Наиболее простым и часто используемым на производстве методом измерения ровности дорожных покрытий является так называемый **метод амплитуд**. Он заключается в определении вертикальных относительных отметок путем нивелирования.

Длина участка нивелирования должна быть не менее 400 м.

Места установки нивелирной рейки должны быть расположены на одной линии, находящейся на расстоянии 0,5-1,0 м от Кромки покрытия или основания дороги. Места установки должны быть обозначены метками. Шаг меток $5 \pm 0,2$ м. Измерения следует проводить, последовательно устанавливая нивелирную рейку на каждую из меток (рис. 1).

По данным нивелирования вычисляют относительные отметки точек поверхности покрытия или основания дороги в местах разметки и определяют отклонение этих точек δh_i , (кроме первой и последней на участке измерений) от прямой линии, проходящей через предыдущую $(i-1)$ и последующую $(i+1)$ точки по формуле

$$\delta h_i = \left| \frac{h_{i-1} + h_{i+1}}{2} - h_i \right|$$

где h_{i-1} , h_i , h_{i+1} — относительные отметки предыдущей, данной и последующей точек.

Определяют также наибольшее значение δh_i

Общее число полученных величин δh_i , следует принять за 100 % и с точностью до 0,1 % вычислить число процентов величин δh_i , меньше установленных.

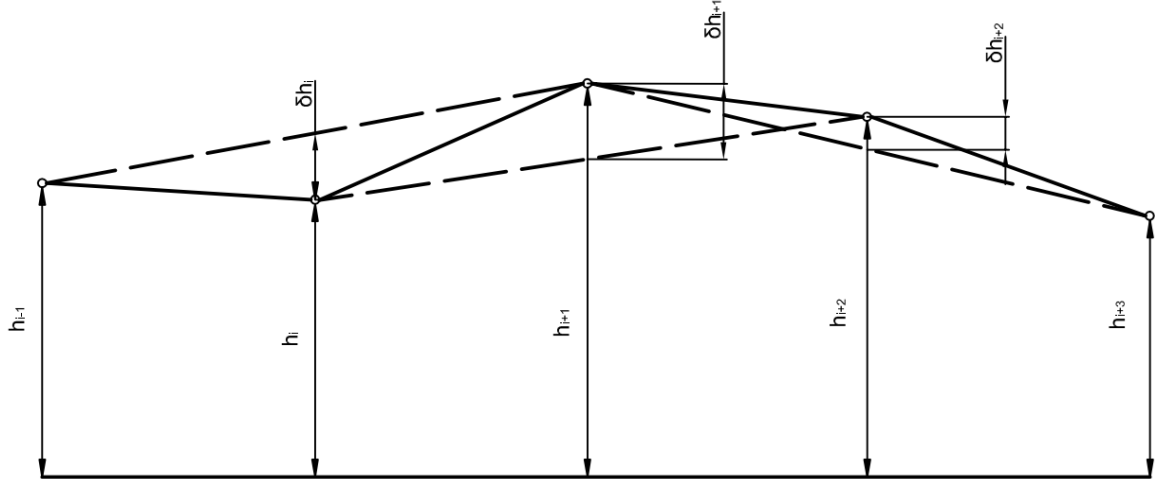


Рисунок 1 – Схема измерения ровности покрытия методом «амплитуд»

Методы измерения ровности высокоскоростным профилометром.

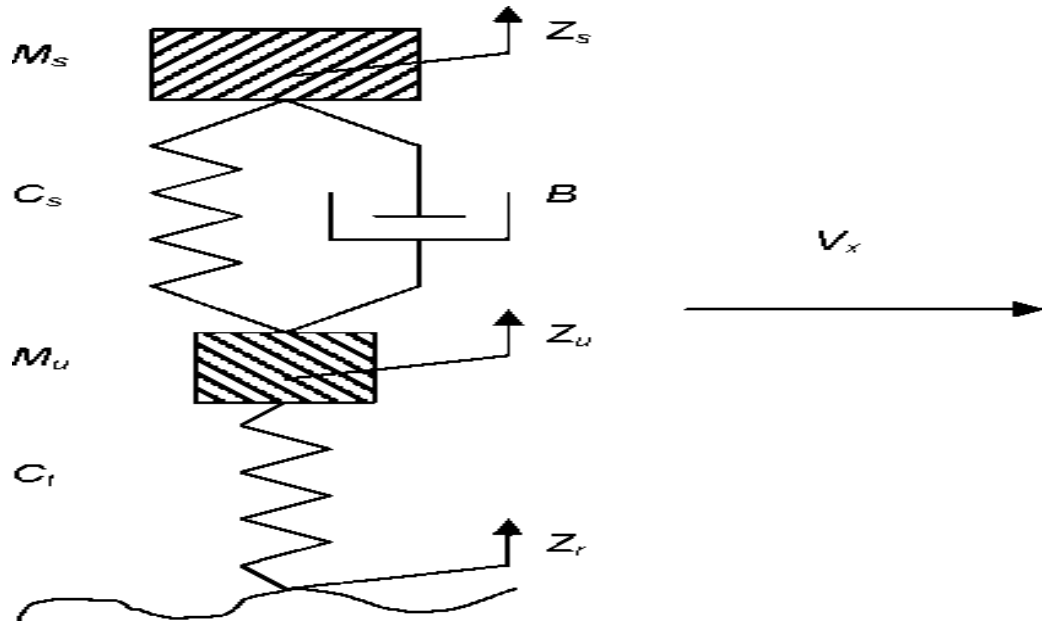
Высокоскоростной профилометр: Передвижная измерительная установка, позволяющая при проезде по дороге со скоростями транспортного потока определять ординаты микропрофиля дорожной поверхности с требуемой точностью.

Метод измерения ровности покрытий автомобильных дорог, в основу которого положен новый подход, заключающийся в том, что результатом измерения является продольный микропрофиль проезжей части в виде массива ординат. При этом расстояние между фиксируемыми ординатами может составлять несколько сантиметров, а точность их измерения — доли миллиметров в зависимости от особенностей применяемого оборудования.

Модель автомобиля для расчета показателя *IRI* представляет собой систему, состоящую из следующих элементов:

- колеса с заданной жесткостью шины;
- неподрессоренной массы;
- поддрессоренной массы;
- упругого элемента подвески (пружины или рессоры) с заданной жесткостью;
- гасящего элемента (амортизатора) с заданным коэффициентом вязкого трения.

Модель автомобиля для расчета показателя *IRI* представлена на рис. 1.



M_s — подрессоренная масса;
 Z_s — вертикальная координата подрессоренной массы;
 C_s — жесткость пружины (рессоры); B — коэффициент вязкого трения амортизатора;
 M_u — неподрессоренная масса; Z_u — вертикальная координата неподрессоренной массы;
 C_t — жесткость шины; Z_r — высотная отметка поверхности

Рисунок 1 — Модель автомобиля для расчета *IRI*.

Практическая работа №6

Методы измерения дефектов дорожного покрытия.

При эксплуатации автомобильных дорог общего пользования необходимо регулярно проводить измерение геометрических размеров повреждений дорожных покрытий, влияющих на безопасность дорожного движения.

Повреждение дорожного покрытия: Нарушение целостности (сплошности) или функциональности дорожного покрытия, вызванное внешними воздействиями, либо обусловленное нарушениями технологии строительства автомобильных дорог.

Дорожное покрытие: Верхняя часть дорожной одежды, устраиваемая на дорожном основании, непосредственно воспринимающая нагрузки от транспортных средств и предназначенная для обеспечения заданных эксплуатационных требований и защиты дорожного основания от воздействия погодных-климатических факторов.

Дорожная одежда: Конструктивный элемент автомобильной дороги, воспринимающий нагрузку от транспортных средств и передающий ее на земляное полотно.

Места проведения измерений и схема организации движения на время проведения дорожных работ должны быть согласованы с органами, ответственными за организацию безопасности дорожного движения.

При проведении стационарных измерений геометрических размеров повреждений, места проведения измерений должны быть ограждены с помощью временных технических средств организации движения. При проведении измерений подвижными установками, они должны быть обозначены сигнальными знаками, обеспечивающими информирование участников дорожного движения о проведении дорожных работ.

Специалисты, проводящие измерения должны соблюдать инструкции по охране труда, устанавливающие правила поведения и выполнения работ на автомобильных дорогах,

иметь средства индивидуальной защиты, обеспечивающие повышенную видимость в условиях проведения работ на автомобильных дорогах.

Не допускается проведение измерений при наличии снежного покрова и льда на покрытии автомобильной дороги в местах непосредственного проведения измерений.

Метод измерения величины колейности дорожных покрытий

Колейность: Плавное искажение поперечного профиля автомобильной дороги, локализованное вдоль полос наката.

Полоса наката: Продольная полоса на поверхности проезжей части автомобильной дороги, соответствующая траектории движения колес транспортных средств, движущихся по полосе движения.

При подготовке к проведению измерений геометрических размеров повреждений необходимо определить визуально вид повреждения дорожного покрытия и осуществить его привязку относительно участка автомобильной дороги.

При проведении измерений величины колейности необходимо определить границы и длину самостоятельного участка, на котором при визуальной оценке величина колейности одинакова. Длина самостоятельного участка может составлять до 1000 м. В случае если длина самостоятельного участка более 1000 м, самостоятельный участок необходимо разбить на измерительные участки длиной (100 ± 10) м. Если общая длина самостоятельного участка не равна целому числу измерительных участков по (100 ± 10) м каждый, выделяют дополнительный укороченный измерительный участок. В случае если длина самостоятельного участка менее 100 м, данный участок является одним измерительным участком.

На каждом измерительном участке выделяют пять точек проведения измерения величины колейности, на равном расстоянии друг от друга (приблизительно через 20-25м), которым присваиваются номера от 1 до 5.

Сущность метода заключается в измерении клиновым промерником или металлической линейкой максимального просвета под трехметровой рейкой, уложенной на дорожное покрытие перпендикулярно к оси автомобильной дороги.

При проведении измерений выполняют следующие операции:

а) устанавливают трехметровую рейку на дорожное покрытие в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги таким образом, чтобы она перекрывала измеряемую колею на обеих полосах наката. При невозможности одновременно перекрыть трехметровой рейкой колейность на обеих полосах наката, перемещают рейку в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги и проводят измерение на каждой полосе наката в пределах измеряемой полосы движения отдельно;

б) измеряют клиновым промерником или металлической линейкой максимальный просвет под трехметровой рейкой с точностью до 1 мм;

в) вносят полученные данные в ведомость измерения величины колейности;

г) повторяют действия в каждой точке проведения измерения величины колейности.

Ведомость измерения величины колейности приведена в табл. 1

Таблица 1 - Ведомость измерения величины колеяности

Номер самостоятельного участка	Привязка к километражу и протяженность	Длина измерительного участка l , м	Величина колеяности по точкам измерения		Расчетная величина колеяности на измерительном участке $h_{ки}$, мм	Расчетная величина колеяности на самостоятельном участке $h_{кс}$, мм
			точки измерения	глубина колеи h_k , мм		
			1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			1			
			2			
			3			
			4			
			5			

Схема проведения измерения представлена на рис. 1

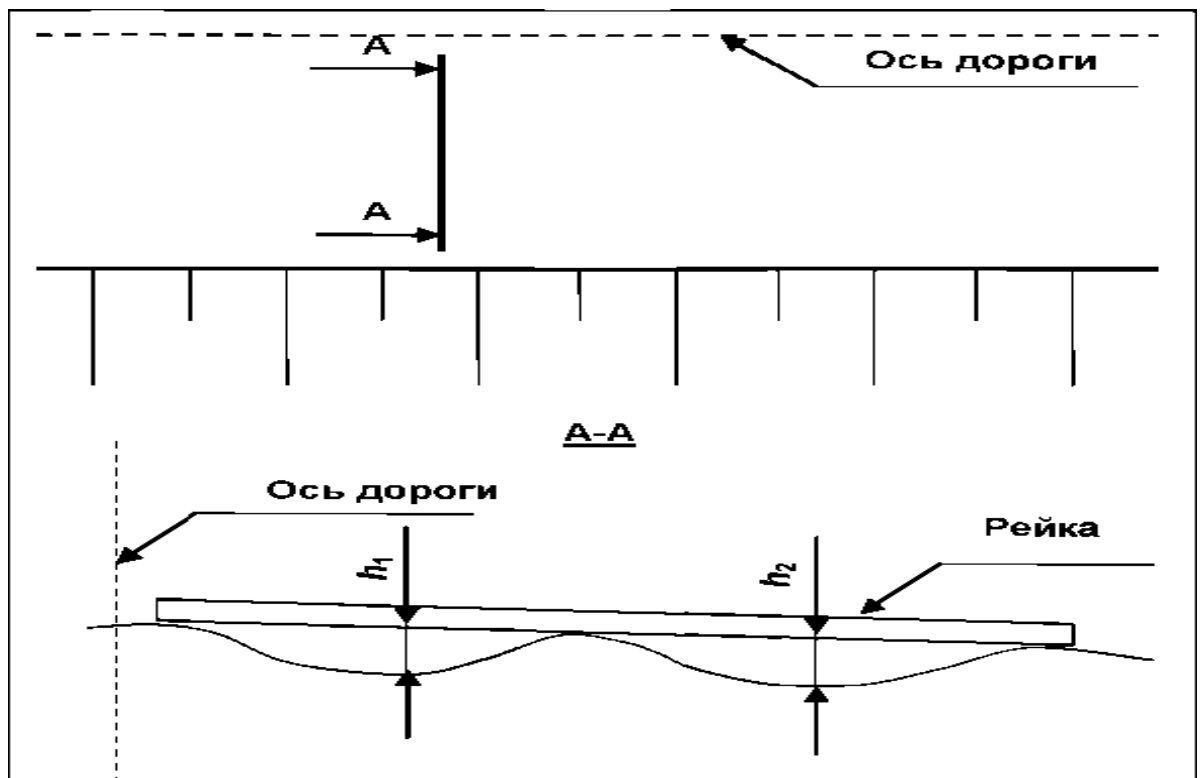


Рисунок 1 - Схема проведения измерений величины колеяности

h_1 и h_2 - максимальные просветы под трехметровой рейкой по правой и левой полосам наката, мм

Если в точке измерения величины колеяности имеется иное повреждение дорожного покрытия, влияющее на величину измеряемого параметра, перемещают рейку вдоль оси дороги на такое расстояние, чтобы исключить влияние данного повреждения на измеряемый параметр.

За расчетное значение величины колейности принимается максимальное значение, измеренное на каждом измерительном участке.

Расчетное значение величины колейности на самостоятельном участке рассчитывают как среднее арифметическое из всех расчетных значений величины колейности на измерительных участках по формуле

$$h_{kc} = \frac{\sum_1^n h_{ки}}{n}$$

где $h_{ки}$ - расчетное значение величины колейности на измерительных участках, мм;

n - число измерительных участков.

При сплошной регистрации повреждений дорожного покрытия допускается проведение выборочных измерений глубины выявленной колеи.

Сплошные измерения выполняют с помощью специализированных сканирующих систем, позволяющих обеспечивать соблюдение рекомендуемых критериев измерений, указанных в таблице 2.

Таблица 2 - Рекомендуемые критерии измерений колейности

Наименование критерия	Рекомендуемое значение критерия при сплошном измерении колейности
Ширина полосы захвата	Не менее 3 м за один проход с условием перекрытия обеих полос наката
Шаг сканирования в продольном направлении	Не более 20 м
Частота получения высотных отметок точек в поперечном профиле	Не более 0,15 м
Точность определения глубины колеи	± 1 мм в одном створе
Величина фиксируемых высотных отметок поперечного профиля относительно плоскости покрытия	От -50 мм (выпор) до 100 мм (колея)

При использовании сканирующих систем в каждом створе по основным полосам движения должна рассчитываться глубина колеи для правой и левой полос наката. Итоговые данные представляются по наиболее глубокой колее. Системы должны иметь возможность корректировки показаний при попадании створа сканирования на дефект покрытия (выбоину, трещину и т. п.).

Выборочные измерения выполняют на обеих полосах наката. При невозможности произвести измерения на обеих полосах наката одновременно их проводят в пределах измеряемой полосы движения отдельно по правой внешней полосе наката в прямом и обратном направлениях на участках, где при визуальном осмотре установлено наличие колеи.

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

Метод измерения величины сдвига, волны и гребенки

Сдвиг: Местная деформация асфальтобетонного покрытия, имеющая вид выступов и впадин с плавно очерченными краями, образовавшаяся вследствие сдвига слоев покрытия по основанию или верхнего слоя покрытия по нижележащему.

Волна (гребенка): Чередование впадин и выступов на дорожном покрытии в продольном направлении по отношению к оси автомобильной дороги.

Впадина: Местная деформация, имеющая вид плавного углубления дорожного покрытия без разрушения материала покрытия.

Выступ: Местная деформация, имеющая вид плавного возвышения дорожного покрытия без разрушения материала покрытия.

Сущность метода заключается в измерении протяженности повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги и измерении клиновым промерником или металлической линейкой максимального просвета под трехметровой рейкой, уложенной на дорожное покрытие в направлении, параллельном оси автомобильной дороги (рис .2).

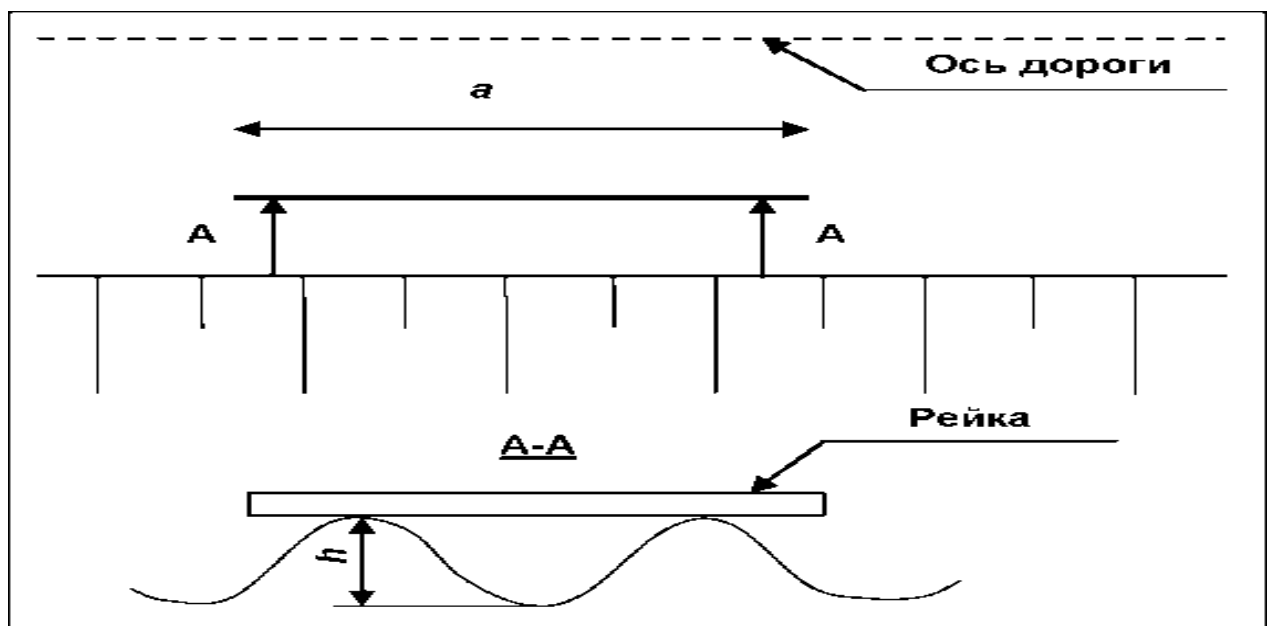


Рисунок 2 - Схема проведения измерений величины сдвига, волны и гребенки; a - максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги, см; h - максимальный просвет под трехметровой рейкой, мм

При проведении измерений выполняют следующие операции:

а) измеряют рулеткой или устройством для измерения расстояние максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги с точностью до 10 см;

б) устанавливают трехметровую рейку на дорожное покрытие в направлении, параллельном оси автомобильной дороги таким образом, чтобы перекрыть измеряемое повреждение;

в) измеряют клиновым промерником или металлической линейкой максимальный просвет под трехметровой рейкой с точностью до 1 мм.

Если ввиду размеров повреждения, не представляется возможным провести измерение максимального просвета под трехметровой рейкой, измеряют только максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги.

За значение размера протяженности сдвига, волны и гребенки принимается величина повреждения, измеренная в направлении, параллельном оси автомобильной дороги. За значение величины сдвига, волны и гребенки каждого отдельного повреждения принимается величина максимального просвета под трехметровой рейкой.

Метод измерения величины геометрических размеров выбоины, пролома и просадки

Выбоина: Местное разрушение дорожного покрытия, имеющее вид углубления с резко очерченными краями.

Пролом: Полное разрушение дорожной одежды на всю толщину, имеющее вид углубления с резко очерченными краями.

Просадка: Деформация дорожной одежды, имеющая вид углубления с плавно очерченными краями, без разрушения материала покрытия.

Сущность метода заключается в измерении площади повреждения, соответствующей площади прямоугольника со сторонами, параллельными и перпендикулярными к оси проезжей части автомобильной дороги, описанного вокруг поврежденного места, и определения глубины повреждений путем измерения клиновым промерником или металлической линейкой максимального просвета под трехметровой рейкой (рис 3).

При проведении измерений выполняют следующие операции:

а) измеряют рулеткой или линейкой максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги с точностью до 1 см;

б) измеряют рулеткой или линейкой максимальный размер повреждения в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги с точностью до 1 см;

в) устанавливают трехметровую рейку на дорожное покрытие в направлении, параллельном оси автомобильной дороги таким образом, чтобы перекрыть измеряемое повреждение;

г) измеряют линейкой максимальный просвет под трехметровой рейкой с точностью до 1 мм.

Если ввиду размеров повреждения, не представляется возможным провести измерение максимального просвета под трехметровой рейкой, измеряют только максимальные размеры повреждения в направлениях, параллельном и перпендикулярном к оси автомобильной дороги

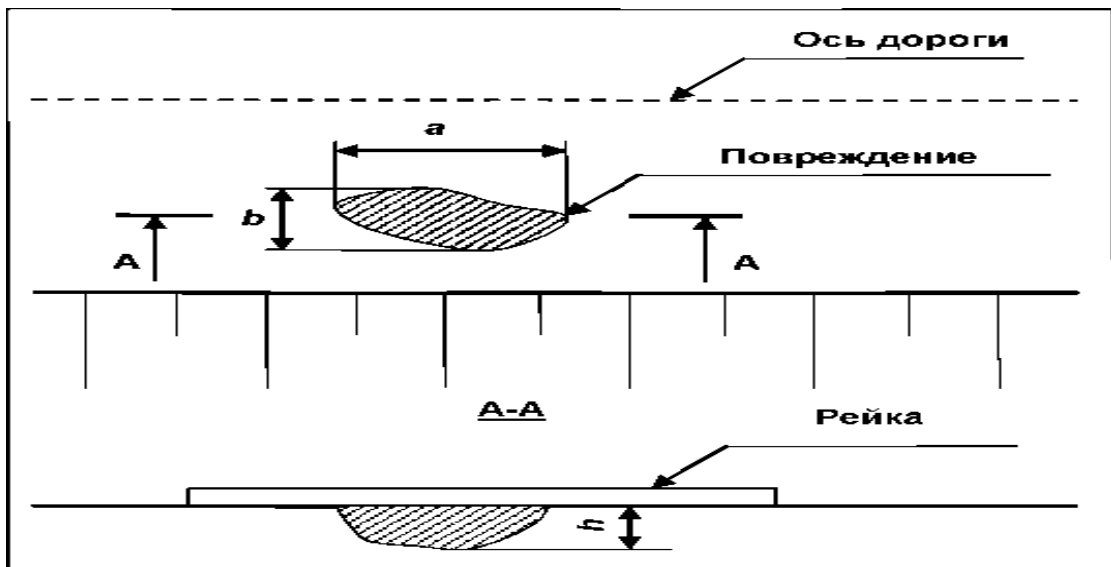


Рисунок 3 - Схема проведения измерений величины геометрических размеров выбоины, пролома и просадки;

h - максимальный просвет под трехметровой рейкой, мм;

a - максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги, см; b - максимальный размер повреждения в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги, см

Площадь выбоины, пролома и просадки рассчитывают по формуле

$$S = a*b, \quad (1)$$

где a - максимальный размер повреждения, измеренный в направлении, параллельном оси автомобильной дороги, см;

b - максимальный размер повреждения, измеренный в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги, см.

За значение глубины выбоины, пролома и просадки принимается величина максимального просвета под трехметровой рейкой.

Метод измерения величины возвышения или углубления неровности ямочного ремонта

Неровность ямочного ремонта: Возвышение или углубление ремонтного материала относительно поверхности дорожного покрытия в местах проведения ремонта.

Сущность метода заключается в измерении клиновым промерником или металлической линейкой максимального просвета под трехметровой рейкой, уложенной в местах ремонта повреждений дорожного покрытия.

При проведении измерений выполняют следующие операции:

а) устанавливают трехметровую рейку на дорожное покрытие в направлении, параллельном оси автомобильной дороги в местах ремонта повреждений дорожного покрытия;

б) измеряют линейкой максимальный просвет под трехметровой рейкой с точностью до 1 мм. В случае измерения возвышения ремонтного материала, если оба конца рейки не касаются покрытия, оба просвета измеряют по краю мест ремонта повреждения с двух сторон рейки и фиксируют максимальный просвет. В случае если из-за малого размера места ремонта повреждения, один конец рейки опирается на покрытие, а другой не касается его, просвет измеряют по краю места ремонта повреждения со стороны конца рейки, опирающегося на покрытие. Графические схемы проведения измерений представлены на рис. 4 – 6.

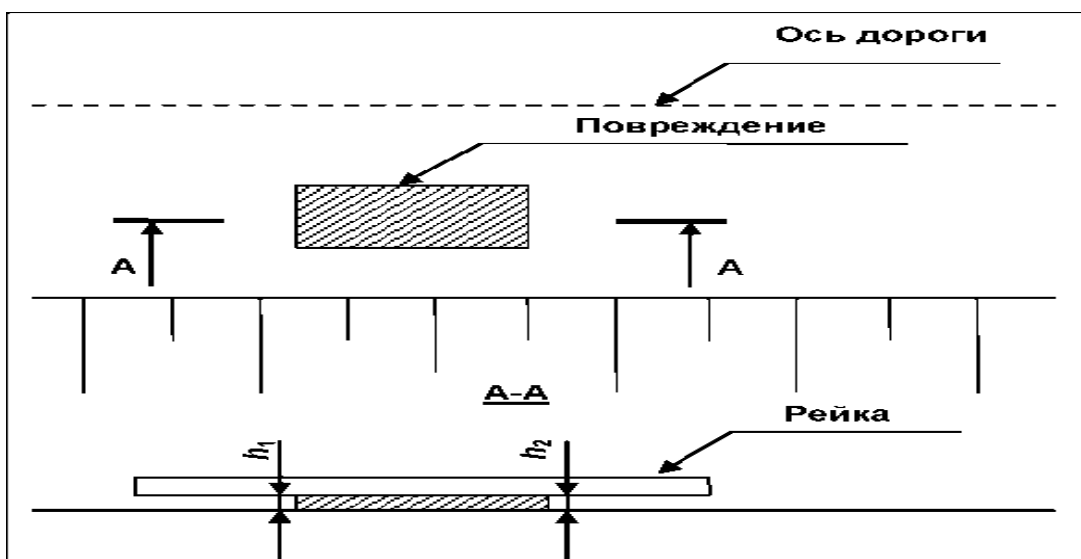


Рисунок 4 - Схема проведения измерений величины возвышения неровности ямочного ремонта; h_1 - h_2 /- максимальные просветы под трехметровой рейкой с одного и другого края места ремонта повреждения, мм

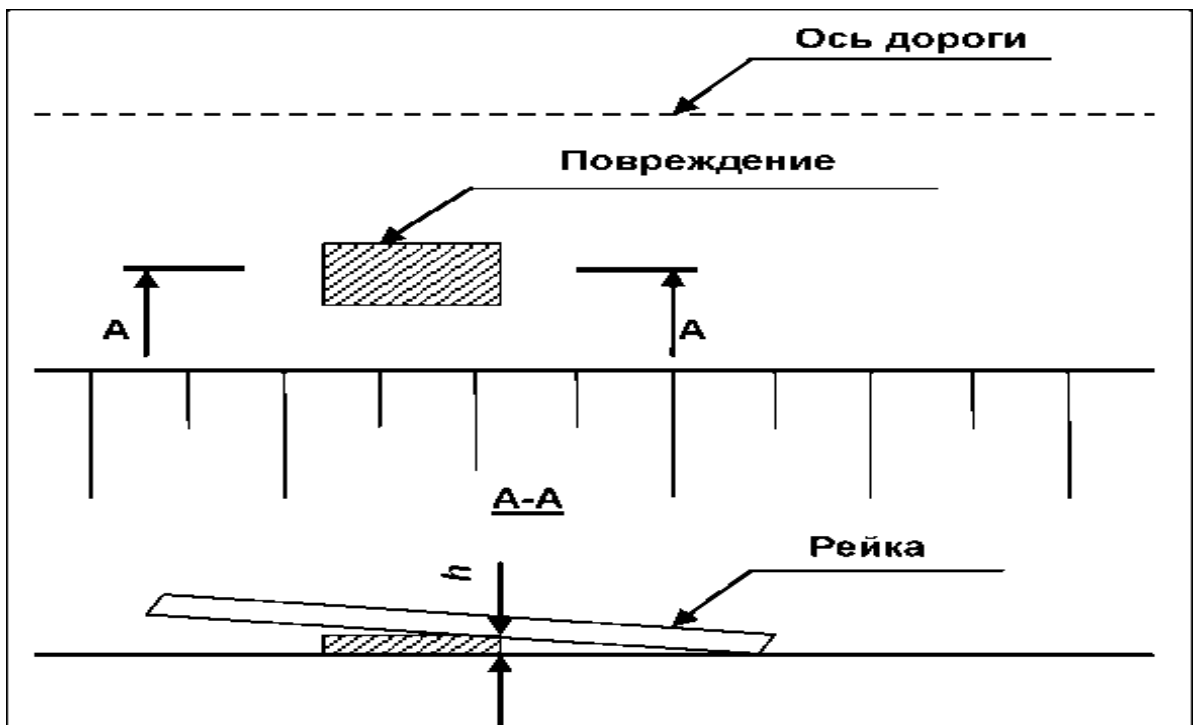


Рисунок 5 - Схема проведения измерений величины возвышения неровности ямочного ремонта; h - максимальный просвет под трехметровой рейкой у края места ремонта повреждения, мм

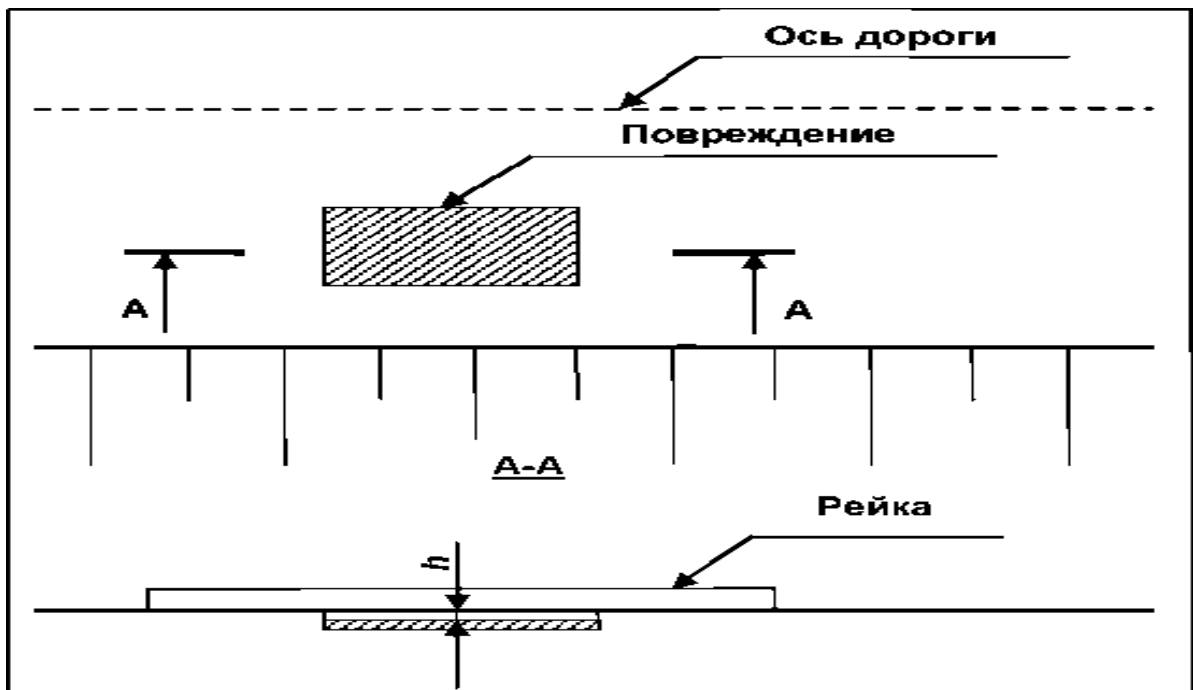


Рисунок 6 - Схема проведения измерений величины углубления ямочного ремонта; h - максимальный просвет под трехметровой рейкой у края места ремонта повреждения, мм

Метод измерения величины геометрических размеров сетки трещин, шелушения, выкрашивания и выпотевания

Сетка трещин: Взаимопересекающиеся продольные, поперечные и криволинейные трещины, делящие поверхность ранее монолитного покрытия на ячейки.

Выкрашивание: Поверхностное разрушение дорожного покрытия в результате отделения зерен минерального материала из покрытия.

Выпотевание: Выступление излишка вяжущего на поверхность дорожного покрытия с изменением текстуры и цвета покрытия.

Сущность метода заключается в измерении площади повреждения, соответствующей площади прямоугольника со сторонами, параллельными и перпендикулярными к оси проезжей части, описанного вокруг поврежденного места.

Площадь сетки трещин, шелушения, выкрашивания и выпотевания рассчитывают по формуле (1).

При проведении измерений выполняют следующие операции:

а) измеряют рулеткой или другим устройством для измерения расстояния максимальный размер повреждения в направлениях, параллельном и перпендикулярном к оси автомобильной дороги с точностью до 10 см.

Графическая схема проведения измерений представлена на рис. 7.

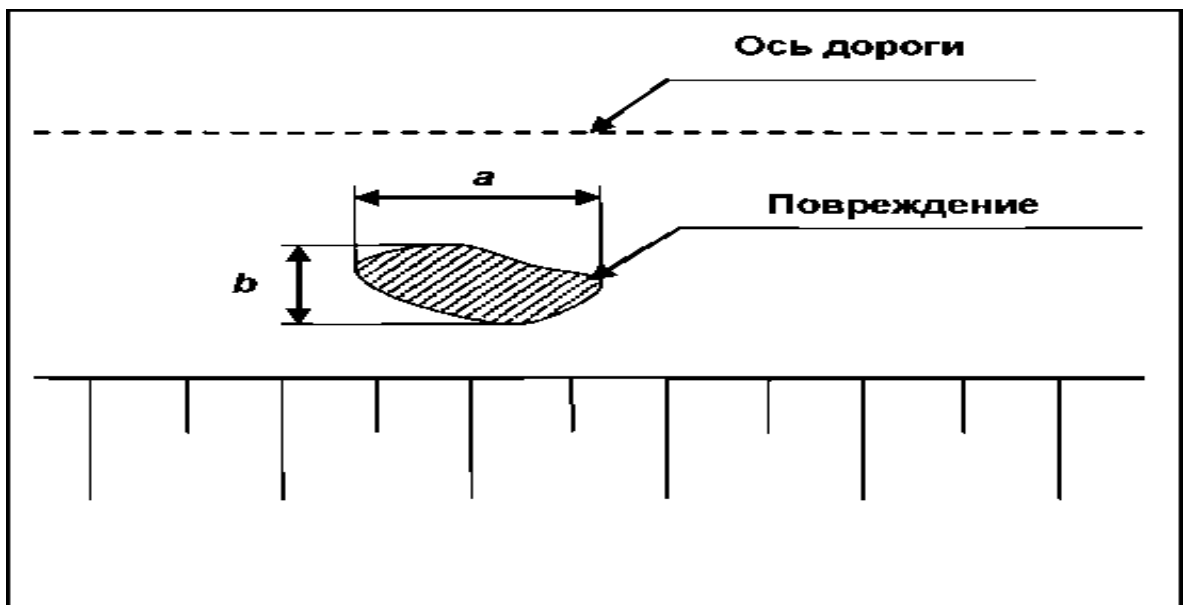


Рисунок 7 - Схема проведения измерений величины геометрических размеров сетки трещин, шелушения, выкрашивания и выпотевания;
a - максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги, см; *b* - максимальный размер повреждения в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги, см

Метод измерения величины вертикального смещения дорожных плит

Вертикальное смещение дорожных плит: Смещение дорожных плит цементобетонного покрытия относительно друг друга в вертикальном направлении.

Сущность метода заключается в измерении величины смещения поверхности дорожных плит цементобетонного покрытия относительно друг друга.

За значение вертикального смещения цементобетонных плит принимается величина максимального смещения плит относительно друг друга в вертикальном направлении.

При проведении измерений измеряют металлической линейкой величину максимального вертикального смещения дорожных плит относительно друг друга с точностью до 1 мм.

Графическая схема проведения измерений представлена на рис. 8.

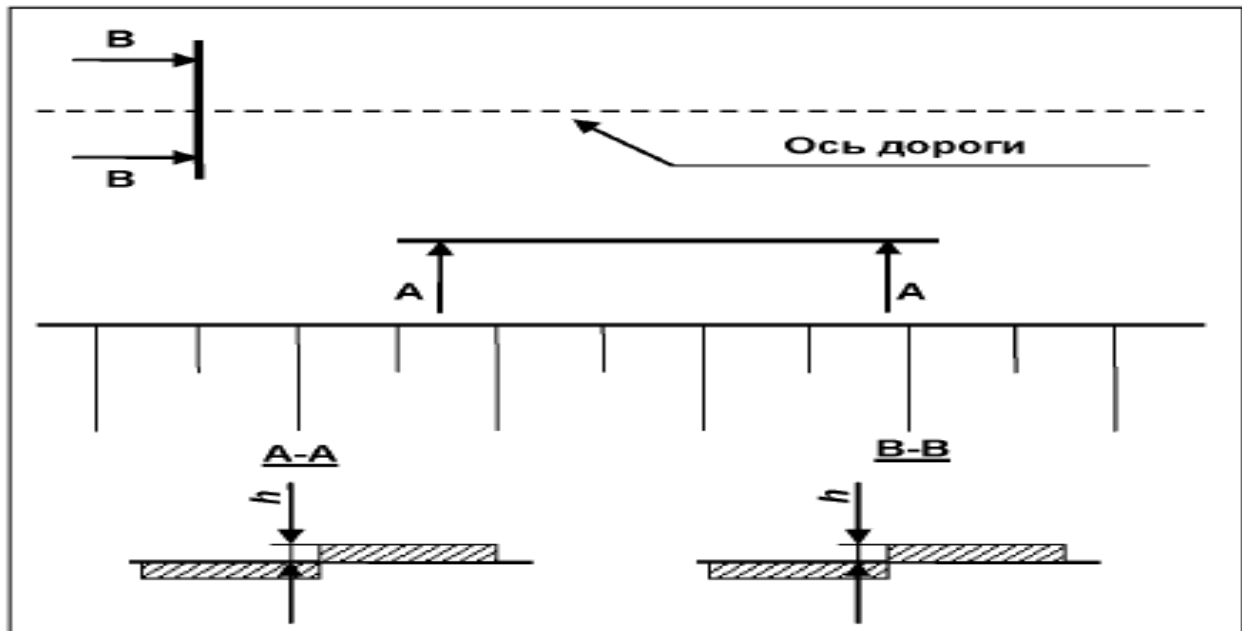


Рисунок 8 - Схема проведения измерений величины вертикального смещения дорожных плит; h - максимальное вертикальное смещение дорожных плит относительно друг друга, мм

Метод измерения величины геометрических размеров разрушения кромки покрытия

Разрушение кромки покрытия: Откалывание асфальтобетона или цементобетона от краев дорожного покрытия с нарушением его целостности.

Сущность метода заключается в измерении протяженности повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги.

За значение размера разрушения кромки покрытия принимается величина повреждения, измеренная в направлении, параллельном оси автомобильной дороги.

При проведении измерений измеряют рулеткой или другим устройством для измерения расстояния максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги с точностью до 10 см (рис.9).

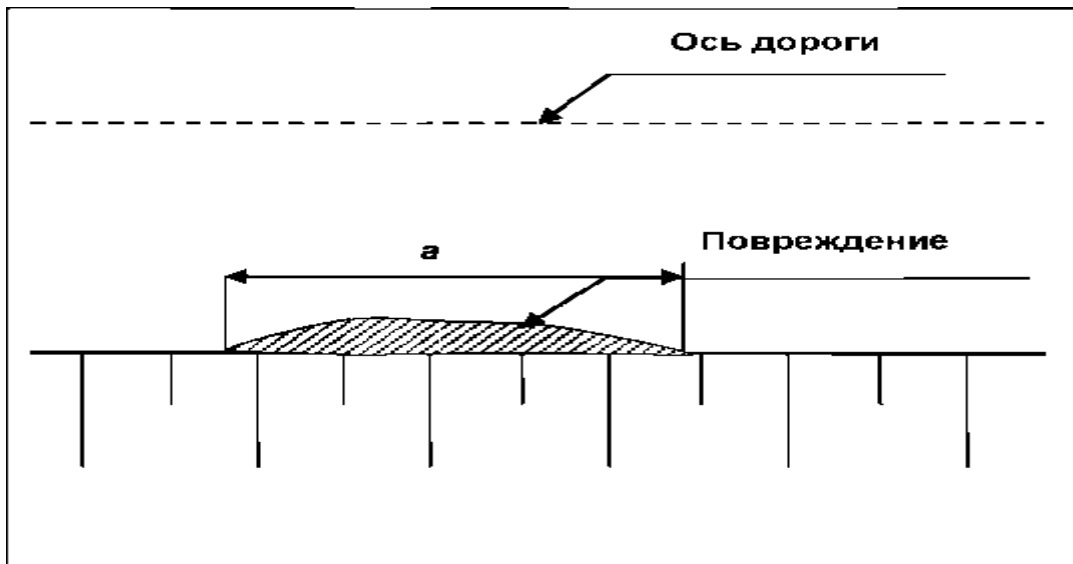


Рисунок 9 - Схема проведения измерений величины геометрических размеров разрушения кромки; а- максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги, см

Метод измерения величины геометрических размеров сплошного разрушения дорожного покрытия

Сплошное разрушение дорожного покрытия: Состояние дорожного покрытия, на котором при визуальной оценке площадь повреждений составляет более половины от общей площади оцениваемого участка покрытия.

Сущность метода заключается в измерении площади повреждения, соответствующей площади прямоугольника со сторонами, параллельными и перпендикулярными к оси проезжей части, описанного вокруг поврежденного места.

Площадь сплошного разрушения покрытия рассчитывают по формуле (1).

При проведении измерений измеряют рулеткой или другим устройством для измерения расстояния максимальный размер повреждения в направлениях, параллельном и перпендикулярном к оси автомобильной дороги с точностью до 10 см.

Графическая схема проведения измерений представлена на рис. 10.

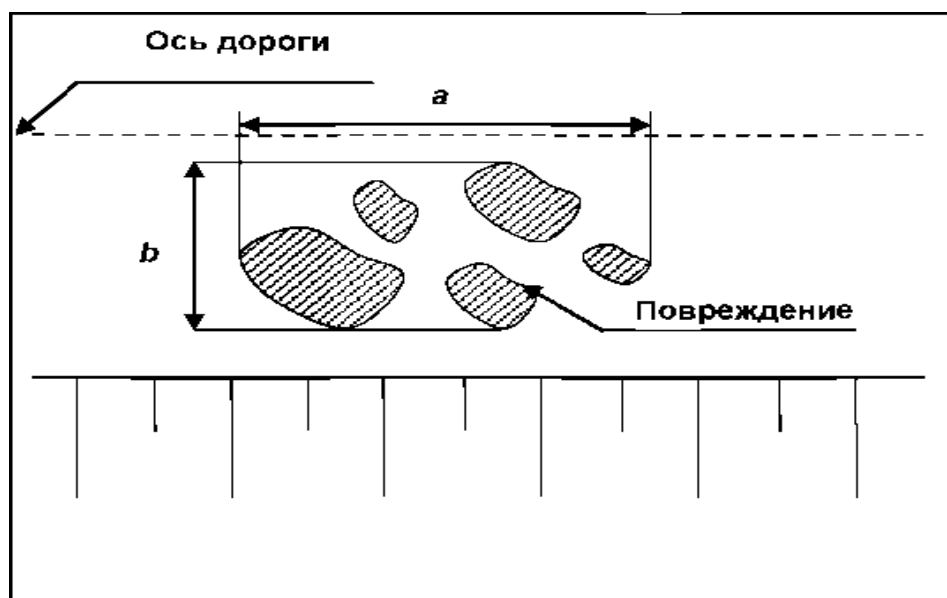


Рисунок 10 - Схема проведения измерений величины геометрических размеров сплошного разрушения дорожного покрытия; а- максимальный размер повреждения в направлении, параллельном оси автомобильной дороги, см; b - максимальный размер повреждения в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги, см

Метод измерения величины геометрических размеров трещины

Сущность метода заключается в измерении длины трещины и определении ее направления относительно оси автомобильной дороги (продольная, поперечная, криволинейная).

Трещина: Разрушение дорожного покрытия, проявляющееся в нарушении сплошности покрытия.

За значение величины трещины принимается ее длина.

При проведении измерений выполняют следующие операции:

а) определяют направление трещины относительно оси автомобильной дороги (продольная, поперечная, криволинейная);

б) измеряют рулеткой или другим устройством для измерения расстояния длину повреждения с точностью до 10 см.

Графическая схема проведения измерений представлена на рис. 11.

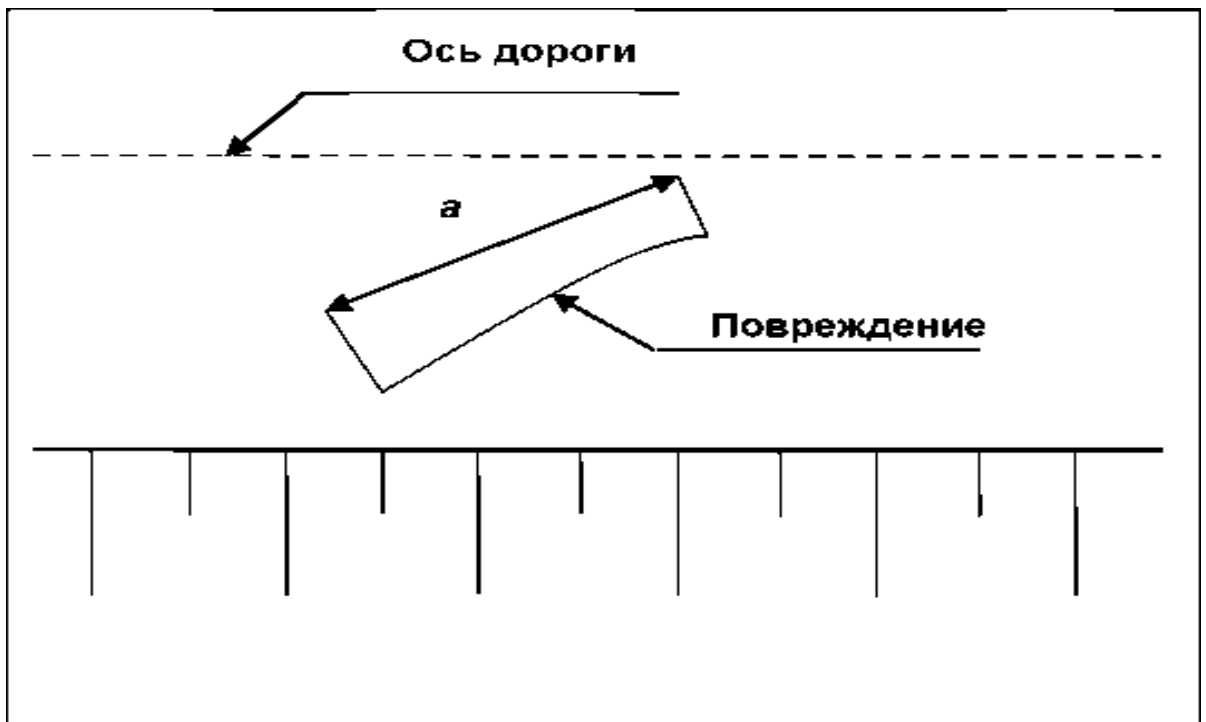


Рисунок 11 - Схема проведения измерений величины геометрических размеров трещины; a – длина повреждения, см.

Результаты измерений оформляют в виде протокола, который должен содержать:

- наименование организации, проводившей испытания;
- название автомобильной дороги;
- индекс и номер автомобильной дороги;
- привязку к километражу;
- номер полосы движения;
- дату и время проведения измерений;
- вид повреждения;
- результаты измерения геометрических параметров повреждения.

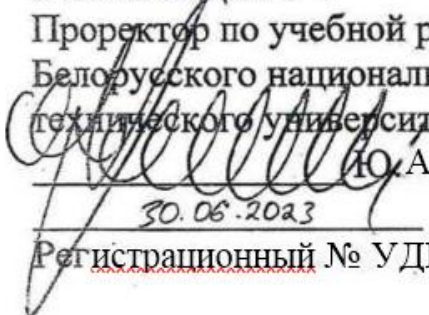
РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Перечень вопросов выносимых на зачет по учебной дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций»

1. Для чего определяют интенсивность движения?
2. Что понимают под интенсивностью движения?
3. Методика определения интенсивности движения.
4. Как определить коэффициент интенсивности движения?
5. Как определяют интенсивность движения, приведенную к расчетной нагрузке?
6. Как определяют интенсивность движения, приведенную к легковому автомобилю
7. Основные характеристики транспортного потока.
8. Как определяют среднечасовую интенсивность движения?
9. Как определяют уровень загрузки дороги движением?
10. Определение пропускной способности участка дороги.
11. Предельные значения уровня загрузки дороги движением.
12. Определение скорости движения автомобилей.
13. Порядок построения кумулятивной кривой.
14. Для чего строят кумулятивную кривую?
15. Как определить среднюю скорость транспортного потока?
16. Способы определения радиуса кривой в плане.
17. Определение радиуса кривой в плане по величине угла поворота и длине кривой.
18. Определение радиуса кривой в плане по длине хорды.
19. Определение радиуса кривой по длине биссектрисы.
20. Какие параметры автомобильной дороги можно определить универсальной линейкой?
21. Методика определения ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой.
22. Методика определения ровности дорожных покрытий геодезическими инструментами.
23. Методика определения ровности дорожных покрытий по показателю IRI.
24. Определение прочности дорожной одежды?
25. Как определяют коэффициент запаса прочности?
26. Методы для оценки прочности дорожной одежды.
27. Минимально допустимые значения модуля упругости дорожных одежд.
28. Принцип работы установки динамического нагружения.
29. Определение износа дорожных покрытий.
30. Принцип работы прибора измерения толщины дорожного покрытия.
31. Как определяют толщину гравийного и щебеночного покрытия?
32. Как подразделяют дорожные покрытия по шероховатости?
33. Что понимают под макрошероховатостью дорожного покрытия?

34. Что понимают под микрошероховатостью дорожного покрытия?
35. Изменение коэффициента продольного сцепления от шероховатости.
36. Какими параметрами характеризуется шероховатость покрытия?
37. Методы определения параметров шероховатости.
38. Определение средней глубины впадин шероховатости методом "песчаное пятно".
39. Какие минимальные значения средней глубины впадин шероховатости.
40. Какова физическая сущность коэффициента сцепления?
41. Приборы, применяемые для определения коэффициента продольного сцепления.
42. Принцип работы маятниковых приборов.
43. Определение коэффициента продольного сцепления прибором ППК.
44. Определение коэффициента продольного сцепления методом экстренного торможения.
45. Принцип работы специальных установок для определения коэффициента продольного сцепления дорожного покрытия.
46. Определение твердости дорожного покрытия.
47. Классификация асфальтобетонных покрытий по степени твердости.
48. Определение требуемого размера щебня для поверхностной обработки.
49. Определение условного показателя сцепления битума со щебнем.
50. Основные светотехнические показатели дорожного покрытия.
51. Принцип работы прибора ФБ-2, ФБ-5.
52. Состав технического паспорта автомобильной дороги.
53. Приборы, необходимые для проведения работ по паспортизации дорог.
54. Какие параметры определяют при обследовании водопропускных труб.
55. Какие параметры определяют при обследовании мостов и путепроводов.

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Белорусского национального
технического университета

Ю. А. Николайчик
30.06.2023
Регистрационный № УДМ-ФТК 74-12 /уч.

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА
И ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

**Учебная программа
учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
7-06-0732-01 «Строительство»
Профилизация «Транспортные коммуникации»**

Минск 2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО-7-06-0732-01-2023 и учебных планов специальности 7-06-0732-01 «Строительство» профилизации «Транспортные коммуникации».

СОСТАВИТЕЛЬ:

Л.Р. Мытько, профессор кафедры «Автомобильные дороги» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Е. Гледко, генеральный директор РУП Минскавтодор - Центр

В.А. Гречухин, заведующий кафедрой «Мосты и тоннели» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Автомобильные дороги» Белорусского национального технического университета

(протокол № 8 от 06.04 2023г.)

И.о. заведующего кафедрой



Е. П. Ходан

Методической комиссией факультета транспортных коммуникаций Белорусского национального технического университета

(протокол № 5 от 05.05 2023г.)

Председатель методической
Комиссии



В.А. Гречухин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций» разработана для

специальности 7-06-0732-01 «Строительство» профилизации «Транспортные коммуникации».

Цель изучения учебной дисциплины - формирование профессиональной компетентности для работы в проектных, строительных и эксплуатационных организациях на объектах транспортных коммуникаций.

Основные задачи учебной дисциплины - формирование и развитие профессиональной компетенции, позволяющей на основании академических и профессиональных знаний и умений решать задачи в сфере мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций,

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины «Теория и практика обеспечения надежности, безопасности и долговечности конструкций, зданий и сооружений». Знания и умения, полученные магистрантами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин «Инновационные технологии транспортного строительства».

В результате изучения учебной дисциплины «Современные методы мониторинга и диагностики транспортных коммуникаций» магистрант должен:

знать:

- инженерные методы оценки эксплуатационных характеристик транспортных коммуникаций;
- нормативную базу технического состояния транспортных коммуникаций;

уметь:

- оценивать техническое состояние транспортных коммуникаций;
- определять виды дефектов транспортных коммуникаций и причины их возникновения;

иметь навык:

- проведения диагностики транспортных коммуникаций современным приборами и оборудованием;
- выполнения контроля качества работ при строительстве транспортных коммуникаций.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

СК-2 владеть современной приборной базой и перспективными методами неразрушающего контроля для мониторинга и диагностики состояния строительных изделий, конструкций, зданий и сооружений.

Согласно учебному плану для очной формы получения углубленного высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 220 ч., из них аудиторных - 100 часов.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования					
Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные	Практические	Форма текущей	Форма промежуточной

		занятия, ч.	занятия, ч.	аттестации	аттестации
2	34		16	опрос	зачет
3	34	16	-	опрос	экзамен

Согласно учебному плану для заочной формы получения углубленного высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 220 часов, из них аудиторных – 18 часов.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 2.

Таблица 2.

Заочная форма получения высшего образования					
Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации	Форма текущей аттестации
1	6		2	опрос	зачет
2	6	4	-	опрос	экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 1.1 Роль и место дисциплины в учебном плане и профессиональной подготовке инженеров транспортных коммуникаций.

Объем учебных занятий и самостоятельной работы. Виды занятий. Содержание учебной программы. Требования к знаниям основных положений дисциплины. Рекомендуемая литература. Методические рекомендации по изучению дисциплины.

Тема 1.2 Общая характеристика автомобильных дорог

Дорожная сеть республики Беларусь. Автомобильные дороги общего пользования и необщего пользования (ведомственные). Республиканские автомобильные дороги. Республиканские скоростные автомобильные дороги. Местные автомобильные дороги.

Тема 1.3 Трансьевропейские коридоры

Перечень трансьевропейских коридоров. Протяженность их по Республике Беларусь. Схема трансьевропейских коридоров.

Тема 1.4 Система управления дорожным хозяйством

Республиканский орган государственного управления дорожным хозяйством Республики Беларусь. Основные его функции и задачи. Структура управления дорожным хозяйством.

Тема 1.5 Использование спутниковой системы навигации при мониторинге автомобильных дорог.

Система глобального позиционирования GPS. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Применение спутниковых систем в дорожной отрасли. Состав GPS оборудования. Использование GPS оборудования при мониторинге транспортных коммуникаций.

Тема 1.6 Мониторинг транспортных коммуникаций с использованием беспилотных летательных аппаратов

Типы беспилотных летательных аппаратов. Аэрофотосъемка транспортных коммуникаций.

Тема 1.7 Требования к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог

Требования к покрытию проезжей части, обочинам, разделительным полосам, тротуарам, пешеходным и велосипедным дорожкам. Требования к элементам обустройства и к оборудованию железнодорожных переездов. Требования к видимости на автомобильных дорогах. Требования к эксплуатационному состоянию в зимний период.

Тема 1.8 Мониторинг технического состояния автомобильных дорог

Порядок организации и методика выполнения мониторинга автомобильных дорог. Методика оценки технического состояния автомобильных дорог. Порядок использования результатов мониторинга и оценки технического состояния автомобильных дорог для принятия

управленческих решений на стадии планирования дорожно-ремонтных работ.

Тема 1.9 Методы учета интенсивности и состава транспортного потока.

Методы определения интенсивности движения автомобилей. Визуальный метод определения интенсивности движения транспортных средств. Автоматизированный метод определения интенсивности движения автомобилей. Приборы учета интенсивности движения транспортных средств.

Тема 1.10 Основные характеристики транспортного потока

Состав транспортного потока. Основные характеристики транспортного потока. Международная классификация транспортных средств. Габаритные размеры автомобилей.

Тема 1.11 Определение характеристик транспортного потока.

Скорость движения транспортных средств. Плотность транспортного потока. Пропускная способность. Коэффициент загрузки дороги. Уровни удобства движения.

Тема 1.12 Контроль ровности дорожных покрытий

Общая характеристика неровности дорожных покрытий. Система измерения ровности дорожного покрытия. Расчетные показатели ровности. Анализ проектных решений с применением показателя ровности.

Тема 1.13 Методы измерения дефектов дорожного покрытия.

Дефекты асфальтобетонных дорожных покрытий. Дефекты цементобетонного покрытия. Дефекты земляного полотна. Дефекты водопропускных труб. Дефекты зимнего содержания. Учет дефектов автомобильной дороги. Дефектность автомобильных дорог.

Раздел 2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 2.1 Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа

Требуемая прочность дорожной конструкции. Допустимые нагрузки на дорожную одежду. Предпосылки к инструментальному определению прочности дорожной одежды. Статический метод измерения упругого прогиба. Динамический метод измерения упругого прогиба. Установки для оценки прочности дорожных одежд.

Тема 2.2 Использование георадаров «ОКО-3» при обследовании земляного полотна и дорожных одежд

Способы определения конструкции дорожной одежды и земляного полотна.

Тема 2.3 Оценка сцепных качеств дорожных покрытий

Статическое взаимодействие колес автомобиля с покрытием. Сцепные качества дорожных покрытий. Методы измерения коэффициента сцепления. Измерение коэффициента сцепления передвижными установками. Определение коэффициента сцепления путем торможения.

Тема 2.4 Определение шероховатости дорожных покрытий

Общая характеристика шероховатости. Терминология по вопросам шероховатости дорожного покрытия. Методы измерения шероховатости покрытия. Метод песчаного пятна. Организация измерений параметров шероховатости.

Тема 2.5 Способы определения величины износа

Способы и приборы для определения износа покрытий автомобильных дорог.

Тема 2.6 Определение геометрических параметров автомобильной дороги

Способы определения радиусов кривых в плане, определение геометрических параметров автомобильных дорог.

Тема 2.7 Передвижные диагностические лаборатории

Состав оборудования передвижных диагностических лабораторий. Методика определения геометрических параметров автомобильных дорог.

Тема 2.8 Порядок проведения технического учета и паспортизации автомобильных дорог

Виды работ, выполняемых при техническом учете и паспортизации автомобильных дорог и дорожных сооружений, их протяженности и техническом состоянии для рационального планирования работ по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог.

Тема 2.9 Определение светотехнических характеристик дорожных покрытий

Основные светотехнические величины. Требования к освещенности автомобильных дорог. Определение коэффициента диффузного отражения. Определение светорассеивающей способности дорожного покрытия. Измерение светотехнических характеристик дорожных знаков.

Тема 2.23 Контроль качества устройства поверхностной обработки.

Прибор для измерения твердости дорожного покрытия. Методика измерения твердости покрытия. Определение сцепления битума со щебнем.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
очная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2 семестр							
1.	Современные методы мониторинга автомобильных дорог.							
1.1	Роль и место дисциплины в учебном плане и профессиональной подготовке инженеров-дорожников	2						
1.2	Общая характеристика автомобильных дорог	2						
1.3	Трансъевропейские коридоры	2						
1.4	Система управления дорожным хозяйством	2						
1.5	Использование спутниковой системы навигации при мониторинге автомобильных дорог.	4						
1.6	Мониторинг с использованием беспилотных летательных аппаратов.	4						
1.7	Требования к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог.	4						
	Практическое занятие №1 Методы определения эксплуатационного состояния автомобильных дорог		2					Опрос
1.8	Мониторинг технического состояния автомобильных дорог	4						
	Практическое занятие №2 Методы определения технического состояния автомобильных дорог		2					
1.9	Методы учета интенсивности движения и состава транспортного потока	2						
	Практическое занятие №3 Методы учета интенсивности движения		2					Опрос

1.10	Основные характеристики транспортного потока	2					
1.11	Определение характеристик транспортного потока.	2					Опрос
	Практическое занятие №4 Определение характеристик транспортного потока.		2				
1.12	Контроль ровности дорожных покрытий	2					
	Практическое занятие №5 Контроль ровности дорожных покрытий.		4				Опрос
1.13	Методы измерения дефектов дорожного покрытия	2					
	Практическое занятие №6 Методы измерения дефектов покрытия.		4				Опрос
	Итого за семестр	34	16				зачет
3 семестр							
2.	Современные методы диагностики автомобильных дорог						
2.1	Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа.	4					
	Лабораторная работа №1 Определение прочности дорожных одежд				2		Опрос
2.2	Использование георадаров «ОКО-3» при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.	4					
2.3	Оценка сцепных качеств дорожных покрытий.	2					
	Лабораторная работа №2 Определение коэффициента сцепления				4		Опрос
2.4	Определение шероховатости дорожных покрытий.	2					
	Лабораторная работа №3. Определение шероховатости покрытий.				2		Опрос
2.5	Способы определения величины износа.	4					
2.6	Определение геометрических параметров автомобильной дороги.	4					
	Лабораторная работа №4 Измерение параметров дороги				2		Опрос
2.7	Передвижные диагностические лаборатории.	4					
	Лабораторная работа №5 Определение параметров дорог с помощью передвижной диагностической лаборатории				2		Опрос
2.8	Порядок проведения технического учета и паспортизации автомобильных дорог.	4					
	Лабораторная работа №6 Проведение паспортизации автомобильных дорог.				2		Опрос
2.9	Определение светотехнических характеристик дорожных покрытий.	2					
2.10	Контроль качества устройства поверхностной обработки.	4					
	Лабораторная работа №7 Определение показателей качества устройства поверхностной				2		Опрос
	Итого за семестр	34			16		экзамен
	Всего аудиторных часов				100		

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний	
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	1 семестр								
1.	Современные методы мониторинга автомобильных дорог.								
1.1	Мониторинг автомобильных дорог с использованием беспилотных летательных аппаратов.	2							
1.2	Методы учета интенсивности и состава транспортного потока.	2							
	Практическая работа №1 Определение интенсивности движения		2					Опрос	
1.3	Контроль ровности дорожных покрытий.	2							
	Итого за семестр	6	2					зачет	
	2 семестр								
2.	Современные методы диагностики автомобильных дорог								
2.1	Оценка сцепных качеств дорожных покрытий.	2							
	Лабораторная работа №1 Определение шероховатости дорожных покрытий				2				
2.2	Порядок проведения паспортизации автомобильных дорог.	2							
	Лабораторная работа №2 Определение геометрических параметров автомобильной дороги				2				
2.3	Контроль качества устройства поверхностной обработки.	2							
	Итого за семестр	6			4			экзамен	
	Всего аудиторных часов	18							

Информационно-методическая часть

Список литературы

Основная литература

1. Мытько Л.Р., Мониторинг и диагностика автомобильных дорог: учебное пособие / Л.Р. Мытько – Москва; Вологда: Инфра – Инженерия, 2021.- 328с.
2. Мытько Л.Р., Диагностика автомобильных дорог. Лабораторный практикум: учебное пособие / Л.Р. Мытько – Москва; Вологда: Инфра – Инженерия, 2022. - 340с
3. Мытько Л.Р. Оценка транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог. Учебное пособие. / Л.Р. Мытько. – Мн.: «ВУЗ-ЮНИТИ», 2001. – 250с.
4. Мытько Л.Р., Автомобильные дороги: учебное пособие / Л.Р. Мытько – Москва; Вологда: Инфра – Инженерия, 2021.- 344с.
5. ОДМ 218.4.039-2018 Рекомендации по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог.
6. ГОСТ 33388-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации.
7. ГОСТ 32965- 2014 Дороги автомобильные общего пользования Методы учета интенсивности движения, 28с.
8. ГОСТ 30412-96 Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий.
9. ГОСТ Р 56925—2016 Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий.
10. СТБ 1566-2005 Дороги автомобильные. Методы испытаний
11. ТКП 140-2015 (33200). Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики.
12. ГОСТ Р 50597-2017. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.

Дополнительная литература

13. СН 3.03.04-2019 Автомобильные дороги. Строительные нормы, Мн. 2019. – 55 с.
14. ГОСТ 33078 2014. Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием.
15. Передвижная диагностическая дорожная лаборатория «Трасса» Техническое описание Инструкция по эксплуатации

16. ГОСТ 32825—2014. Дороги автомобильные общего пользования Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений.
17. Рекомендации по измерению строения дорожной одежды при помощи георадара «ОКО-2».
18. Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования (георадар) «ОКО-3» Универсальный базовый комплект Техническое описание Инструкция по эксплуатации
19. ГОСТ 32963-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Расстояние видимости. Методы измерений.
20. Передвижная диагностическая дорожная лаборатория «Трасса» Техническое описание Инструкция по эксплуатации
21. ТКП 307- 2011 (02191) Автомобильные дороги. Порядок проведения технического учета и паспортизации
22. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2т. - учебник для студ. Высших учеб. заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
23. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника. Под ред. А.П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2004.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Для оценки достижений магистранта рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время практических занятий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача зачета по дисциплине;
- сдача экзамена по дисциплине.

Тематика рефератов

1. Современные методы, применяемые в Беларуси и за рубежом при контроле качества работ по возведению земляного полотна.
2. Современные методы, применяемые в Беларуси и за рубежом при контроле качества работ по устройству дорожной одежды.

3. Современные методы, применяемые в Беларуси и за рубежом при контроле качества работ по устройству поверхностной обработки
4. Современные методы, применяемые в Беларуси и за рубежом при контроле светотехнических характеристик дорожных знаков.
5. Современные методы, применяемые в Беларуси и за рубежом при контроле светотехнических характеристик дорожной разметки.
6. Современные методы определения сцепных качеств дорожных покрытий, применяемые за рубежом.
7. Классификация световозвращающих пленок для дорожных знаков.
8. Современные неразрушающие методы, применяемые в Беларуси и за рубежом при контроле качества цементобетонных конструкций.
9. Современные методы, применяемые в Беларуси и за рубежом при контроле защитного слоя цементобетонных конструкций.
10. Современные методы, применяемые в Беларуси и за рубежом при контроле качества гидроизоляционных материалов.
11. Применение GPS при строительстве автомобильных дорог.
12. Применение беспилотных летательных аппаратов при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог.
13. Современные методы и приборы, применяемые для определения интенсивность движения
14. Способы определения радиуса горизонтальных и вертикальных кривых.
15. Способы повышения пропускной способности дорог.
16. Современные методы и приборы для определения продольной ровности дорожных покрытий.
17. Новые методы и приборы для определения прочности дорожных одежд
18. Современные методы и приборы для определения износа дорожных покрытий.
19. Новые методы и приборы для определения шероховатости дорожных покрытий.
20. Способы определения сцепных качеств дорожных покрытий.
21. Прогрессивные технологии повышения сцепных качеств покрытий.
22. Способы повышения адгезионных качеств вяжущего для устройства поверхностной обработки.
23. Способы контроля качества устройства поверхностной обработки.
24. Новые материалы, применяемые при устройстве дорожной разметки.
25. Современные установки для проведения паспортизации автомобильных дорог.
26. Методика определения дефектов при ежегодном осмотре дорог.
27. Применение GPS при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог.
28. Применение беспилотных летательных аппаратов при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы магистрантов

1. Контрольные вопросы

1. Для чего определяют интенсивность движения?
2. Что понимают под интенсивностью движения?
3. Какими методами определяют интенсивность движения?
4. Расскажите о методике определения интенсивности движения.
5. Как определить коэффициент интенсивности движения?
6. Как определяют интенсивность движения, приведенную к расчетной нагрузке?
7. Как определяют интенсивность движения, приведенную к легковому автомобилю?
8. Назовите основные характеристики транспортного потока.
9. Как определяют среднечасовую интенсивность движения?
10. Как определяют уровень загрузки дороги движением?
11. Что такое пропускная способность?
12. Назовите предельные значения уровня загрузки.
13. Как определяют скорость движения автомобилей?
14. Расскажите о порядке построения кумулятивной кривой.
15. Для чего строят кумулятивную кривую?
16. Как определить среднюю скорость транспортного потока?
17. Какие есть способы определения радиуса кривой в плане?
18. Как определить радиус кривой в плане по величине угла поворота и длине кривой?
19. Как определить радиус кривой в плане по длине хорды?
20. Расскажите о методике определения радиуса кривой по длине биссектрисы.
21. Какие параметры автомобильной дороги можно определить универсальной линейкой?
22. Расскажите о методике определения ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой.
23. Расскажите о методике определения ровности дорожных покрытий геодезическими инструментами.
24. Что такое IRI?
25. По величине какого показателя определяют прочность дорожной одежды?
26. Как определяют коэффициент запаса прочности?
27. Какие методы используют для оценки прочности дорожной одежды?
28. Расскажите о методике определения прочности дорожной одежды.
29. Назвать минимально допустимые значения модуля упругости дорожных одежд.

30. Рассказать о принципе работы установки динамического нагружения.
31. Для чего определяют износ покрытия?
32. Какими методами определяют фактический износ покрытия?
33. Как определяют износ с помощью марок-реперов?
34. Как определяют износ покрытия с помощью металлических реперов?
35. Расскажите о принципе работы электрического прибора измерения толщины покрытия.
36. Как определяют толщину гравийного и щебеночного покрытия?
37. Как характеризуют дорожные покрытия по шероховатости?
38. Что понимают под макрошероховатостью дорожного покрытия?
39. Что понимают под микрошероховатостью дорожного покрытия?
40. Как зависит коэффициент сцепления от шероховатости дорожного покрытия?
41. Какими параметрами характеризуется шероховатость дорожного покрытия?
42. Какими приборами определяют параметры шероховатости?
43. Какие существуют способы определения шероховатости?
44. Рассказать о принципе работы приборов, основанных на оптическом методе определения шероховатости.
45. Как определяют среднюю глубину впадин шероховатости методом "песчаное пятно"?
46. Рассказать о методике определения шероховатости дорожного покрытия.
47. Какие минимальные значения средней глубины впадин шероховатости.
48. В каких единицах измеряется средняя глубина впадин шероховатости?
49. Что принимают за критерий скользкости дорожного покрытия?
50. Какова физическая сущность коэффициента сцепления?
51. Что понимают под коэффициентом продольного сцепления?
52. В чем отличие коэффициента продольного сцепления от коэффициента поперечного сцепления?
53. Какие приборы применяются для определения коэффициента продольного сцепления?
54. Рассказать о принципе действия маятниковых приборов.
55. Как определяют коэффициент продольного сцепления прибором ППК?
56. Как определяют коэффициент продольного сцепления методом экстренного торможения?
57. Рассказать о принципе работы деселерометра.
58. Рассказать о принципе работы специальных установок для определения коэффициента продольного сцепления дорожного покрытия.
59. Рассказать о методике определения коэффициента продольного сцепления дорожного покрытия.
60. Какие минимальные значения коэффициента продольного сцепления для дорог I—III категорий?
61. Что понимают под твердостью дорожного покрытия?

62. Для чего определяют твердость дорожного покрытия?
63. Какими приборами определяют твердость дорожного покрытия?
64. Рассказать о конструкции твердомера.
65. Рассказать о методике определения глубины погружения конической насадки.
66. Как классифицируют асфальтобетонные покрытия по степени твердости?
67. Как определяют твердость дорожного покрытия?
68. Какое количество измерений необходимо для определения твердости покрытия?
69. Как определить требуемый размер щебня для поверхностной обработки?
70. Для чего определяют условный показатель сцепления битума со щебнем?
71. Расскажите о конструкции приспособления ПС-2.
72. Расскажите о методике определения условного показателя сцепления.
73. Что принимают за величину условного показателя сцепления битума со щебнем?
74. Какие существуют отличия при определении условного показателя сцепления при работе с битумными эмульсиями?
75. Какими основными светотехническими показателями можно характеризовать дорожное покрытие?
76. Для чего определяют светотехнические характеристики дорожного покрытия?
77. Какими приборами определяют коэффициент диффузного отражения покрытия?
78. Расскажите о принципе работы прибора ФБ-2, ФБ-5.
79. Расскажите о методике измерения коэффициента диффузного отражения.
80. Расскажите о методике измерения индикатрисы рассеивания светового потока дорожным покрытием.
81. Нарисуйте основные варианты индикатрис рассеивания светового потока.
82. Что собой представляет паспорт автомобильной дороги?
83. Как организуются работы по паспортизации автомобильных дорог?
84. Какие приборы необходимы для проведения работ по обследованию дорог?
85. Какие параметры определяют при обследовании водопропускных труб?
86. Что такое линейный график дороги?
87. Какие параметры определяют при обследовании мостов и путепроводов?
88. Что известно по вопросам автоматизации работ при паспортизации дорог?
89. Какие основные эксплуатационные характеристики дорог определяются в процессе паспортизации?
90. Какие документы составляются по итогам технического учета автомобильных дорог?

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы магистранта

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка разделов магистерской диссертации работы по индивидуальным заданиям в соответствии с планом исследований;
- подготовка материалов для публикаций.

Протокол согласования учебной программы УВО

Название учебной дисциплины с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1.			
2.			
3.			

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

_____ / _____ учебный год

	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № _____ от _____ 202__ г.)

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета _____

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

Оформление записи о переутверждении учебной программы без изменений

Учебная программа рассмотрена и одобрена без изменений на _____ / _____ учебный год кафедрой _____
(протокол № _____ от _____ 202__ г.)

Заведующий кафедрой _____

(ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О. Фамилия)