

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет транспортных коммуникаций
Кафедра «Автомобильные дороги»**

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по учебной дисциплине

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА
И ДИАГНОСТИКИ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**для II ступени высшего образования специальности
1-70 80 01 «Строительство зданий и сооружений»
профилизации «Строительство транспортных сооружений»**

Составитель: Мытько Л.Р.

Рассмотрено и рекомендовано к государственной
регистрации на заседании совета факультета
транспортных коммуникаций « 25 » апреля 2022 г.
Протокол № 8



МИНСК - БНТУ - 2023

Электронный учебно-методический комплекс содержит:

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКС

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	3
Конспект лекций по дисциплине	3
ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	36
Перечень лабораторных работ	36
Перечень практических работ	68
РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	68
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	71

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели ЭУМК:

- повышение эффективности образовательного процесса для II ступени высшего образования специальности 1-70 80 01 «Строительство зданий и сооружений» профилизации «Строительство транспортных сооружений» по дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики в транспортном строительстве»;
- 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 студентов.

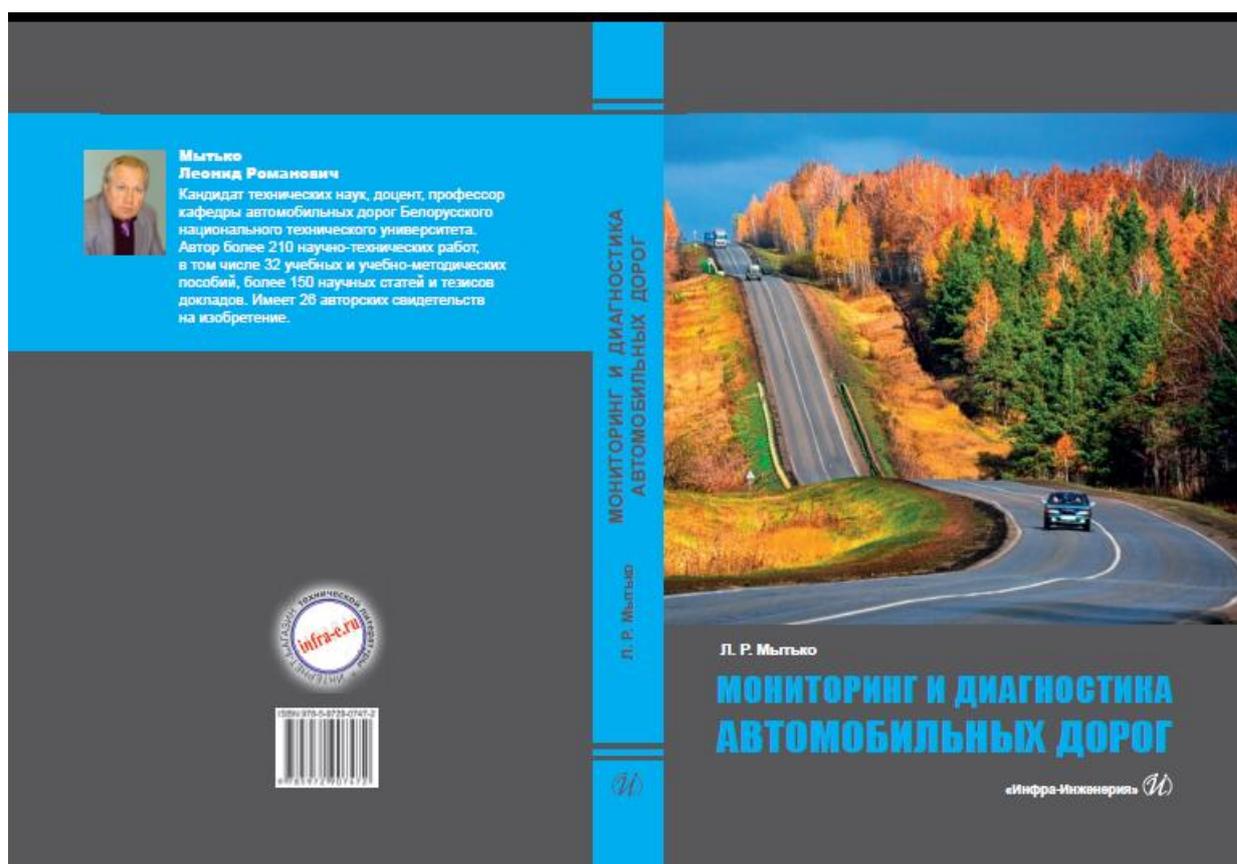
Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

Необходим IBM PC-совместимый ПК стандартной конфигурации.

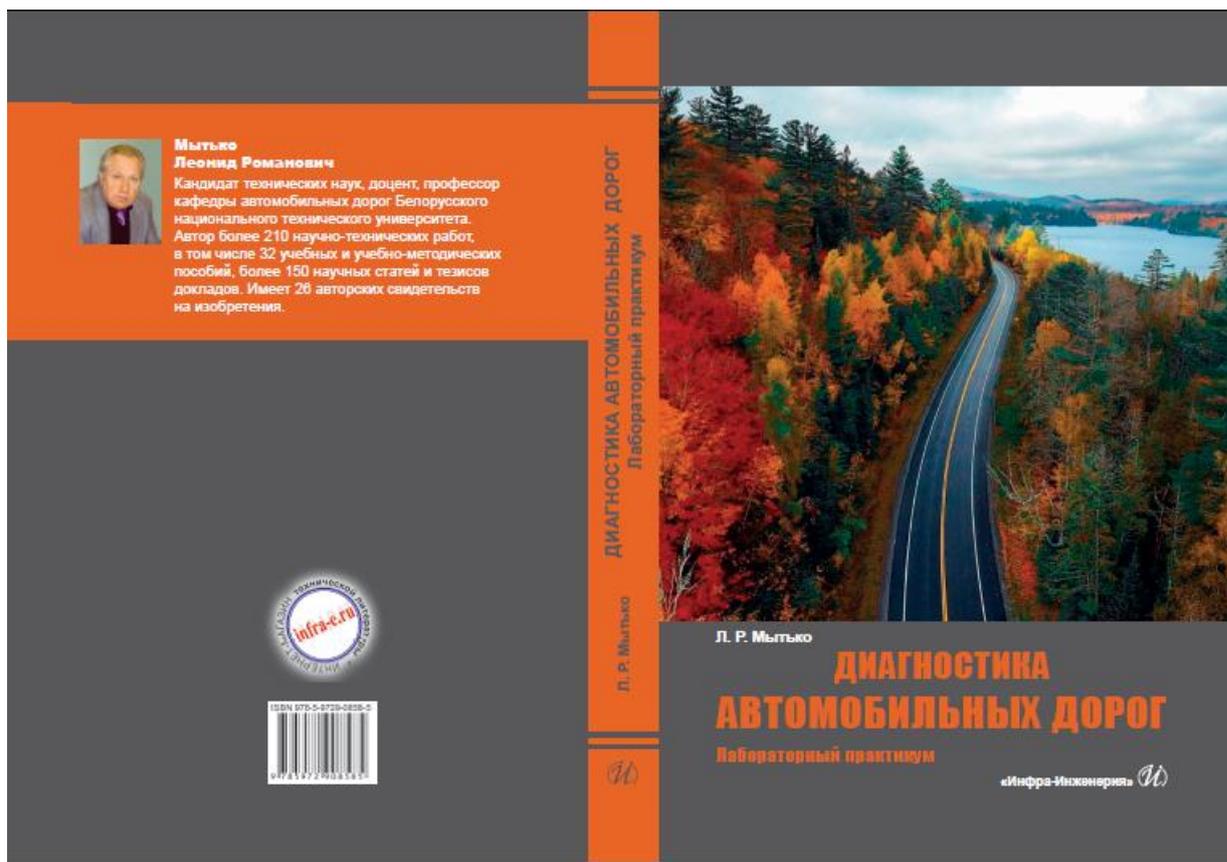
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Конспект лекций по дисциплине « Современные методы мониторинга и диагностики в транспортном строительстве»

Подробный конспект лекций по дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики в транспортном строительстве» 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 работ по дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики в транспортном строительстве» приведены в учебном пособии «Диагностика автомобильных дорог. Лабораторный практикум», которое можно взять в библиотеке БНТУ или приобрести в интернет-магазине технической литературы infra-e.ru **E-mail:** booking@infra-e.ru



Раздел I. 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 Трансъевропейские коридоры.

Перечень трансъевропейских коридоров. Протяженность их по Республике Беларусь. Схема трансъевропейских 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 II. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 1.14 Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа по величине упругого прогиба.

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 1.15 Использование георадаров при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.

Способы определения конструкции дорожной одежды и земляного полотна.

Тема 1.16 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 1.17 Определение шероховатости дорожных покрытий.

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

Тема 1.18 Способы определения величины износа.

Способы и приборы для определения износа покрытий автомобильных дорог.

Тема 1.19 Определение геометрических параметров автомобильной дороги.

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

Тема 1.20 Передвижные диагностические лаборатории.

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

Тема 1.21 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 1.22 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 1.23 Контроль качества устройства поверхностной обработки.

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

РАЗДЕЛ I. 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 в транспортном строительстве» разработан для специальности II ступени высшего образования 1-70 80 01 «Строительство зданий и сооружений» профилизации «Строительство транспортных сооружений».

Согласно учебному плану для очной формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 180 ч., из них аудиторных – 98 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	1	34	16	-	зачет
	2	16	32	-	зачет

Содержание учебной программы

Раздел I 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 II 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 в транспортном строительстве» является:

- формирование профессиональной компетентности для работы в проектных, строительных и эксплуатационных организациях дорожного профиля.

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 в транспортном строительстве.

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 в транспортном строительстве» магистрант должен:

знать:

- инженерные методы оценки эксплуатационных характеристик автомобильных дорог;
- нормативную базу технического состояния автомобильных дорог;

уметь:

- оценивать техническое состояние автомобильных дорог;
- определять виды дефектов и причины их возникновения;

владеть:

- способами экспериментальной диагностики автомобильных дорог;
- способами повышения качества дорог и безопасности дорожного движения

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 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 иные сооружениями).

Протяженность сети автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь на 1 января 2019 года составляет около 87 тыс. км.

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

К республиканским автомобильным дорогам относятся 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 – М14). Их протяженность составляет около 1000 км. Остальные республиканские автомобильные дороги обозначены на дорожных знаках литерой **Р** (Р1 - Р149). 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

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 - 1350 км, в Литве - 1320 км, в Латвии - 910 км, в Беларуси - 420 км, в Украине - 290 км, в России - 90 км.

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.

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

- топографические крупномасштабные съемки местности на полосе трассы и для проектирования автомобильных дорог;
- привязка геологических выработок и пунктов геофизических измерений на

полосе трассы;

- 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);
- 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;
- контроль точности и качества строительно-монтажных работ.

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 [4].

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

В настоящее время основным средством сбора информации о состоянии автомобильных дорог являются передвижные лаборатории, оснащенные видеокамерами (в том числе бокового обзора), системой глобального позиционирования и оборудованием для диагностики дорожного полотна (сканерными системами, георадарами). Однако их недостатком является узкая полоса обзора, получаемая в пределах видимости регистрирующей аппаратуры, из-за чего нередко не фиксируются процессы, являющиеся причинами

разрушения дорожного полотна. Комплекс также не предусматривает создания целостной информационной базы, содержащей план дорожного полотна и придорожной территории одновременно, что затрудняет работу с полученными данными. Все это зачастую не позволяет произвести комплексную оценку места возникновения дефектов и однозначно установить их причину.

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

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.

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 мониторинга 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.).

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 производят 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.

Тема 1.10 Основные характеристики транспортного потока.

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

Эффективная работа автомобильного транспорта в большой степени зависит от транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги. Важными транспортно-эксплуатационными показателями являются: скорость движения и состав транспортного потока, интенсивность движения, пропускная способность, уровень (коэффициент) загрузки дороги движением, уровень обслуживания движения, плотность потока.

Состав транспортного потока существенно влияет на пропускную способность автомобильных дорог и выбор мероприятий по ее повышению. Его необходимо учитывать при всех расчетах, связанных с оценкой уровня обслуживания движения и пропускной способности. Состав движения на дороге определяют на основе данных автоматизированного или визуального учета движения.

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.

Тема 1.11 Определение характеристик транспортного потока.

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

Пропускная способность – максимальное число автомобилей, которое может пропустить участок автомобильной дороги 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.

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.

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 применяют автоматизированный и визуальный метод обследования с фиксацией вида дефекта и его объема.

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

При визуальном методе производят сбор дефектов с автомобиля, движущегося со скоростью обеспечивающей достоверную оценку дефектов дорожного покрытия. Дефекты фиксируют 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.

Дополнительно измеряют глубину колеи с помощью 3-х метровой рейки.

При измерении колеиности профилометрическим методом глубину колеи рассчитывают по каждому участку длиной 10 м. Для оценки колеиности 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 приводят 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.

РАЗДЕЛ II. 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, погодных-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 ($K_n \geq 1$).

Тема 2.2 Использование георадаров «ОКО-3» при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.

Способы определения конструкции дорожной одежды и земляного полотна.

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 устанавливают 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).

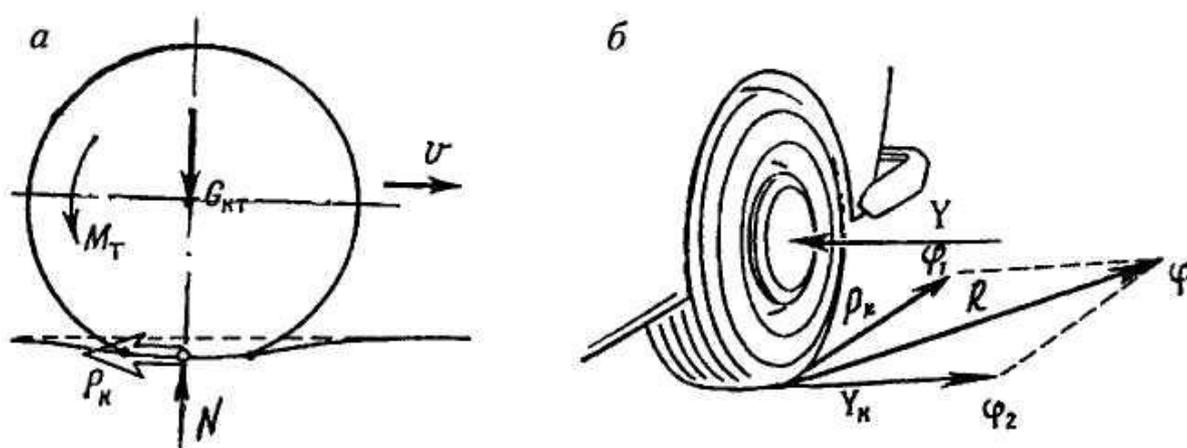


Рисунок 1 – Силы, действующие на покрытие дороги при торможении;
а) – на прямых участках; б) – на криволинейных участках;
 P_k - сила тяги; Y_k - поперечная сила.

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 9.10 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).

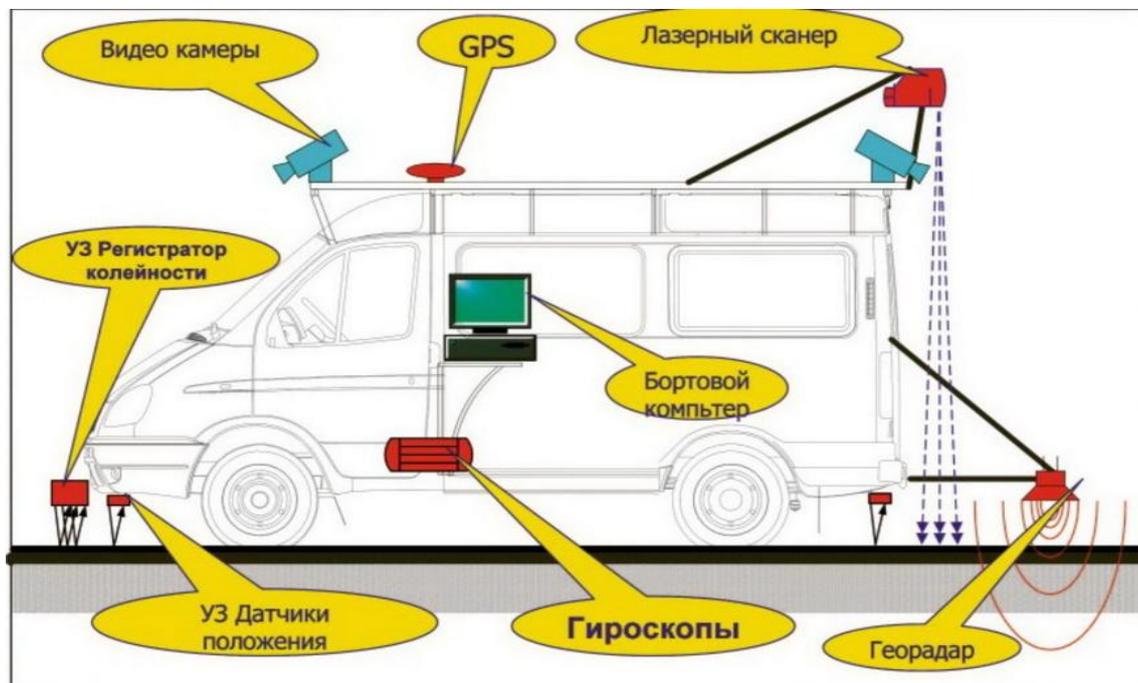


Рисунок 1 – Оборудование передвижных дорожных лабораторий

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, характеризуемую 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. Оценка 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 интенсивности движения автомобилей визуальным методом.

Лабораторная работа №2. Метод краткосрочного автоматизированного учета интенсивности движения.

Лабораторная работа №3. Определение скорости транспортного потока.

Лабораторная работа №4. Определение пропускной способности автомобильных дорог и уровней обслуживания движения.

Лабораторная работа №5. Измерение ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой.

Лабораторная работа №6. Оценка ровности дорожного покрытия с помощью геодезических инструментов.

Лабораторная работа №7. Методы измерения ровности высокоскоростным профилометром.

Лабораторная работа №8. Методы измерения дефектов дорожного покрытия.

Лабораторная работа №9. Определение упругого прогиба и общего модуля упругости дорожной одежды методом статического нагружения.

Лабораторная работа №10. Определение упругого прогиба дорожных одежд методом динамического нагружения.

Лабораторная работа №11. Определение прочности дорожных одежд с использованием дефлектометров.

Лабораторная работа №12. Использование георадаров «ОКО-3» при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.

Лабораторная работа №13. Определение коэффициента сцепления прибором маятникового типа.

Лабораторная работа №14. Определение коэффициента сцепления прибором ударного действия типа ППК.

Лабораторная работа №15. Определение коэффициента сцепления дорожных покрытий передвижными установками типа ПКРС.

Лабораторная работа №16. Определение коэффициента сцепления методом торможения автомобиля.

Лабораторная работа №17. Определение шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»

Лабораторная работа №18. Способы определения величины износа дорожных покрытий.

Лабораторная работа №19. Определение радиуса круговой кривой в плане.

Лабораторная работа №20. Измерение параметров автомобильной дороги универсальной рейкой.

Лабораторная работа №21. Определение эксплуатационного состояние дорог

с использованием передвижной лаборатории «ТРАССА».

Лабораторная работа №22. Технический учет и паспортизация автомобильных дорог.

Лабораторная работа №23. Определение светотехнических характеристик элементов проезжей части.

Лабораторная работа №24. Оценка качества устройства поверхностной обработки

Лабораторная работа №1

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, Д

Лабораторная работа №2

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. 2.8);
- 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

Лабораторная работа №3

Определение скорости 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.

Лабораторная 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 погодноклиматических 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).

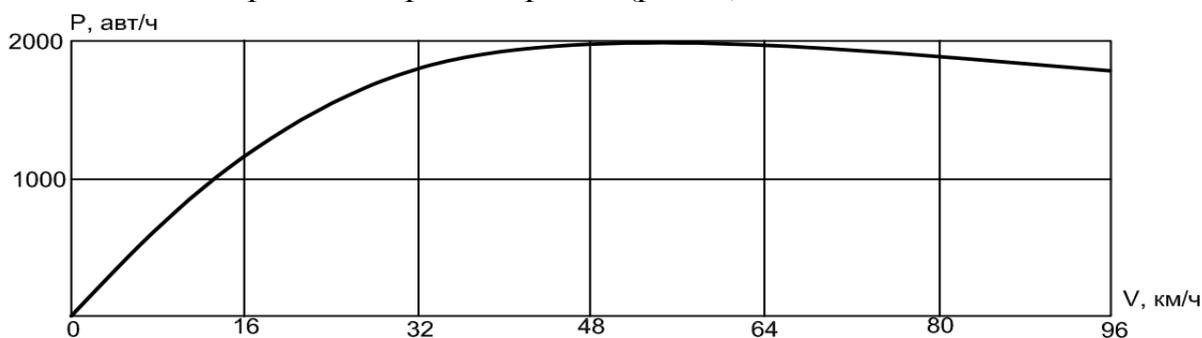


Рисунок 1 - Зависимость пропускной способности полосы движения автомобильной дороги от скорости движения автомобилей.

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.

Лабораторная 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.

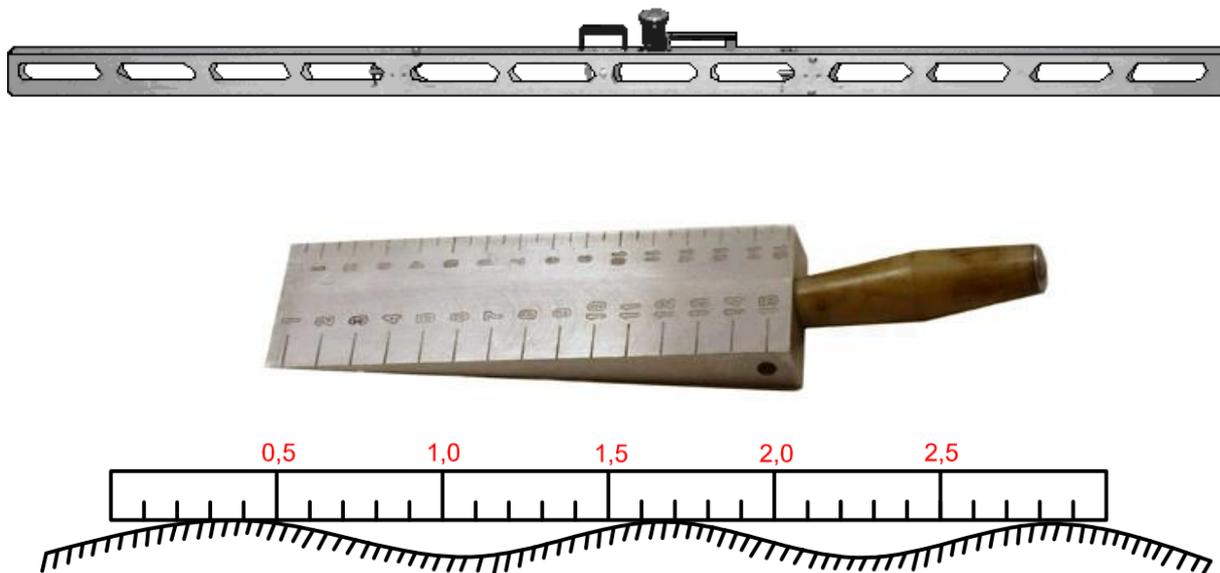


Рисунок 1 – Трехметровая рейка с клиновым промерником

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.

Лабораторная работа №6

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.

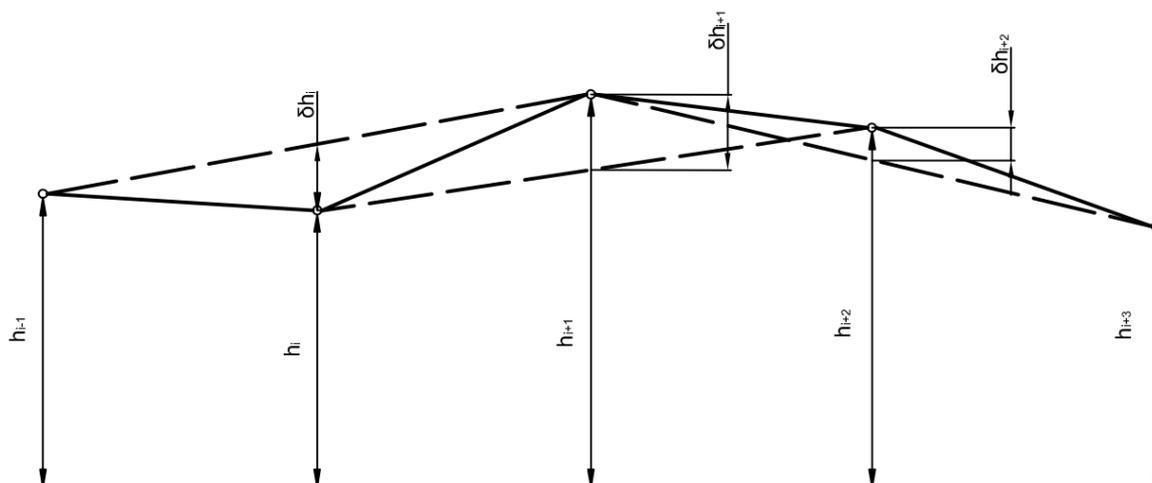


Рисунок 1 – Схема измерения ровности покрытия методом «амплитуд»

Лабораторная работа №7

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.

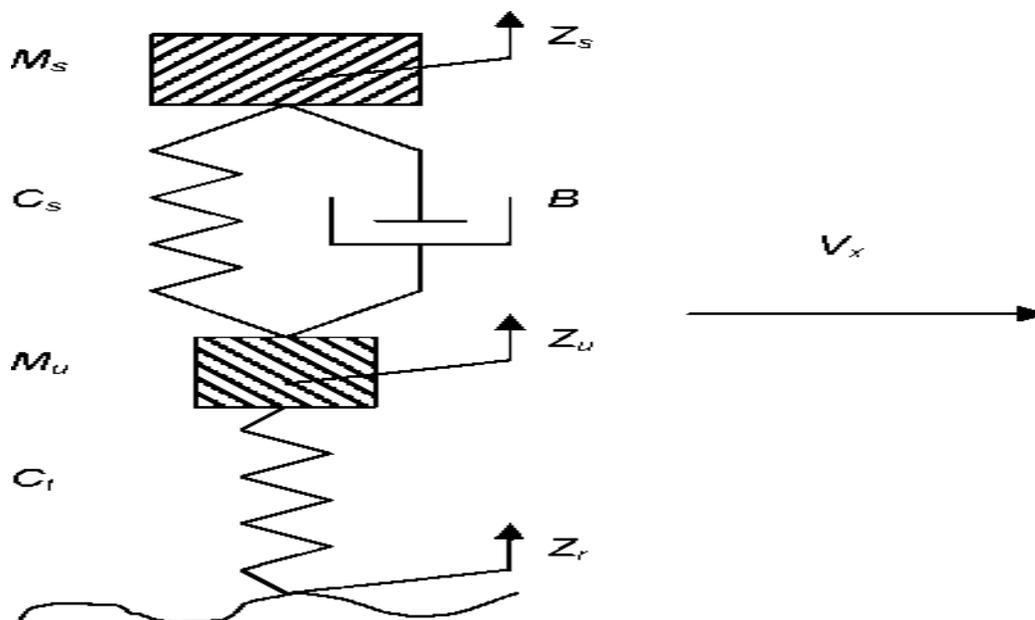
Метод измерения ровности покрытий автомобильных дорог, в основу которого положен новый подход, заключающийся в том, что результатом измерения является продольный микропрофиль проезжей части в виде массива ординат. При этом расстояние между фиксируемыми ординатами может составлять несколько сантиметров, 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 — непрессоренная масса; Z_u — вертикальная координата непрессоренной массы;
 C_t — жесткость шины; Z_r — высотная отметка поверхности

Рисунок 1 — Модель автомобиля для расчета *IRI*.

Лабораторная работа №8

Методы измерения дефектов дорожного покрытия.

При замерах глубины колеи дорожных покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения, которые осуществляют ручными приборами в соответствии с ГОСТ 32825-2014.

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

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 колеи, 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 колею 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 колеи;

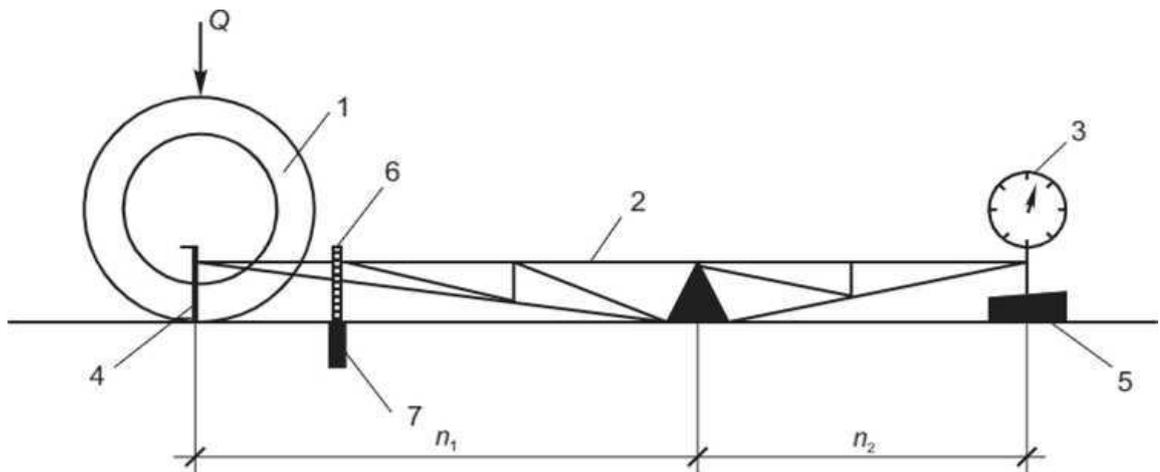
г) повторяют действия в каждой точке проведения измерения величины колеи.

Лабораторная работа №9

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.

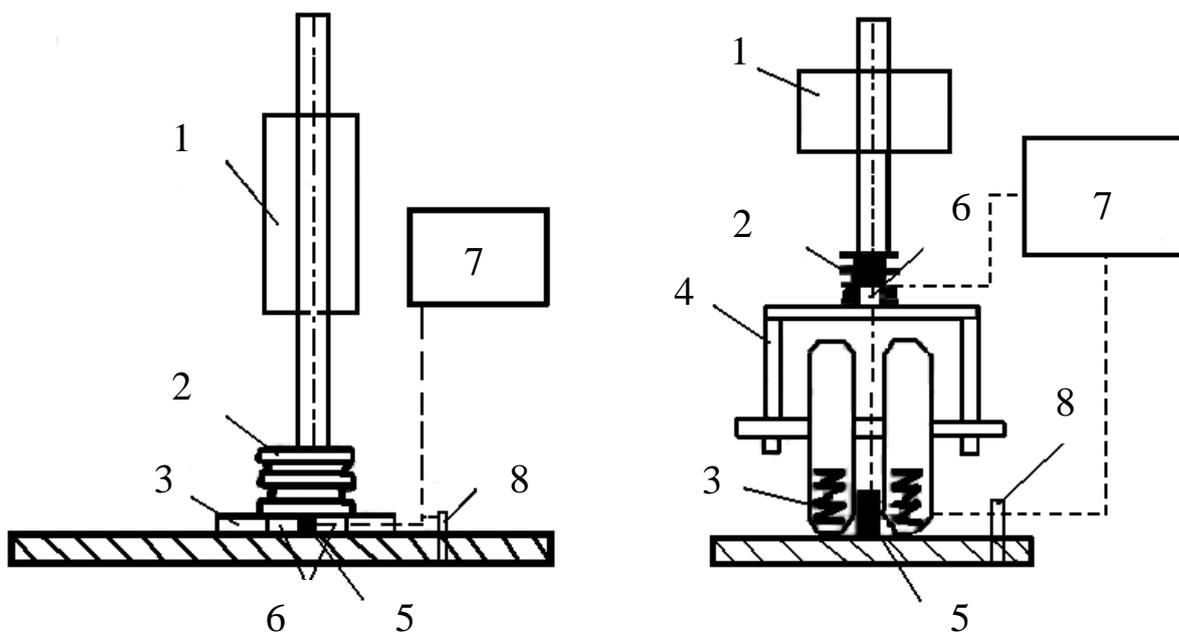
При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

- 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.

Лабораторная работа №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.1).



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

2

Рисунок 1 — 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.

Лабораторная работа №11

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. 1).

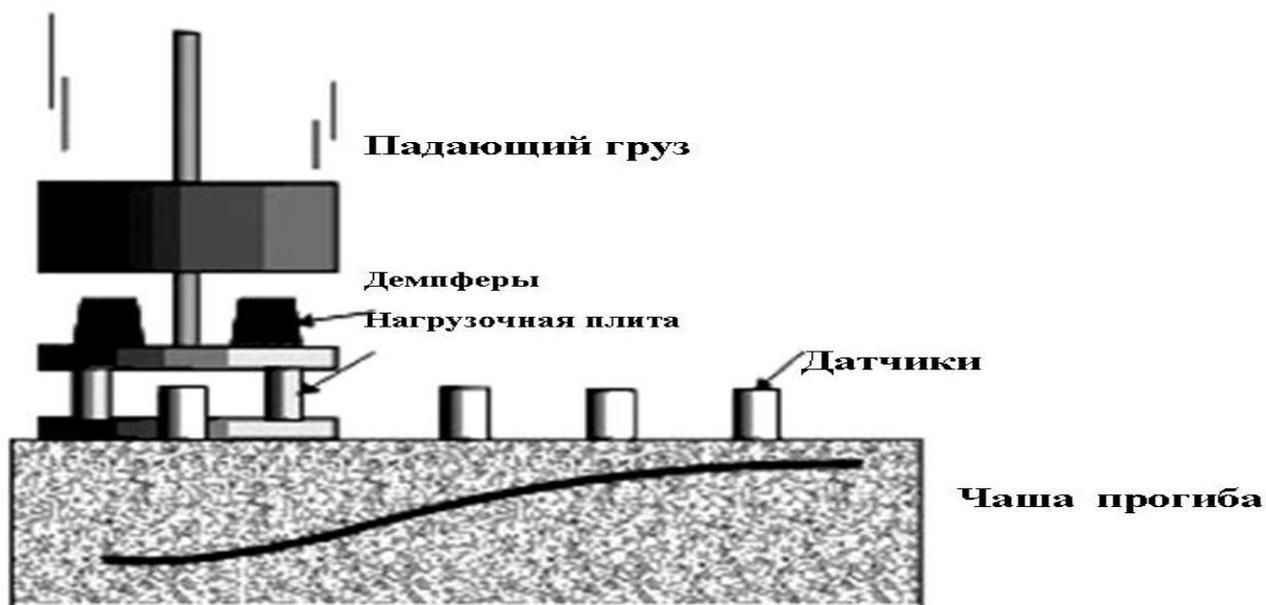


Рисунок 1 – Схема измерения прогибов

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 №12

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

Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования (георадар) «ОКО-3» - это современный геофизический прибор, предназначенный для обнаружения различных объектов (в том числе неметаллических) в различных средах.

Георадар представляет собой портативный радиолокатор, излучение которого происходит в исследуемую среду. Исследуемой средой может быть земля (отсюда наиболее распространенное название - георадар), вода, стены зданий и т.п.

Георадарный метод основан на явлении отражения электромагнитных волн от границ раздела поверхностей, на которых меняются электрические свойства. Рис.1.

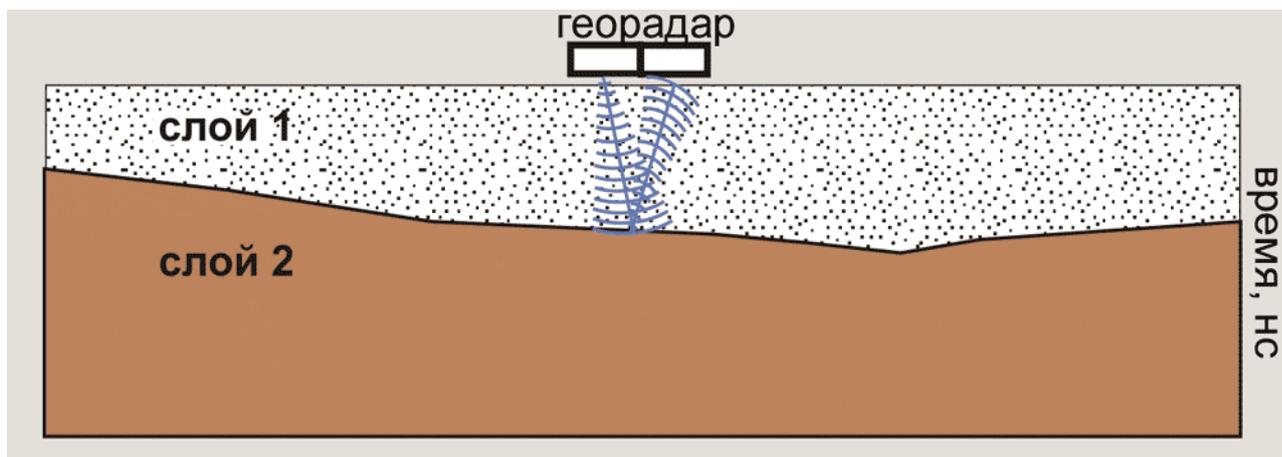


Рисунок 1 - Принцип работы георадара.

Передающая антенна георадара излучает электромагнитные импульсы, которые для получения высокой разрешающей способности имеют очень малую длительность (единицы и доли наносекунды). Излученный передающей антенной в исследуемую среду электромагнитный импульс отражается от находящихся в ней предметов или любых неоднородностей, имеющих отличную от среды диэлектрическую проницаемость или проводимость. Такими неоднородностями могут быть локальные объекты (как металлические, так и неметаллические), пустоты, границы раздела слоев различных пород, участки с различной влажностью и т.д.

В итоге на вход приемной антенны поступает сигнал, представляющий собой комбинацию сигнала, излученного передающей антенной и попавшего непосредственно в приемную антенну (сигнал прямого прохождения или прямая волна), и сигналов, отраженных от различных неоднородностей исследуемой среды. Этот результирующий сигнал называется трассой и представляет из себя зависимость амплитуды сигнала от времени прихода отражения.

Лабораторная работа №13

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 об резиновым 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).

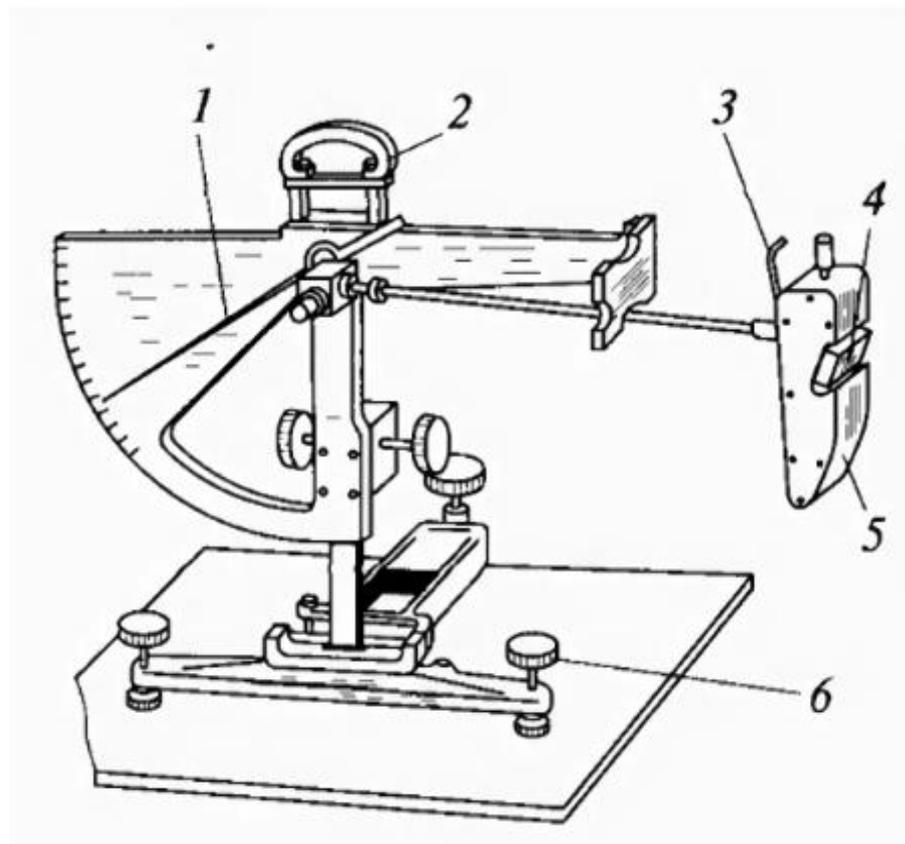


Рисунок 1 – Портативный маятниковый прибор Транспортной дорожной исследовательской лаборатории Великобритании - TRRL

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.

Лабораторная работа №14

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 1.



Рисунок – 7.4- Портативный прибор Кузнецова (ППК)

Лабораторная работа №15

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 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $45\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 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;

Лабораторная работа №16

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.1). Затем рулеткой измеряют 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 1– Определение тормозного пути автомобиля

Лабораторная работа №17

Определение шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»

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.

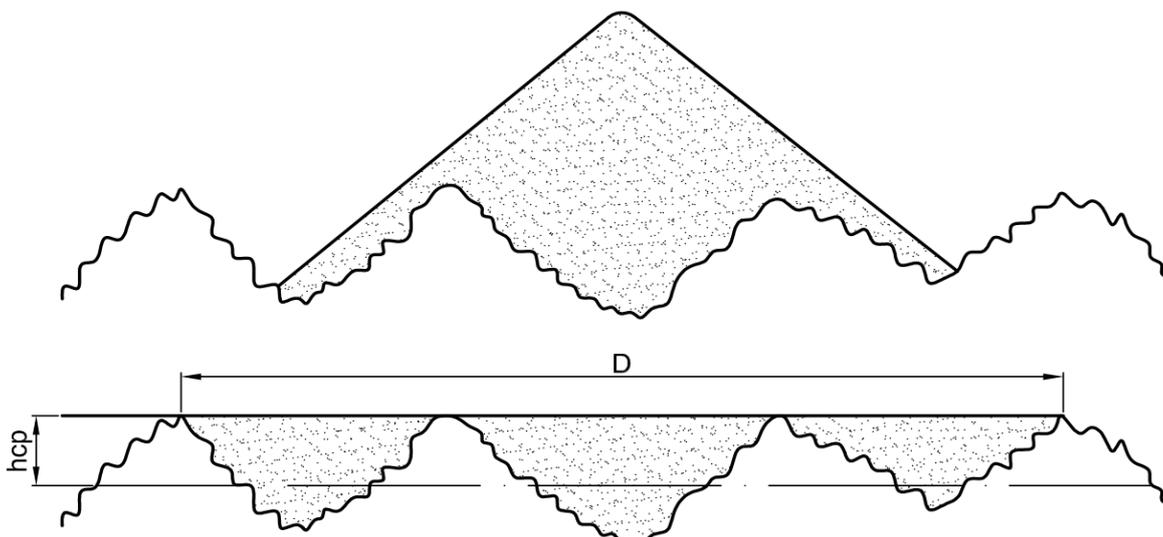


Рисунок 1 — Схема проведения измерений по определению шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно».

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

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

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.

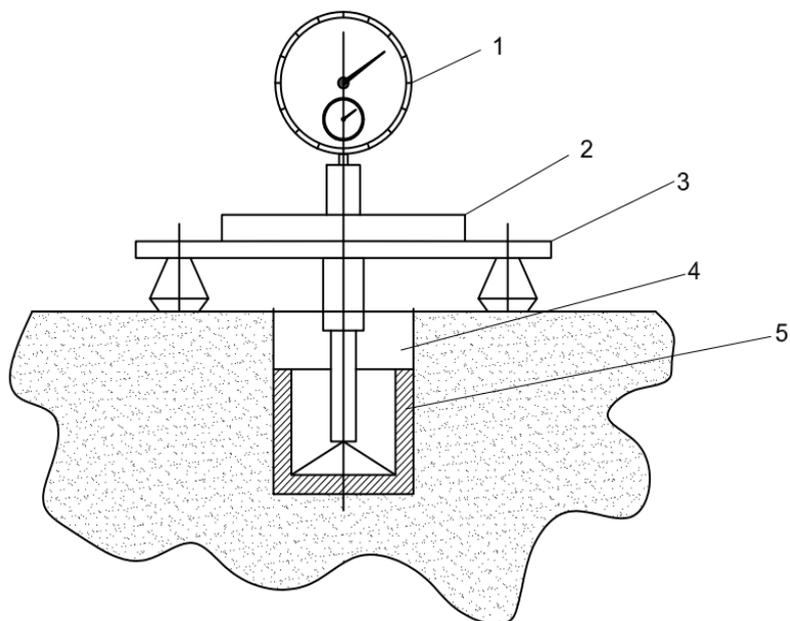
Лабораторная работа №18

Способы определения величины износа дорожных покрытий.

Для определения фактического износа дорожных покрытий в процессе эксплуатационной службы применяются различные способы. Более наглядным и простым методом определения износа является метод закладки в покрытие при его постройке специальных реперов-марок.

Износ определяют измерением его с помощью прибора, приведенного на рис. 1. Для этого в покрытии сверлят отверстие, в которое закрепляют металлический репер, имеющий цилиндрическую форму. Верх репера должен находиться на глубине, несколько большей расчетной толщины слоя износа. Отверстие закрывают резиновой пробкой. Перед каждым измерением после удаления резиновой пробки отверстие тщательно очищают и продувают сжатым воздухом.

Прибор устанавливают над репером, чтобы стрелка его компаса точно совпала с направлением "север — юг", после чего в репер опускают мерную рейку и делают отсчет по индикатору часового типа. Разница между отсчетом в данный момент и отсчетами предыдущих измерений будет равна величине износа покрытия за период времени между измерениями.



*Рисунок 1 – Прибор для определения износа дорожных покрытий:
1 - индикатор часового типа; 2 - компас; 3 - площадка с тремя опорами; 4 -
отверстие в покрытии; 5 – металлический репер.*

Лабораторная работа №19

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).

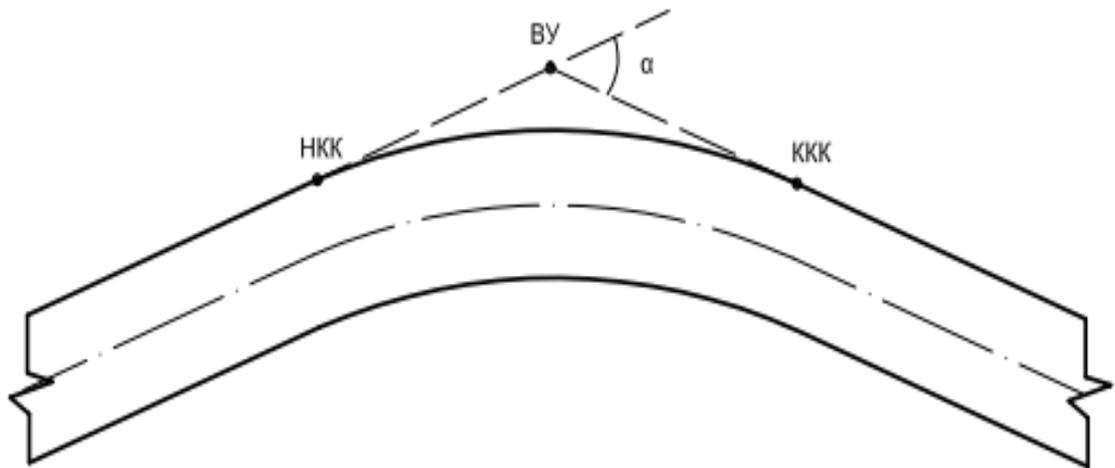


Рисунок 1- Схема определения радиуса кривой по длине кривой и углу поворота

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).

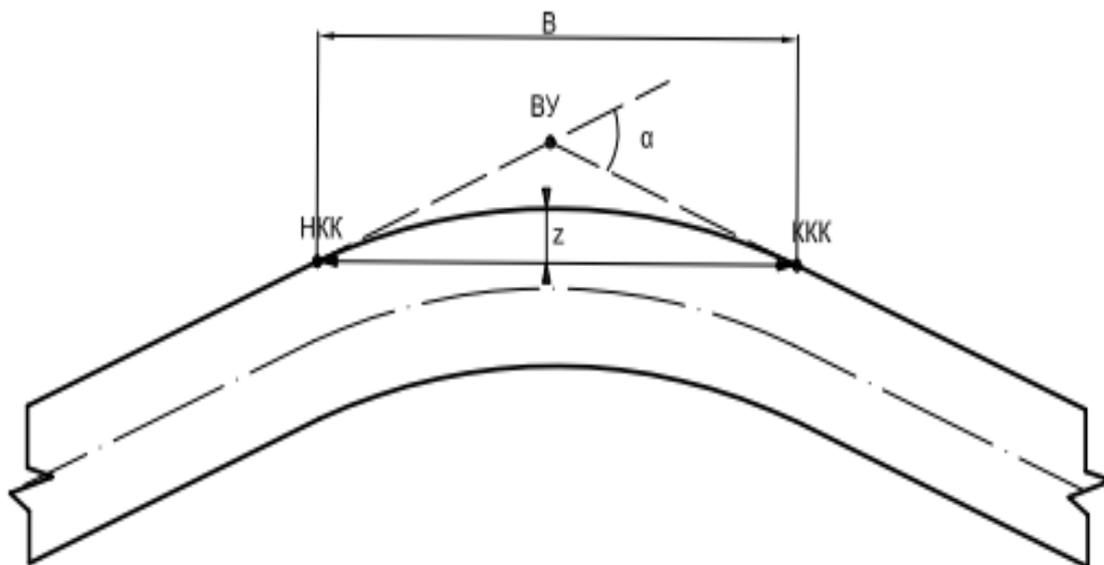


Рисунок 2 - Схема определения радиуса кривой по второму способу

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.

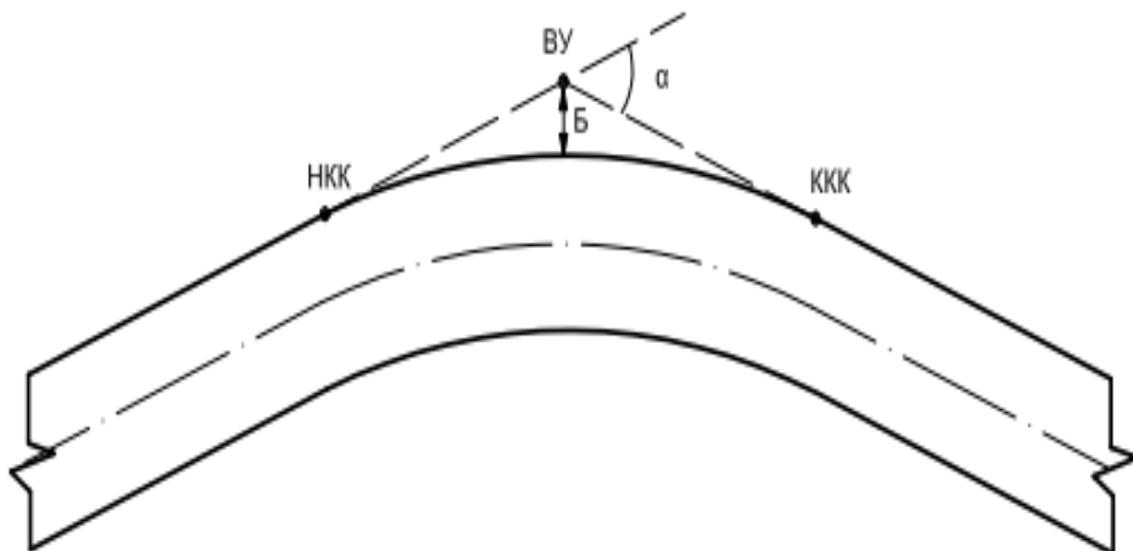


Рисунок 3 - Схема определения радиуса кривой по величине биссектрисы

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 №20

Измерение параметров автомобильной дороги универсальной рейкой.

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.1).



Рисунок 1 - Универсальная трехметровая рейка

Универсальная рейка представляет собой двухшарнирный 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.2).

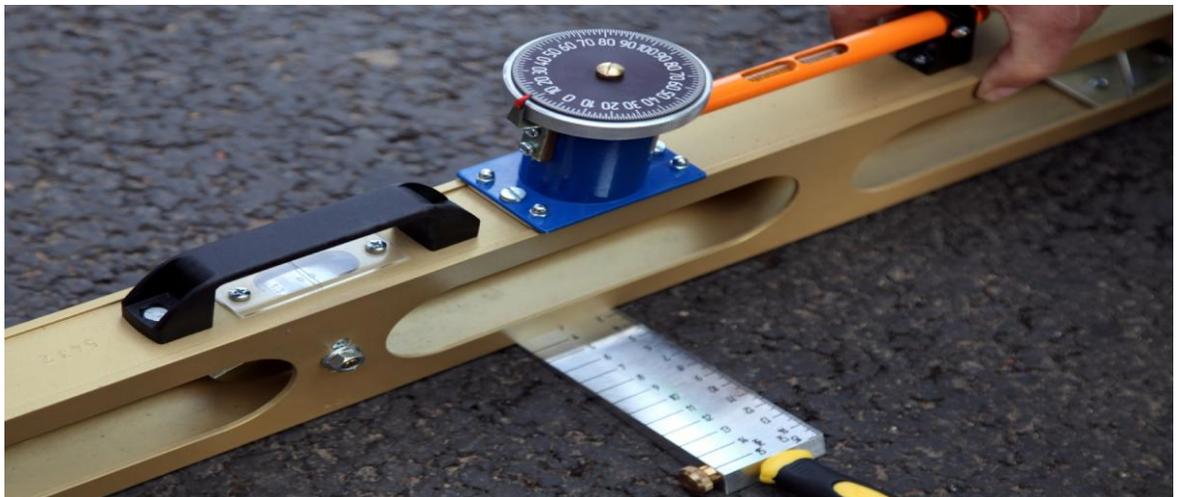


Рисунок – 2 – Измерительные устройства универсальной рейки

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, 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 рейку 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.

Лабораторная работа №21

Определение эксплуатационного состояние автомобильных дорог с использованием передвижной лаборатории «ТРАССА».

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 так же используется для синхронизации работы измерительных систем. В лаборатории обеспечивается привязка к географическим координатам и автоматическое позиционирование на сети дорог с помощью ГЛОНАСС/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 устанавливается 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 колеиности 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 №22

Технический учет и паспортизация 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 и протяженность;
- 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 №23

Определение светотехнических характеристик элементов проезжей части.

Для проведения испытаний используют блескомер БФ5-45/0/45, предназначенный для измерения коэффициента яркости при углах освещения-наблюдения $45^{\circ}/0^{\circ}$ направленного светового потока поверхности лакокрасочных покрытий и других поверхностей в видимой области спектра с целью количественной оценки зрительного восприятия человеческим глазом яркости указанных покрытий и других поверхностей (Рис. 1).



Рисунок 1- Общий вид блескомера БФ5

Технические характеристики блескомера БФ5-45/0/45.

Диапазон измерения коэффициента яркости поверхности, относительных единиц - 0...1.

Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерения коэффициента яркости, относительных единиц - $\pm 0,02$

Коэффициент яркости калибровочного образца белой поверхности при геометрии освещения-наблюдения $45^{\circ}/0^{\circ}$ составляет $0,9 \pm 0,1$ относительных единиц и указан в свидетельстве о поверке блескомера.

Питание блескомера осуществляется от встроенного аккумулятора, напряжением 9В, зарядка которого осуществляется с помощью зарядного

устройства, входящего в комплект блескомера, от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В, частотой 50 ± 1 Гц

Узел фотоприемника яркости включает в себя фотодиод с большой фотоприемной площадью, ось которого расположена перпендикулярно измеряемой поверхности.

Все оптические элементы размещены и зафиксированы в едином корпусе в отверстиях в соответствии с заданными углами. Эти отверстия имеют единое выходное окно на нижней рабочей поверхности блескомера, которая устанавливается на измеряемую поверхность.

На верхней плоскости блескомера размещен жидкокристаллический цифровой индикатор, кнопки включения и измерения, переключатель режима измерения блеска или яркости (рис.2)



Рисунок 2- Кнопки управления блескомера БФ5

На одной боковой поверхности блескомера расположены два отверстия с шлицевыми выводами резисторов регулировки блеска и яркости при калибровке блескомера, на противоположной боковой поверхности расположено гнездо для подключения зарядного устройства.

Принцип работы блескомера основан на фотоэлектрическом методе измерения неэлектрических величин. Световой поток из источника света выходит параллельным пучком и направляется на контролируемый образец поверхности.

При определении коэффициента яркости параллельный пучок света, отразившись от поверхности контролируемого образца, направляется на фотоприемник, расположенный параллельно контролируемой поверхности. Цифровое значение величины фототока, вызванного отраженным световым потоком, служит показателем коэффициента яркости контролируемого образца.

Для контроля и подстройки блескомера применяются рабочие стандартные образцы, аттестованные в установленном порядке. Калибровочный образец белой поверхности представляет собой пластину из молочного стекла МС-20 (белого цвета) с коэффициентом яркости $0,9 \pm 0,1$ относительных единиц при геометрии освещения-наблюдения $45^\circ/0^\circ$.

Перед началом измерений рабочие поверхности рабочих стандартных образцов должны быть тщательно очищены мягкой неворсистой тканью.

Лабораторная работа №24

Оценка 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.

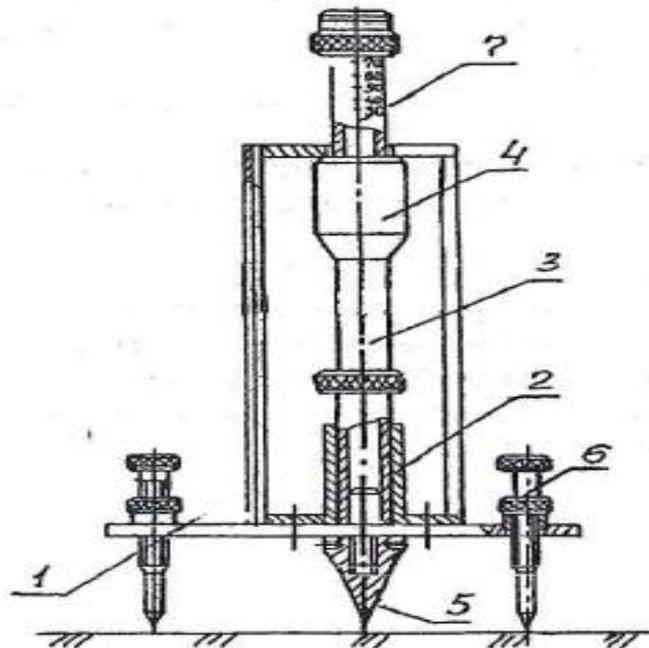


Рисунок 1 – Твердомер

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°С.

Например, если в момент измерения твердости температура составила 26°С, 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°С (т.е. твердость покрытия) составит 13,0 мм.

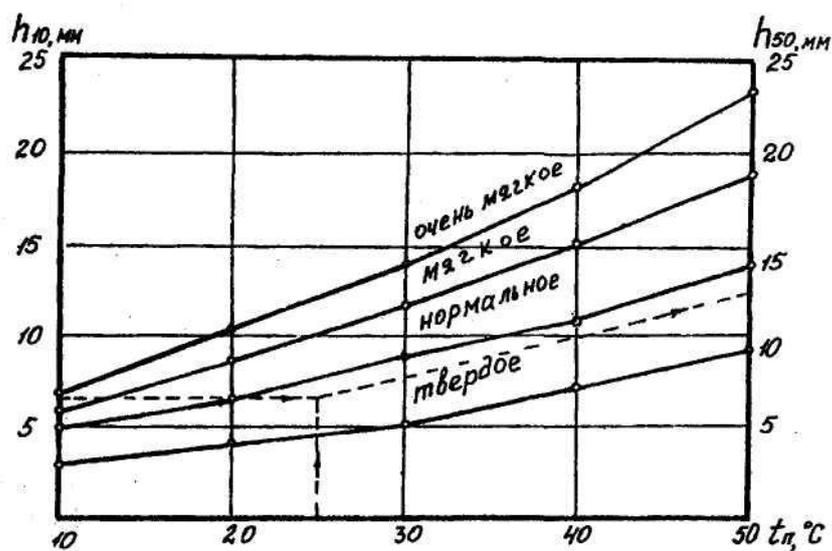


Рисунок 2 – Номограмма для определения твердости покрытия

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

Перечень практических работ

Практические занятия не запланированы.

РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Перечень вопросов выносимых на зачет по учебной дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики в транспортном строительстве»

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. Принцип работы 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 покрытия?
41. Какими параметрами характеризуется шероховатость 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?

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Белорусского национального
технического университета



А.М. Маляревич

Регистрационный № УДМ - ФТК 74–11/уч.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Учебная программа
по дисциплине для II ступени высшего образования
специальности 1-70 80 01 Строительство зданий и сооружений
Профилизация Строительство транспортных сооружений

Минск 2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-70 80 01 2019

СОСТАВИТЕЛЬ:

Л.Р. Мытько, профессор кафедры «Автомобильные дороги» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Рак И.Е., заведующая кафедрой «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент

Гледко В.Е., генеральный директор РУП «Минскавтодор - Центр»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Автомобильные дороги» Белорусского национального технического университета
(протокол № 9 от 04 апреля 2022г ...)

И.о. заведующего кафедрой



Е. П. Ходан

Методической комиссией факультета транспортных коммуникаций Белорусского национального технического университета
(протокол № 3 от 11 04 2022г.)

Председатель методической комиссии



В.А. Гречухин

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол № 5 секции №1 от 20.05.2022г.)

Научная библиотека

В.А. Гришкова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Современные методы мониторинга и диагностики в транспортном строительстве» разработана для

специальности II ступени высшего образования 1-70 80 01 «Строительство зданий и сооружений» профилизации «Строительство транспортных сооружений»

Цель изучения учебной дисциплины –

- формирование профессиональной компетентности для работы в проектных, строительных и эксплуатационных организациях дорожного профиля.

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 в транспортном строительстве,

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 в транспортном строительстве» магистрант должен:

знать:

- инженерные методы оценки эксплуатационных характеристик автомобильных дорог;
- нормативную базу технического состояния автомобильных дорог;

уметь:

- оценивать техническое состояние автомобильных дорог;
- определять виды дефектов и причины их возникновения;

владеть:

- способами экспериментальной диагностики автомобильных дорог...;
- способами повышения качества дорог и безопасности дорожного движения

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 высшего образования II ступени на изучение учебной дисциплины отведено всего 180 ч., из них аудиторных - 98 часов.

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

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования

Семестр	Лекции, ч.	Лаборатор- ные занятия, ч.	Практичес- кие занятия, ч.	Форма текущей аттестации
1	34	16	–	зачет
2	16	32	-	зачет

Для заочной формы обучения

Согласно учебному плану для заочной формы получения высшего образования II ступени на изучение учебной дисциплины отведено всего 180 ч., из них аудиторных - 24 часа.

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

Таблица 2.

Очная форма получения высшего образования				
Семестр	Лекции, ч.	Лаборатор- ные занятия, ч.	Практичес- кие занятия, ч.	Форма текущей аттестации
2	6	6	–	зачет
3	6	6	-	зачет

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. 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 Трансъевропейские коридоры.

Перечень трансъевропейских коридоров. Протяженность их по Республике Беларусь. Схема трансъевропейских 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 II. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 1.14 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.

Тема 1.15 Использование георадаров «ОКО-3» при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.

Способы определения конструкции дорожной одежды и земляного полотна.

Тема 1.16 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 1.17 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 1.18 Способы определения величины износа.

Способы и приборы для определения износа покрытий автомобильных дорог.

Тема 1.19 Определение геометрических параметров автомобильной дороги.

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

Тема 1.20 Передвижные диагностические лаборатории.

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

Тема 1.21 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 1.22 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 1.23 Контроль качества устройства поверхностной обработки.

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

	2 семестр						
2.	СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ						
2.1	Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа по величине упругого прогиба.	2			4		
2.2	Использование георадаров «ОКО-3» при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.	2			2		
2.3	Оценка сцепных качеств дорожных покрытий.	2			4		
2.4	Определение шероховатости дорожных покрытий.	2			4		
2.5	Способы определения величины износа.	1			2		
2.6	Определение геометрических параметров автомобильной дороги.	2			4		
2.7	Передвижные диагностические лаборатории.	2			4		
2.8	Порядок проведения технического учета и паспортизации автомобильных дорог.	1			4		
2.9	Определение светотехнических характеристик дорожных покрытий.	1			2		
2.10	Контроль качества устройства поверхностной обработки.	1			2		
	Итого за семестр	16			32		зачет
	Всего аудиторных часов	98					

	3 семестр						
2.	СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ						
2.1	Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа по величине упругого прогиба.	1		1			
2.2	Использование георадаров «ОКО-3» при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.	0,5		0,5			
2.3	Оценка сцепных качеств дорожных покрытий.	0,5		0,5			
2.4	Определение шероховатости дорожных покрытий.	0,5		0,5			
2.5	Способы определения величины износа.	0,5		0,5			
2.6	Определение геометрических параметров автомобильной дороги.	0,5		0,5			
2.7	Передвижные диагностические лаборатории.	1		1			
2.8	Порядок проведения технического учета и паспортизации автомобильных дорог.	0,5		0,5			
2.9	Определение светотехнических характеристик дорожных покрытий.	0,5		0,5			
2.10	Контроль качества устройства поверхностной обработки.	0,5		0,5			
	Итого за семестр	6		6			зачет
	Всего аудиторных часов	24					

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 Р 50597-2017. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.
15. ГОСТ 33078 2014. Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием.
16. Передвижная диагностическая дорожная лаборатория «Трасса» Техническое описание Инструкция по эксплуатации

- 17.ГОСТ 32825—2014. Дороги автомобильные общего пользования Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений.
- 18.Рекомендации по измерению строения дорожной одежды при помощи георадара “ОКО-2”.
- 19.Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования (георадар) «ОКО-3» Универсальный базовый комплект Техническое описание Инструкция по эксплуатации
- 20.ГОСТ 32963-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Расстояние видимости. Методы измерений.
- 21.Передвижная диагностическая дорожная лаборатория «Трасса» Техническое описание Инструкция по эксплуатации
- 22.ТКП 307- 2011 (02191) Автомобильные дороги. Порядок проведения технического учета и паспортизации
- 23.Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2т. - учебник для студ. Высших учеб. заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
- 24.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;
- подготовка в рамках самостоятельной работы рефератов;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача зачета 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 автомобильных 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 дорожных 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?

Перечень тем практических занятий

1. Практические занятия не запланированы

Перечень тем лабораторных работ

1. Определение интенсивности движения автомобилей визуальным методом.
2. Метод краткосрочного автоматизированного учета интенсивности движения.
3. Определение скорости транспортного потока.
4. Определение пропускной способности автомобильных дорог и уровней обслуживания движения.
5. Измерение ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой.
6. Оценка ровности дорожного покрытия с помощью геодезических инструментов.
7. Методы измерения ровности высокоскоростным профилометром.
8. Методы измерения дефектов дорожного покрытия.
9. Определение упругого прогиба и общего модуля упругости дорожной одежды методом статического нагружения.
10. Определение упругого прогиба дорожных одежд методом динамического нагружения.
11. Определение прочности дорожных одежд с использованием дефлектометров.
12. Использование георадаров «ОКО-3» при обследовании земляного полотна и дорожных одежд.
13. Определение коэффициента сцепления прибором маятникового типа.

14. Определение коэффициента сцепления прибором ударного действия типа ППК.
15. Определение коэффициента сцепления дорожных покрытий передвижными установками типа ПКРС.
16. Определение коэффициента сцепления методом торможения автомобиля.
17. Определение шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»
18. Способы определения величины износа дорожных покрытий.
19. Определение радиуса круговой кривой в плане.
20. Измерение параметров автомобильной дороги универсальной рейкой.
21. Определение эксплуатационного состояние автомобильных дорог с использованием передвижной лаборатории «ТРАССА».
22. Технический учет и паспортизация автомобильных дорог.
23. Определение светотехнических характеристик элементов проезжей части.
24. Оценка качества устройства поверхностной обработки

Перечень тем курсовых проектов (работ)

1. Курсовые проекты и работы не запланированы

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)