

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет транспортных коммуникаций
Кафедра «Автомобильные дороги»

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
«Автомобильные дороги»
_____ С.И. Зиневич
«__» _____ 2019 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
транспортных коммуникаций
_____ С.Е. Кравченко
«__» _____ 2019 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по учебной дисциплине

ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Для специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Составители: Соболевская С.Н., Ходан Е.П.

Рассмотрено и рекомендовано
к государственной регистрации на заседании совета
факультета транспортных коммуникаций
« 25 » ноября 2019 г. Протокол № 3

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

Электронный учебно-методический комплекс содержит:

1. Теоретический раздел
 - 1.1 Конспект лекций «Диагностика автомобильных дорог»

2. Практический раздел
 - 2.1 Материалы для практических занятий по дисциплине «Диагностика автомобильных дорог»
 - 2.2 Материалы для лабораторных работ по дисциплине «Диагностика автомобильных дорог»
 - 2.3 Требования и рекомендации к выполнению курсовой работы

3. Раздел контроля знаний
 - 3.1 Вопросы к экзамену

4. Вспомогательный раздел
 - 4.1 Учебная программа дисциплины «Диагностика автомобильных дорог»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели ЭУМК:

- повышение эффективности образовательного процесса специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» по дисциплине «Диагностика автомобильных дорог»;
- 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 «Диагностика автомобильных дорог»

РАЗДЕЛ I. ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ

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

Тема 1.2. Общие сведения о существующей сети автомобильных дорог и автомобильном парке Республики Беларусь.

Тема 1.3. Воздействие транспортных нагрузок на автомобильную дорогу.

Тема 1.4. Диагностика транспортных потоков и организации дорожного движения.

Тема 1.5. Погодно-климатические факторы и их влияние на транспортно-эксплуатационные характеристики дороги.

Тема 1.6. Методы оценки метеорологических воздействий на дорогу.

Тема 1.7. Оценка безопасности дорожного движения.

РАЗДЕЛ II. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ И ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 2.1. Прочность дорожных одежд.

Тема 2.2. Ровность дорожных покрытий.

Тема 2.3. Сцепные качества дорожных покрытий.

Тема 2.4. Светотехнические качества дорожных покрытий.

Тема 2.5. Дефектность автомобильных дорог.

Тема 2.6. Оценка экологической безопасности автомобильных дорог.

РАЗДЕЛ III. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОГ

Тема 3.1. Система оценки состояния дорог при их осмотре.

Тема 3.2. Организация диагностики автомобильных дорог.

Тема 3.3. Аудит обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах.

Тема 3.4. Срок службы автомобильных дорог.

Тема 3.5. Формирование информационного банка дорожных данных.

Тема 3.6. Планирование видов и объемов дорожных работ с учетом результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.

РАЗДЕЛ I. ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ

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

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 «Диагностика автомобильных дорог» разработан для специальности 1 - 70 03 01 «Автомобильные дороги».

Согласно учебному плану для очной формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 200 ч., из них аудиторных - 96 часов.

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

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования					
Курс	Се- местр	Лек- ции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
4	7	48	16	32	курсовая рабо- та, экзамен

Содержание учебной программы

РАЗДЕЛ I. ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Тема 1. Роль и место дисциплины в учебном плане и профессиональной подготовке инженеров-дорожников.

Тема 2. Общие сведения о существующей сети автомобильных дорог и автомобильном парке Республики Беларусь.

Тема 3. Воздействие транспортных нагрузок на автомобильную дорогу.

Тема 4. Диагностика транспортных потоков и организации дорожного движения.

Тема 5. Погодно-климатические факторы и их влияние на транспортно-эксплуатационные характеристики дороги.

Тема 6. Методы оценки метеорологических воздействий на дорогу.

Тема 7. Оценка безопасности дорожного движения.

РАЗДЕЛ II. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ И ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 8. Прочность дорожных одежд.

Тема 9. Ровность дорожных покрытий.

Тема 10. Сцепные качества дорожных покрытий.

Тема 11. Светотехнические качества дорожных покрытий.

Тема 12. Дефектность автомобильных дорог.

Тема 13. Оценка экологической безопасности автомобильных дорог.

РАЗДЕЛ III. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОГ

Тема 14. Система оценки состояния дорог при их осмотре.

Тема 15. Организация диагностики автомобильных дорог.

Тема 16. Аудит обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах.

Тема 17. Срок службы автомобильных дорог.

Тема 18. Формирование информационного банка дорожных данных.

Тема 19. Планирование видов и объемов дорожных работ с учетом результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.

Преподавание дисциплины «Диагностика автомобильных дорог» ставит цель изучить систему оценки и прогнозирования технического и эксплуатационного состояния автомобильных дорог и принятия управленческих решений.

Задачи и состав работ - оценка технического состояния автомобильных дорог; учет воздействия транспортных потоков и погодноклиматических факторов на дорожные сооружения; определение транспортно-эксплуатационных характеристик; установление степени дефектности и причин их возникновения, работы по повышению качества автомобильных дорог, эффективности работы автомобильного транспорта и безопасности движения на автомобильных дорогах.

В результате освоения дисциплины «Диагностика автомобильных дорог» студент должен :

знать:

- теорию надежности и долговечности дорожных сооружений;
- требования инженерного обустройства дорог;
- способы и технические средства организации дорожного движения;
- перспективы развития автомобильного транспорта и пути повышения безопасности дорожного движения;
- международный опыт экспериментальной диагностики автомобильных дорог и тенденции повышения качества автомобильных дорог;
- знать особенности производства работ с учетом дорожноклиматических факторов;

уметь:

- оценивать техническое состояние автомобильных дорог;
- решать задачи по определению транспортно-эксплуатационных характеристик;
- проводить эксперименты в лабораторных и в дорожных условиях по оценке прочности, ровности, шероховатости, сцепных и светотехнических качеств дороги;
- определять виды дефектов и причины их возникновения;
- устанавливать степень дефектности и проектировать работы по повышению качества дорог;
- на основании данных дорожно-испытательных станций прогнозировать состояние дорог и выбирать адекватные меры по повышению безопасности движения и эффективности работы автомобильного транспорта;
- разрабатывать технологические карты и осуществлять календарное планирование работ;
- рассчитывать потребные ресурсы;
- обеспечивать безопасность производства работ и движения транзитных транспортных потоков;
- владеть:
 - инженерными методами оценки эксплуатационных характеристик автомобильных дорог;
 - нормативной базой по оценке технического состояния дорог;
 - практическими навыками применения материалов и машин для ремонта и содержания автомобильных дорог;
 - технологией производства работ по ремонту и содержанию дорог;
 - нормативной и технической литературой.

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Уметь работать в команде.

ПК-1. Проводить анализ и оценку инженерно-геологических и гидрологических условий строительства транспортных сооружений; учитывать влияние этих условий и результатов научно-исследовательских работ на выбор конструктивных и технологических решений.

ПК-2. Разрабатывать технические задания на проектируемый объект с учетом результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

ПК-10. Использовать проект объекта и техническую документацию, проводить строительно-монтажные работы в соответствии с правилами и нормами.

ПК-11. Выбирать способ возведения автомобильных дорог с разработкой вспомогательных сооружений и устройств.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Леонович, И.И. Диагностика автомобильных дорог / И.И. Леонович, С.В. Богданович. – Минск: БНТУ, 2012. – 225с.
2. Леонович, И.И. Диагностика автомобильных дорог. Уч.пособие / И.И. Леонович, С.В. Богданович, И.В. Нестерович. – Минск: Новое знание; ИН-ФА-М, 2011. – 350с.
3. Леонович, И.И. Диагностика и управление эксплуатационным состоянием автомобильных дорог / И.И. Леонович, С.В. Богданович. – Минск: БНТУ, 2009. – 104с.
4. Леонович, И.И. Автомобильные дороги / И.И. Леонович, Я.Н. Ковалев и др. Минск: Арт Дизайн, 2006. – 352с.
5. Васильев, А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника / А.П. Васильев. – Москва: Информавтодор, 2004.
6. Леонович, И.И. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог. Учебное пособие / И.И. Леонович и др. – Минск. БНТУ, 2002. – 357с.

Дополнительная литература

1. Леонович, И.И. Дорожная климатология. – М., 2005
2. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2т. – учебник для студ. Высших учеб. Заведений – М.:Издательский центр «Академия», 2010. – 320с.
3. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А.П. Васильев, В.М. Сиденко. – М., 1990.
4. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника. Под ред. А.П. Васильева.-М.: Информавтодор, 2004.
5. Бируля, А.К. Эксплуатация автомобильных дорог. – М., 1996.
6. Бируля, А.К. Работоспособность дорожных одежд / А.К. Бируля, С.И. Михович. – М., 1968.
7. Васильев, А.П. Проектирование дорог с учетом влияние климата на условиях движения. – М., 1986.
8. Золотарь, И.А. Экономико-математические методы в дорожном строительстве. – М., 1974.
9. Коганзон, М.С. Оценка и обеспечение прочности дорожных одежд нежесткого типа / М.С. Коганзон, Ю.М. Яковлев. – М., 1990.
10. Леру, М. Сцепление колеса автомобиля с дорогой и безопасности движения автомобиля. – М., 1985.

11. Немчинов, М.В. Сцепление качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобиля. – М., 1985.
12. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. А.П. Васильева. – М., 1989
13. Семенов, В.А. Качество и однородность автомобильных дорог. – М., 1989
14. Сиденко, В.М. Эксплуатация автомобильных дорог./ В.М. Сиденко, С.И. Михович. – М., 1976.
15. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – М., 1984.
16. Ситников, Ю.М. Стадийное улучшение транспортно-эксплуатационных качеств дорог / Ю.М. Ситников, О.А. Дивочкин. – М., 1973
17. ТКП 140-2015 Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики.
18. ТР ТС 014/2011 Безопасность автомобильных дорог.
19. ТКП 059-2012 (02191) Автомобильные дороги. Правила устройства.
20. ТКП 200-2018 (02191) Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования.
21. ТКП 203-2009 (02191) Автомобильные дороги. Правила устройства покрытий и защитных слоев покрытий по мембранной технологии.
22. ТКП 366-2012 (02191) Автомобильные дороги. Правила содержания.
23. ТКП 45-3.03-19-2006 (02250) Автомобильные дороги. Нормы проектирования.
24. ТКП 45-3.03-112-2008 (02250) Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.
25. СТБ 1291-2016 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.
26. СТБ 1501-2013 Автомобильные дороги. Метод определения модуля упругости и однородности уплотнения материалов слоев дорожных конструкций.
27. СТБ 1566-2005 Дороги автомобильные. Методы испытаний.
28. ГОСТ 30412-96 Методы измерений неровностей оснований и покрытий.
29. ГОСТ 30413-96 Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием.
30. ГОСТ 32965-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Интенсивность движения транспортного потока. Методы измерений».
31. ДМД 02191.5.002-2006. Рекомендации по назначению ремонтных мероприятий с учетом расчетных межремонтных сроков службы дорожных конструкций.
32. ДМД 02191.5.005-2007. Рекомендации по использованию георадарных технологий для мониторинга автомобильных дорог и искусственных сооружений.
33. ДМД 02191.5.006-2007. Рекомендации по оценке прочности нежестких дорожных одежд.
34. ТКП 068-2018. Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту.

35.ТКП 069-2018. Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по текущему ремонту и содержанию.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

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

Тема 1.2. Общие сведения о существующей сети автомобильных дорог и автомобильном парке РБ

Автомобильные дороги являются важнейшей частью транспортной системы, которая в значительной степени определяет экономическое, социальное и культурное развитие государства. Этому способствует и географическое положение Республики Беларусь, расположенной на перекрестке транзитных трансъевропейских магистралей.

Автомобильные дороги Республики Беларусь включают в себя автомобильные дороги общего пользования и необщего пользования, которые могут находиться в государственной или частной собственности. Автомобильная дорога общего пользования предназначена для использования любыми лицами с учетом требований, установленных законодательством Республики Беларусь. Автомобильная дорога необщего пользования предназначена для использования в порядке, определяемом ее владельцем с учетом требований, установленных законодательством Республики Беларусь.

Автомобильные дороги общего пользования в зависимости от функционального назначения подразделяются на республиканские автомобильные дороги и местные автомобильные дороги.

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, культурных, историко-культурных ценностей и памятников природы 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.

К автомобильным дорогам *необщего пользования* относятся автомобильные дороги, предназначенные для внутривозвращаемых и технологических перевозок, служебные и патрульные автомобильные дороги вдоль каналов, трубопроводов, линий электропередачи, других коммуникаций и сооружений, а также служебные автомобильные дороги к гидротехническим и иным сооружениям.

На автомобильных дорогах общего пользования, обеспечивающих повышенный скоростной и безопасный режим движения транспортных средств с высоким уровнем сервисного обслуживания, может взиматься плата за проезд в соответствии с нормативными правовыми актами Республики Беларусь.

Автомобильная дорога общего пользования может быть платной на всем протяжении или на отдельных ее участках, в том числе на участках проезда по мостам и иным искусственным сооружениям, при наличии альтернативного пути для бесплатного проезда в данном направлении.

Отнесение автомобильных дорог к категории платных и порядок пользования ими определяются Советом Министров Республики Беларусь.

Автомобильные дороги общего пользования должны иметь наименования и номера, автомобильные дороги необщего пользования - наименования. Наименование дороги общего пользования включает в себя названия ее начального и конечного населенных пунктов в границах Республики Беларусь, а при необходимости - названия промежуточных населенных пунктов. Наименование также может включать в качестве названий начального и конечного пунктов названия географических, исторических или иных объектов.

Номер автомобильной дороги общего пользования состоит из буквы алфавита и группы цифр, которые указываются на информационно-указательных дорожных знаках, картах и в атласах.

Наименования и номера международных автомобильных дорог утверждаются Советом Министров Республики Беларусь в соответствии с между-

народными договорами Республики Беларусь. Наименования и номера республиканских автомобильных дорог утверждаются республиканским органом государственного управления в области автомобильных дорог и дорожной деятельности. Наименования и номера местных автомобильных дорог утверждаются областными исполнительными комитетами по согласованию с республиканским органом государственного управления в области автомобильных дорог и дорожной деятельности. Наименования автомобильных дорог необщего пользования утверждаются областными исполнительными комитетами по представлениям владельцев автомобильных дорог.

В зависимости от эксплуатационных характеристик, геометрических параметров и условий дорожного движения автомобильные дороги классифицируются по категориям и классам в соответствии с таблицей 1.1.

Категория автомобильной дороги - характеристика автомобильной дороги, определяющая ее технические параметры в зависимости от принадлежности к соответствующему классу и расчетной интенсивности движения.

Класс автомобильной дороги - характеристика автомобильной дороги по функциональному назначению, условиям доступа и обеспечиваемому уровню обслуживания.

Таблица 1.1 – Классы и категории автомобильных дорог

Класс дороги	Категория дороги	Функциональное назначение дороги	Область применения	Расчетная интенсивность движения, ед/сут	
				Республиканские дороги	Местные дороги
Автомагистрали	I-а	Для передвижения интенсивных транспортных потоков на большие расстояния без обслуживания прилегающих территорий	Участки основных республиканских дорог протяженностью не менее 150 км с долей транзита в транспортном потоке более 50%	Св. 8000	
Скоростные автомобильные дороги	I-б	Для локального передвижения интенсивных транспортных потоков с высокой скоростью	Республиканские автомобильные дороги на подходах к крупнейшим городам на расстоянии 40-50 км, подъезды к аэропортам I класса, кольцевые дороги вокруг крупнейших городов	Св. 10 000	
Обычные автомобильные дороги	I-в	Дороги общего назначения	Республиканские автомобильные дороги (кроме автомагистралей и скоростных дорог), а также местные автомобильные дороги	Св. 10 000	–
	II			Св. 5000 до 10 000 включ.	Св. 7000 включ.
	III			Св. 2000 до 5000 включ.	Св. 3000 до 7000 включ.
	IV			Св. 200	Св. 400

Класс дороги	Категория дороги	Функциональное назначение дороги	Область применения (кроме автомобильных дорог низших категорий)	Расчетная интенсивность движения, ед/сут	
				Республиканские дороги	Местные дороги
	V			до 2000 включ.	до 3000 включ.
Автомобильные дороги низших категорий	VI-а	Обеспечение постоянных подъездов к малым сельским поселениям	Тупиковые дороги с незначительной интенсивностью движения	–	Св. 25 до 50 включ.
	VI-б			–	До 25 включ.

Примечания:

1. Для подъездов к аэропортам I класса следует проектировать скоростную автомобильную дорогу, если расчетная интенсивность движения превышает 4000 ед/сут.
2. Нормы проектирования автомобильных дорог низших категорий следует принимать в соответствии с ТКП 45-3.03-96
3. В соответствии с СНБ 1.01.04 к крупнейшим относятся города с численностью населения на перспективный период, превышающей 1000000 чел., к крупным – превышающей 200000 чел.

В зависимости от категории дороги установлены основные параметры поперечного профиля дорожного полотна, приведенные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Основные параметры поперечного профиля дорожного полотна

Наименование параметра поперечного профиля	Значение параметра поперечного профиля для категорий дорог (в метрах)					
	I-а	I-б, I-в	II	III	IV	V
1 Число полос движения	4; 6	4; 6	2	2	2	2
2 Ширина полосы движения	3,75	3,5	3,5	3,5	3	2,75
3 Ширина проезжей части	7,5x2 11,25x2	7x2 10,5x2	7	7	6	5,5
4 Ширина обочины, в т. ч.:	3,75	3	3	2,5	2	1,25
укрепленной полосы	–	0,5	0,75	0,5	0,5	–
остановочной полосы	2,5	2,5	–	–	–	–
5 Наименьшая ширина разделительной полосы, в т. ч.:	2 + s	2 + s	–	–	–	–
укрепленной полосы	0,75	0,5	–	–	–	–
6 Ширина дорожного полотна	24,5 + s	22 + s	13	12	10	8
	32 + s	29 + s				

Примечание – s — ширина барьерного ограждения, устанавливаемого на разделительной полосе.

Существование развитого государства невозможно представить без мощного транспорта: он необходим всем отраслям материального производ-

ства, без его использования невозможна работа добывающей и перерабатывающей промышленности, сельского хозяйства, торговли, сферы разнообразных социальных услуг населению.

Транспорт схематично можно разделить на два больших подразделения:

-*транспорт внутрипроизводственной сферы*, обеспечивающий технологические нужды данного производства. Внутрипроизводственный транспорт перемещает предметы труда (сырье, готовую продукцию) внутри предприятия.

-*транспорт внешний (магистральный)*, осуществляющий связь отдельных производств с другими производствами, являющимися их потребителями.

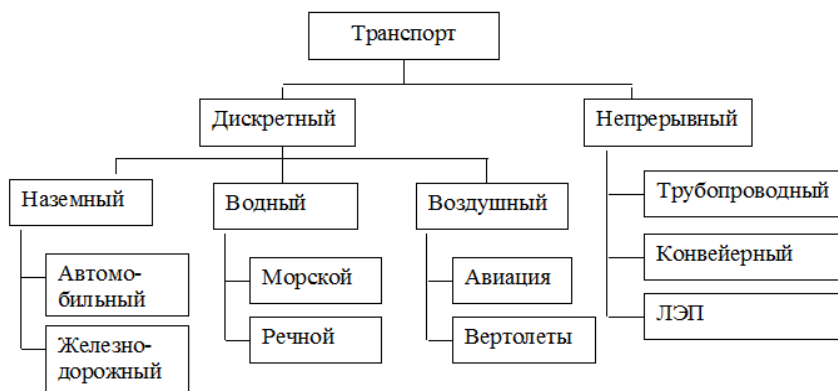
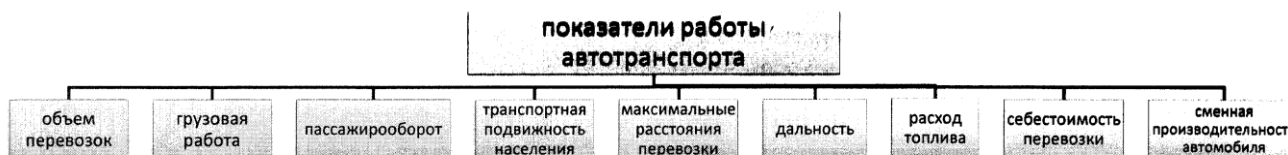
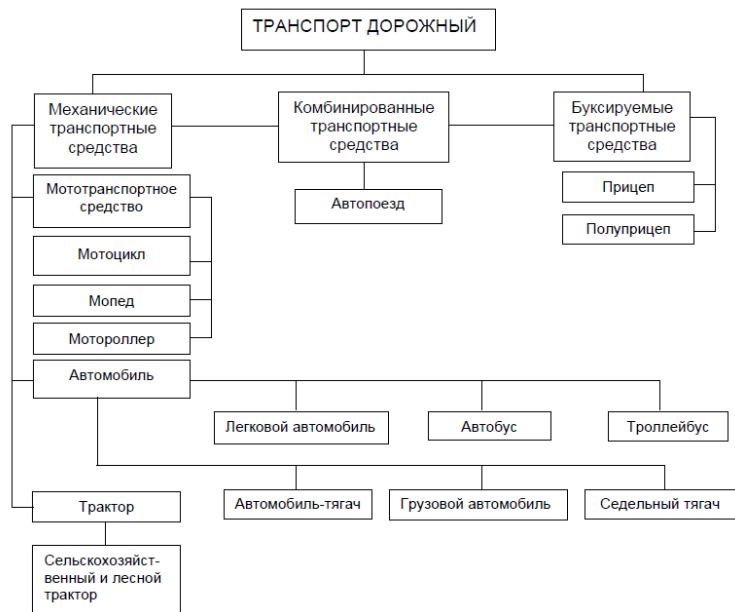


Рис. 1. Классификация транспорта

Основные показатели работы автотранспорта представлены на схеме 1:



Классификация транспортных средств приведена на схеме 2:



Тема 1.3. Воздействие транспортных нагрузок на автомобильную дорогу

Классификация транспортных средств по осевым нагрузкам. Транспортные нагрузки и особенности их передачи на покрытие. Взаимодействие автомобиля и дороги. Динамические воздействия подвижного состава на покрытие. Влияние неровностей покрытия на величину внешних транспортных нагрузок. Модели колебания автомобиля и их практическое использование. Повторяемость нагружения дорожных покрытий. Распределение колесных нагрузок по ширине проезжей части. Расчетные осевые нагрузки. Приведение различных типов автомобилей к расчетному. Учет внешних транспортных нагрузок в процессе эксплуатации автомобильных дорог.

К техническим характеристикам автомобиля относят:

- грузоподъемность;
- число осей – колесная формула;
- масса снаряженного авто;
- распределение полной массы по осям;
- максимальная скорость движения;
- максимальная мощность;
- давление в шинах;
- тип шины.

Под тяговыми подразумевается характеристики, которые раскрывают зависимость тягового усилия от скорости движения и выбранной передачи.

При решении различных задач необходимо учитывать тяговый баланс – соотношение сил тяги и сил сопротивления движению.

В соответствии с международной классификацией транспортные средства подразделяются на категории: А, В, С, D. Категории А, В характеризуют движение легких механических транспортных средств, С и D – тяжелые механические транспортные средства.

В контакте колеса с покрытием дороги силы принято разделять на статические и динамические.

Статические: - передаваемые передней осью;
- передаваемые задней осью;
- передаваемые полуприцепом.

При передаче давления от колес подвижного состава на покрытие учитывается удельное давление и площадь передачи этого давления на покрытие.

Зависит от ровности покрытия, конструкции ходовой части тр. средства и обусловлено колебаниями поддрессорной и недрессорной массы автомобиля

Колебания подвижного состава авто можно рассматривать в продольном, поперечном и в общем виде. Для анализа колебаний и определения ди-

намического воздействия авто на дорогу используют расчетный модуль динамичности одной четверти автомобиля.

Необходимо учитывать распределение внешних нагрузок транспорта по ширине проезжей части. Наибольшая колесная нагрузка приходится на полосы наката (1-0,5 м от края полосы движения).

Определение фактической прочности дорожной конструкции, внешние транспортные нагрузки определяются, как путем учета интенсивности движения, так и использованием уравнений неровности дорожной одежды как возмущающих сил в колебательной системе.

Максимальные разрешенные осевая нагрузка и осевая масса транспортного средства для дорог устанавливаются по таблице 1 в зависимости от несущей способности (прочности) дорожных одежд.

Для автобусов, осуществляющих перевозки пассажиров, допускаются следующие максимальные разрешенные осевые нагрузки и суммы осевых масс: одиночные оси – 115 кН; сдвоенные оси при расстоянии между ними от 1,3 до 1,5 м включительно – 19 т.

Для сдвоенных или строенных осей, из которых основная ось (две основные оси) с двускатными колесами, а дополнительная ось – с односкатными, максимальная разрешенная сумма осевых масс принимается как для осей с двускатными колесами с уменьшением осевой массы на 0,5 т.

Максимальная разрешенная осевая нагрузка, сумма осевых масс транспортных средств, имеющих на оси четыре и более двускатных или односкатных колеса при расстоянии между ними более 0,7 м, а также имеющих на оси шесть и более колес при расстоянии между ними менее 0,7 м, устанавливаются в таблице 2.

Таблица 1

Типы осей транспортных средств	Несущая способность (прочность) дорожной одежды, кН на ось					
	115	100	60	115	100	60
	Тип колес					
	Двускатные			Односкатные		
Нагрузка на ось, кН/осевая масса, т						
Одиночные оси						
Ведущие	115/11,5	100/10 105*/10,5*	60/6	105/10,5 115*/11,5*	90/9 100*/10*	55/5,5
Неведущие	100/10	100/10	60/6	90/9 100*/10*	80/8 90*/9*	55/5,5
Смежные оси грузовых автомобилей, автомобилей-тягачей, седельных тягачей, прицепов или полуприцепов с количеством осей более трех при расстоянии между осями:						
– до 1 м	57/5,7	55/5,5	40/4	52/5,2	50/5	36/3,6
– от 1 до 1,3 м	70/7	65/6,5	45/4,5	65/6,5	60/6	40/4

включ. – от 1,3 до 1,8 м	80/8	75/7,5	50/5	75/7,5	70/7	45/4,5
	95/9,5	85/8,5	55/5,5	90/9	80/8	50/5
включ. – от 1,8 до 2,5 м						
включ. – от 1,8 до 2,5 м						
Допустимая масса, приходящаяся на группу осей (сумма осевых масс), т						
Несущая способность (прочность) дорожной одежды, кН на ось						
	115	100	60	115	100	60
Тип колес						
Двухскатные			Односкатные			
Сдвоенные оси грузовых автомобилей, автомобилей-тягачей, седельных тягачей, автобусов, прицепов или полуприцепов при расстоянии между осями:						
– до 1 м	12,5	11	9	11,5	10	8
– от 1 до 1,3 м	16	14	10	14	13	9
включ. – от 1,3 до 1,8 м	18/19*	16/17* (18/19*) ¹⁾	11	17/18*	15/16*	10
включ. – 1,8 м и более	20	18/20*	11	18	17/18*	10,5
Строенные оси грузовых автомобилей, автомобилей-тягачей, седельных тягачей, прицепов или полуприцепов при расстоянии между осями:						
– до 1,3 м	21	19,5	13,5	20	18,3	12
– от 1,3 до 1,8 м	24	22,5	15	24	21/22,5*	13,5
включ. – 1,8 м и более	26	23	16,5	25	22	15
* Для пневматической подвески.						
¹⁾ Для грузового автомобиля, седельного тягача, автомобиля-тягача.						
<i>Примечание</i> – Допустимые нагрузки на неведущую ось могут быть увеличены при условии, что общая масса транспортного средства не превышает допустимых значений.						

Таблица 2 В тоннах

Типы осей транспортных средств	Для дорог с несущей способностью (прочностью) дорожной одежды, кН на ось		
	115	100	60
Нагрузка на ось, кН			
Одиночная ось	165	145	90
Допустимая масса, приходящаяся на группу осей (сумма осевых масс), т			
Смежные оси грузовых автомобилей, автомобилей-тягачей, седельных тягачей, прицепов или полуприцепов с количеством осей две и более при расстоянии между ними:			
– до 1 м	11	9,5	5,9
– от 1 до 1,3 м	12	10,5	6,5
включ.	14	12	7,75
– от 1,3 до 1,8 м	16	13,75	8,75

включ.			
– от 1,8 до 2,5 м			
включ.			
<i>Примечание</i> – В грузовых автомобилях, автомобилях-тягачах, седельных тягачах, прицепах, полуприцепах при количестве смежных осей более двух и различном межосевом расстоянии для расчета допустимых осевых параметров принимается среднеарифметическое межосевое расстояние.			

Для беспрепятственного движения по дорогам и мостовым сооружениям максимальная разрешенная общая масса транспортных средств не должна превышать значений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 В тоннах

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

Наименование транспортного средства	Для дорог с несущей способностью дорожной одежды, кН на ось		
	115	100	60
Автобус:			
– двухосный	21	18	18
– трех-, четырехосный	28	24,5/26*	24
– трех-, четырехосный сочлененный	32	28	28
* Для задней пневматической подвески тягача, автобуса и прицепа или полуприцепа. 1) Только для трехосного тягача с трехосным полуприцепом.			
<i>Примечание</i> – Несущая способность дорожной одежды 115, 100 и 60 кН на ось соответствует классу нагрузки А14, А11 и А8 для мостовых сооружений.			

Максимальные разрешенные габариты транспортных средств устанавливаются в таблице 4. Габаритные размеры и массу транспортных средств определяют в соответствии с СТБ 1877.

Таблица 4 В метрах

Габариты транспортного средства с грузом или без груза	Допустимая величина габарита
Длина:	12
– грузового автомобиля	13,5 (ИУ ТНПА № 2-2012)
– автобуса	
– автобуса (с числом осей более двух)	15
– сочлененного автобуса	18,75 (ИУ ТНПА № 2-2009)
– автопоезда, седельного автопоезда	20
Ширина:	2,6
– транспортного средства с изотермическим кузовом	2,7
– автомобиля с односкатной ошиновкой	2,55
– других транспортных средств	
Высота	4
Выступ груза	2

Приведение различных типов автомобилей к расчетному.

За расчетную интенсивность движения следует принимать среднегодовую суточную интенсивность движения механизированных транспортных средств (ед./сут) суммарно в обоих направлениях за последний год перспективного периода. Расчетную интенсивность движения следует определять на основе данных экономических изысканий.

В отдельных случаях, расчетная интенсивность движения может определяться как наибольшая часовая интенсивность движения, достигаемая в течение не менее 50 ч за последний год перспективного периода (интенсив-

ность движения 50-го часа), выражаемая в единицах, приведенных к легковому автомобилю (прив. ед./ч). Коэффициенты приведения следует принимать по таблице 5.

Перспективный период при назначении категории дороги следует принимать равным 20 годам. За начало перспективного периода следует принимать планируемый год завершения строительства.

Таблица 5

Типы транспортных средств	Коэффициент приведения
Легковые автомобили и мотоциклы, микроавтобусы	1,0
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2 включ	1,3
св. 2 " 6 "	1,4
" 6 " 8 "	1,6
" 8 " 14 "	1,8
" 14	2,0
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12 включ	1,8
св. 12 " 20 "	2,2
" 20 " 30 "	2,7
" 30	3,2
Автобусы малой вместимости	1,4
То же, средней	2,5
" большой	3,0
" сочлененные и троллейбусы	4,6
<i>Примечание</i> – Коэффициенты приведения для специальных автомобилей следует принимать, как для базовых автомобилей соответствующей грузоподъемности.	

Категории дорог в зоне влияния крупных и крупнейших городов (в пригородных зонах) следует назначать в соответствии с таблицей 6, причем для участков подходов к городам, имеющим выраженную периодическую (в течение 1 сут) неравномерность движения по направлениям (коэффициент неравномерности – 0,75 и более), интенсивность движения следует принимать в одном наиболее загруженном направлении.

Таблица 6

Категории дорог	Расчетная интенсивность движения, прив. ед/ч	
	в двух направлениях	в одном направлении
I-б, I-в	1750	900
II	850	450

При движении автомобиля вдоль дороги происходит его пространственное перемещение как поступательное так и вращательное. При этом возникают вертикальные силы, вызывающие деформацию дорожного покрытия, а также касательные усилия наиболее значительные при разгоне и торможении автомобиля в зоне контакта шины колеса с покрытием, вызывающие относительное смещение верхних слоев дорожного покрытия.

Особенно сложным является движение автомобиля на подходах к кривым в плане и на самих кривых в пределах которых автомобиль совершает вращательное движение вокруг вертикальной оси. На этих участках возникают боковые силы, действующие как на автомобиль, так и на верхний слой дорожного покрытия и оказывающие большое влияние на устойчивость автомобиля. В связи с этим кривые в плане и подходы к ним проектируются в первую очередь, из условия обеспечения устойчивого движения автомобиля, предупреждения его опрокидывания и заноса. Таким образом, при движении автомобиля по дороге действует система сил, различных по направлению и величине.

На стоящее колесо действует только одна сила — вес автомобиля, приходящийся на это колесо. Под действием вертикальной силы колесо деформируется в месте контакта радиус колеса меньше, чем в других частях: колеса, не соприкасающихся с покрытием. Для одного и того же автомобиля это значение зависит от нагрузки на колесо.

При движении автомобиля по дороге в зоне контакта шины колеса с дорожным покрытием возникают динамические вертикальные, продольные и поперечные касательные силы, значение которых зависит от типа автомобиля, шины колеса, нагрузки, погодных-климатических условий и др.

Тема 1.4. Диагностика транспортных потоков и организации дорожного движения

Интенсивность и состав движения. Учет интенсивности движения на стационарных пунктах. Порядок учета. Виды устройств. Учет интенсивности движения на мобильных пунктах. Порядок учета. Способы учета и устройства для учета. Пропускная способность дорог. Уровни загрузки дорог движением. Критерии удобства движения. Контроль за проездом тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств.

Целью обследования движения является получение данных о величине интенсивности движения, его составе по типам транспортных средств и, при необходимости, о направлениях транспортных потоков.

Сбор информации осуществляется путем учета автотранспортных средств, проходящих через учетный пункт.

Для определения направлений транспортных потоков, проходящих через большие населенные пункты, сбор информации производят на подходах к ним методом остановки автотранспортных средств и опросом водителей о направлениях движения.

Для учета движения применяется выборочный периодический (кратковременный) и непрерывный методы сбора информации.

Выборочный учет производится визуальным методом в определенные дни и часы и позволяет определить не только интенсивность движения, но и подробный состав автотранспортных средств и направления транспортных потоков (при опросе водителей).

Непрерывный учет осуществляется автоматическим счетчиком и производится ежедневно, в течение 24 часов.

Результаты обследования движения используются при планировании, проектировании, строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог и сооружений на них.

УЧЕТ ДВИЖЕНИЯ ВИЗУАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Учет движения должен проводиться на всех автомобильных дорогах общего пользования. Сеть обследуемых дорог разделяется на характерные по интенсивности движения дорожные участки (перегоны учета), для которых интенсивность движения будет достаточно равномерной.

Границами участков (перегонов) учета являются места на автомобильных дорогах, где наблюдается существенное изменение интенсивности движения (подходы к административным и промышленным центрам, пересечения и примыкания дорог и др.).

В пределах границ перегонов учета назначаются учетные пункты.

В местах пересечения дорог и транспортных развязок могут назначать-

ся пункты учета для определения направления, объемов и состава транспортных потоков.

Схема сети дорог и расположения пунктов учета, сводная ведомость пунктов учета движения должна разрабатываться организацией, производящей обследование движения.

В каждом пункте учета автотранспортные средства учитываются раздельно по направлениям движения и группам. Учет движения должен начинаться с целой цифры часа. Для учета движения назначаются подготовленные для этой работы специалисты-учетчики. Расстановка и количество учетчиков на пункте учета определяется исходя из интенсивности движения, поставленной задачи и цели учета, а также в зависимости от конфигурации и сложности пересечений дорог (если учетные пункты назначаются на пересечениях). Один учетчик может вести учет движения без опроса водителей при интенсивности до 3000 авт./сут. Сбор информации необходимо производить 4 раза в квартал на каждом учетном пункте:

- в первый месяц квартала - два раза, в один рабочий и один выходной день (суббота, воскресенье, праздничный день). Если учет не удалось провести в выходной день первого месяца каждого квартала, то его следует перенести на выходной день второго или третьего месяца квартала;
- во второй и третий месяцы квартала по одному разу в рабочий день.

В рабочие дни учет предпочтительно проводить во вторник, среду и четверг.

Учет движения автотранспортных средств необходимо проводить непрерывно в течение не менее 4-х часов на каждом учетном пункте в период с 8.00 до 18.00 .

В настоящей методике применена пересмотренная в 1998 году ЕЭК ООН международная система классификации автотранспортных средств.

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

Категория В. Пассажирские и грузовые транспортные средства малой грузоподъемности (автомобили, включая грузопассажирские автофургоны с количеством мест для сидения не более 9, включая место водителя, и легкие автофургоны, допустимый максимальный вес которых не превышает 3,5 т). Пассажирские и грузовые транспортные средства малой грузоподъемности учитываются независимо от наличия или отсутствия прицепов, включая жилые прицепы и транспортные средства для отдыха.

Категория С. Грузовые дорожные транспортные средства (грузовые автомобили, допустимый максимальный вес которых превышает 3,5 т; грузовые автомобили с одним или несколькими прицепами; тягачи с полуприцепами и одним или несколькими прицепами, тягачи с одним или несколькими прицепами) и специализированные транспортные средства (сельскохозяйственные тракторы, специализированные транспортные средства, такие, как самоходные дорожные катки, бульдозеры, автокраны, автоцистерны армей-

ского образца и другие дорожные механические транспортные средства, не указанные в других пунктах).

Категория D. Городские автобусы, автобусы дальнего следования и троллейбусы.

Категории A и B характеризуют «движение легких механических транспортных средств», категории C и D характеризуют «движение тяжелых механических транспортных средств».

В случае возникновения сомнения относительно того, к какой категории или группе отнести автотранспортное средство, его следует относить к категории или группе, включающей более тяжелые автотранспортные средства. Учет движения велосипедов и мопедов не производится. Расчет среднесуточных параметров движения производится по перегону учета. Данные и результаты учета движения по республиканским дорогам заносятся в банк данных ГП «Белдорцентр» в течение следующего за кварталом месяца.

Для получения оперативных данных по транспортным потокам на отдельных участках дорог (подходы к городам, мостовые переходы, транспортные узлы и др.) допускается проведение разового и многоразового учета движения с приведением результатов учета к среднегодовой суточной интенсивности при помощи коэффициентов.

Обработка результатов учета.

В результате обработки учета движения определяются следующие показатели:

суточная интенсивность движения по всем категориям и группам автотранспортных средств в дни проведения учета;

среднемесячная суточная интенсивность движения по категориям и группам автотранспортных средств (за квартал);

среднегодовая суточная интенсивность движения по категориям и группам автотранспортных средств;

наибольшая часовая интенсивность движения, повторяющаяся в течение не менее 50 часов в год;

суммарный пробег автомобилей по категориям автотранспортных средств и участкам дорог за год;

другие показатели при необходимости.

На автомобильных дорогах с индексом «Е» дополнительно определяются:

средняя суточная интенсивность движения в период массовых отпусков (июль, август);

среднегодовая ночная интенсивность движения за время с 22.00 до 6.00 часов;

максимальная интенсивность движения в час «пик»;

Суточная интенсивность движения автотранспортных средств в n-ные дни учета движения определяется по формуле (1):

$$I_{\text{сут}}(n) = K \times A(n) \quad (1)$$

где: $A(n)$ - количество автотранспортных средств, подсчитанных за t часов в « n » учетный день;

K - коэффициент приведения краткосрочных замеров в суточные в зависимости от времени начала и продолжительности учета

Среднемесячная суточная интенсивность движения автотранспортных средств соответственно за первый $I_1(m)$, второй $I_2(m)$, третий $I_3(m)$ месяцы каждого « t » квартала определяются по формулам (2), (3), (4).

$$I_1(m) = ((I_{\text{сут}}(1) \times L_1(m) + I_{\text{сут}}(B) \times L_2(m)) / (L_1(m) + L_2(m))) \quad (2)$$

$$I_2(m) = ((I_{\text{сут}}(2) \times I_1(m)) / I_{\text{сут}}(1)) \quad (3)$$

$$I_3(m) = ((I_{\text{сут}}(3) \times I_1(m)) / I_{\text{сут}}(1)) \quad (4)$$

где: $I_{\text{сут}}(1)$ - суточная интенсивность движения автотранспортных средств в рабочий день первого месяца квартала;

$I_{\text{сут}}(B)$ - суточная интенсивность движения автотранспортных средств в выходной день первого месяца квартала;

$I_{\text{сут}}(2)$ - то же, в рабочий день второго месяца квартала;

$I_{\text{сут}}(3)$ - то же, в рабочий день третьего месяца квартала;

$I_1(m)$, $I_2(m)$, $I_3(m)$ - средняя интенсивность движения транспортных средств соответственно первого, второго и третьего месяца квартала;

$L_1(m)$, $L_2(m)$ - коэффициенты приведения по кварталам года (табл. 1).

Таблица 1. Значение коэффициентов приведения по кварталам года

Коэффициенты приведения	Квартал года			
	I	II	III	IV
$L_1(m)$.	21.0	21.0	21.3	21.0
$L_2(m)$	9.3	9.3	9.3	9.7

Коэффициенты приведения по кварталам года определяются как среднее количество рабочих дней $L_1(m)$ в месяце за квартал и выходных (суббота, воскресенье, праздничные дни) $L_2(m)$

Среднесуточная интенсивность движения автотранспортных средств за квартал определяется по формуле (5), как средневзвешенное значение из трех месяцев:

$$I_m = (I_1(m) \times D_1 + I_2(m) \times D_2 + I_3(m) \times D_3) / (D_1 + D_2 + D_3) \quad (5)$$

где: I_m - среднеквартальная суточная интенсивность движения автотранспортных средств;

D_1 , D_2 , D_3 - количество дней в месяце.

Среднегодовая суточная интенсивность движения автотранспортных средств определяется по формуле 6, как средневзвешенное арифметическое значение этих показателей за 4 квартала.

$$I_{\text{год}} = (I_{m1} \times D_{k1} + I_{m2} \times D_{k2} + I_{m3} \times D_{k3} + I_{m4} \times D_{k4}) / (D_{k1} + D_{k2} + D_{k3} + D_{k4}) \quad (6)$$

где D_{k1} : D_{k2} , D_{k3} , D_{k4} - количество дней в квартале.

Средняя суточная интенсивность движения в период отпусков (июль, август) определяется как среднее значение среднемесячной суточной интенсивности движения автотранспортных средств за июль и август (по формулам 2 - 4).

Среднегодовая ночная интенсивность движения определяется среднегодовым количеством автотранспортных средств, проходящих через учетный пункт за восемь часов ночного времени (с 22.00 часов до 6.00 часов).

Максимальная интенсивность движения на каждом учетном пункте определяется путем выборки из данных учета максимальной часовой и суточной интенсивности движения с указанием даты и времени суток сбора информации.

Расчеты производятся по каждой группе автотранспортных средств.

По окончании года вычисляют общую и по группам автотранспортных средств среднегодовую суточную интенсивность движения по каждому учетному пункту. По форме приложения 7 составляется сводная ведомость среднегодовой суточной интенсивности движения по группам автотранспортных средств.

Данные интенсивности движения автотранспортных средств изображаются графически, в виде эпюр, на картах-схемах автомобильных дорог.

Для определения, уточнения и корректировки коэффициентов приведения в зависимости от времени начала и продолжительности учета движения, а также для получения данных о движении в ночное время, выборочно, на ряде учетных пунктов проводится круглосуточный почасовой учет движения один раз в рабочий день каждого месяца года.

На автомобильных дорогах, где учет движения ранее не проводился, интенсивность принимают по данным изысканий для строительных проектов ремонтов дорог, а также по данным дорожно-эксплуатационных организаций.

По результатам годового обследования движения автотранспортных средств определяются коэффициенты перехода к среднегодовой суточной интенсивности движения по данным одноразовых и многократных учетов движения в зависимости от дня недели и месяца проведения учета.

Порядок работы учетчика на учетном пункте.

Учетчик по учету движения должен иметь достаточный запас учетных карточек папку для хранения учетных карточек и карандаш. Перед выходом к месту учета учетчик заполняет в карточке основные данные по дороге (название дороги, ее индекс, номер, километр учетного пункта, число полос движения, дату и часы учета). Учет должен проводиться непрерывно, в течение не менее 4-х часов. При проведении учета учетчик должен находиться за пределами обочины дороги на расстоянии, достаточном для определения ви-

да проходящего автотранспортного средства. При проведении учета в зимнее время или при неблагоприятных погодных условиях учетчик должен находиться в помещении (укрытии) или в автомобиле, который должен находиться в местах, разрешенных для стоянки правилами дорожного движения. По окончании работы учетчик подсчитывает результаты по карточке, подписывает ее и сдает организации, направившей его проводить учет.

Учет движения автоматическими счетчиками.

Автоматический счетчик устанавливается с таким расчетом, чтобы учесть движение автотранспортных средств по всей ширине проезжей части. При установке автоматических счетчиков должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие поломку счетчиков. Перед началом работы проверяется исправность автоматических счетчиков. Учет автотранспортных средств осуществляется автоматическими счетчиками непрерывно, в течение суток. Показания счетчика снимаются один раз в сутки, в одно и то же время и заносятся в карточку автоматического учета интенсивности движения. Среднегодовая суточная интенсивность движения по данным автоматических счетчиков определяется как среднеарифметическое значение показателей среднесуточной интенсивности движения за 12 месяцев и заносится в форму. Состав движения по группам автотранспортных средств на пунктах установки автоматических счетчиков определяется по данным контрольного визуального учета, проводимого круглосуточно, один раз в мае месяце.

На основании данных контрольного визуального учета движения суточная интенсивность движения за год на автоматических учетных пунктах пересчитывается на состав движения и представляется ведомостью .

Пересчет данных автоматического учета на состав движения производится по формуле:

$$I_{\text{сут.}i} = I_{\text{сут. общ}} \cdot K_i,$$

где: $I_{\text{сут.}i}$ - суточная за год интенсивность движения i -ой группы (категории) автотранспортных средств;

$I_{\text{сут. общ}}$ - общая среднегодовая суточная интенсивность движения всех автотранспортных средств;

K_i - коэффициент, учитывающий долю i -ой группы (категории) транспортных средств в общем потоке по данным контрольного учета ($\sum_{i=1}^n K_i = 1$, где n - количество групп , категорий автотранспортных средств).

Аналогично, при необходимости, пересчитывается интенсивность движения по составу автотранспортных средств в каждом месяце и квартале года. Данные учета автоматическими счетчиками на республиканских автомобильных дорогах передаются в ГП «Белдорцентр» для занесения в банк данных, а данные учета на местных дорогах оформляются областными проектно-ремонтно-строительными объединениями. Для определения состава движения необходимо максимально использовать возможности более совершен-

ных автоматических счетчиков.

Для диагностики транспортного потока и оценки организации движения различают два вида интенсивности дорожного движения:

- максимальная часовая за год, приведенная к легковому автомобилю $N_{чmax}$, прив. шт./ч;
- расчетная часовая пиковая, приведенная к легковому автомобилю $N_{чпик}$, прив. шт./ч.

Максимальная часовая интенсивность дорожного движения за год, приведенная к легковому автомобилю, определяется по ГОСТ 32965.

Порядок определения расчетной часовой пиковой интенсивности дорожного движения, приведенной к легковому автомобилю, определяется в соответствии с ТКП 586.

Интенсивность дорожного движения следует определять на участках автомобильных дорог с ее наибольшими показателями, включающих аварийно-опасные участки, пересечения в одном уровне, подъезды к обозначенным пешеходным переходам, а также на участках концентрации ДТП. (УКДТП).

Пропускная способность автомобильной дороги подразделяется на два вида:

- максимальную, наблюдаемую на эталонном участке P_{max} , прив. шт./ч;
- фактическую в конкретных дорожных условиях P , шт./ч.

Максимальная пропускная способность P_{max} устанавливается на эталонном участке (с состоянием покрытия, соответствующим требованиям ТКП 059) при благоприятных погодных-климатических условиях и транспортном потоке, состоящем только из легковых автомобилей (таблица 2).

Таблица 2 – Максимальная пропускная способность

Количество полос движения	P_{max} , прив. шт./ч
Две	3600 в двух направлениях
Три	4000 в двух направлениях
Четыре: - без разделительной полосы - с разделительной полосой	2100 по одной полосе 2200 по одной полосе

Фактическая пропускная способность соответствует пропускной способности участков автомобильных дорог, характеризующихся пониженным показателем коэффициента сцепления и повышенным показателем ровности по сравнению с эталонным участком. Фактическую пропускную способность следует рассчитывать на наиболее грузонапряженных участках автомобильных дорог, включающих аварийно-опасные участки, пересечения в одном уровне, подъезды к обозначаемым пешеходным переходам, а также на УКДТП. Порядок оценки пропускной способности автомобильных дорог приведен в ТКП 586.

Анализ уровней обслуживания. Основной характеристикой уровней обслуживания является коэффициент (уровень) загрузки дороги движением Z , который определяется по формуле

$$Z = \frac{N}{P},$$

где N – интенсивность движения, прив. шт./ч (принимается наибольшее из значений $N_{\text{чmax}}$ и $N_{\text{чпик}}$).

Различают шесть уровней обслуживания движения на дорогах, характеристика которых приведена в таблице 3.

Таблица 3

Уровень обслуживания	Коэффициент загрузки Z	Характеристика потока транспортных средств	Состояние потока	Эмоциональная нагрузка водителя	Условия работы водителя
A	До 0,20 включ.	Транспортные средства (далее – ТС) движутся в свободных условиях, взаимодействие между ТС отсутствует	Свободное движение одиночных ТС с большой скоростью	Низкая	Удобно
B	Св. 0,20 до 0,45 включ.	ТС движутся группами, совершается много обгонов	Движение ТС малыми группами (2–5 шт.). Обгоны возможны	Нормальная	Малоудобно
C	Св. 0,45 до 0,70 включ.	В потоке еще существуют большие интервалы между ТС, обгоны запрещены	Движение ТС большими группами (5–14 шт.). Обгоны затруднены	Высокая	Неудобно
D	Св. 0,70 до 0,90 включ.	Сплошной поток ТС, движущихся с малыми скоростями	Колонное движение ТС с малой скоростью. Обгоны невозможны	Очень высокая	Очень неудобно
E	Св. 0,90 до 1,00 включ.	Поток движется с остановками, возникают заторы, ограничен режим пропускной способности	Плотное	Очень высокая	Очень неудобно
F	Св. 1,00	Полная остановка движения, заторы	Сверхплотное	Крайне высокая	Крайне неудобно

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

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

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

- при установлении предельной интенсивности дорожного движения для рассматриваемой категории автомобильной дороги с учетом района ее проложения и движения по ней.

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

По данным о фактическом состоянии элементов и параметров автомобильных дорог необходимо проводить расчеты по выявлению участков с крайне низкой пропускной способностью («узкие места»). Требуется принятие решения по реконструкции участков автомобильных дорог, на которых коэффициент загрузки их движением превышает значения, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендуемый уровень обслуживания автомобильной дороги

Тип автомобильной дороги	Коэффициент загрузки автомобильной дороги движением $Z_{\text{опт}}$	Рекомендуемый уровень обслуживания движения
Автомобильные дороги I категории	0,60	B, C
Въезды в города, обходы и кольцевые автомобильные дороги вокруг больших городов	0,65	C
Автомобильные дороги II–VI категорий	0,70	D

Расчет коэффициента загрузки следует проводить на наиболее грузонапряженных участках автомобильных дорог, включающих аварийно-опасные участки, пересечения в одном уровне, подъезды к обозначаемым пешеходным переходам, а также на УКДТП.

Тема 1.5. Погодно-климатические факторы и их влияние на транспортно-эксплуатационные характеристики дороги

Погодно-климатические характеристики и их значение. Влияние температуры на напряженное состояние дорожных покрытий. Водно-тепловой режим земляного полотна. Причины и следствия пучинообразования на дорогах. Метеорологические факторы скользкости на дорогах. Учет ветровых нагрузок при проектировании сооружений и при движении транспортных средств. Туманы и видимость на дорогах. Атмосферные осадки и особенности их выпадения. Классификация и районирование территорий на основе метеорологических и климатических признаков.

Основные вопросы погодно-климатических факторов и их влияние на транспортно-эксплуатационные характеристики классифицированы и представлены в учебно-электронном издании Пособие для студента специальностей 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» «ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ» под редакцией И.И.Леоновича и Н.П.Вырко БНТУ, г.Минск, 2013

Дорожно-климатическое районирование территории Республики Беларусь в соответствии с ТКП 45-3.03-19-2006

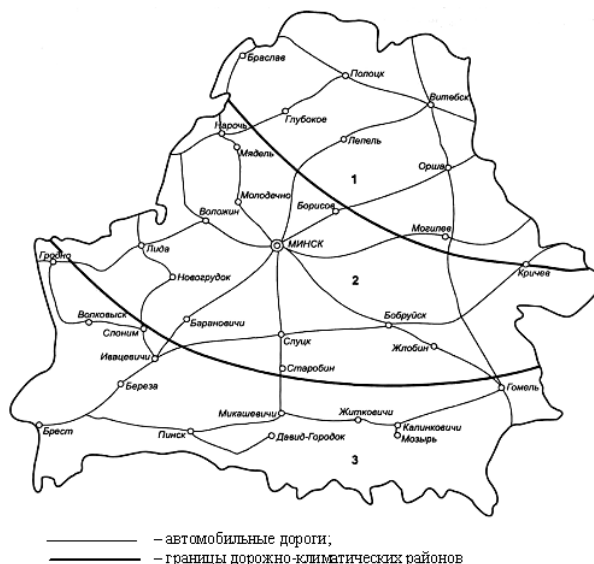


Рисунок 1 - Расположение дорожно-климатических районов:
1 – северный, влажный; 2 – центральный, умеренно-влажный; 3 – южный, неустойчиво-влажный

Классификация типов местности и грунтов ТКП 45-3.03-19-2006

Таблица 1 – Типы местности по характеру и степени увлажнения

Тип местности	Источники увлажнения	Характерные признаки
1 (сухие места)	Атмосферные осадки	Поверхностный сток обеспечен. Подземные воды не оказывают влияния на увлажнение грунтов. Почвы без признаков заболачивания
2 (сырые места)	Кратковременно стоящие (до 30 сут) поверхностные воды; атмосферные осадки	Поверхностный сток не обеспечен. Рельеф местности равнинный. Весной и осенью возможен застой воды на поверхности почвы. Подземные воды не оказывают влияния на увлажнение грунтов. Почвы с признаками заболачивания
3 (мокрые места)	Грунтовые или длительно стоящие (более 30 сут) поверхностные воды; атмосферные осадки	Источники увлажнения оказывают влияние на увлажнение почвы и грунтов независимо от условий поверхностного стока. Почвы заболоченные

Примечания

1 Подземные воды не оказывают влияния на увлажнение верхней толщии грунтов в случае, если их уровень в пред-морозный период залегает ниже глубины промерзания не менее чем:

– на 2,0 м – в глинах, суглинках тяжелых пылеватых и тяжелых;

– на 1,5 м – в суглинках легких пылеватых и легких, супесях тяжелых пылеватых и пылеватых;

– на 1,0 м – в супесях легких, легких крупных и песках пылеватых.

2 Отвод поверхностного стока считается обеспеченным при уклонах поверхности грунта в придорожной полосе более 2‰.

Таблица 2 – Типы и подтипы глинистых грунтов

Грунты		Показатели	
Тип	Подтип	Содержание песчаных частиц, % по массе	Число пластичности I_p
Супесь	Легкая крупная	Св.50	1-7
	Легкая	Св.50	1-7
	Пылеватая	50-20	1-7
	Тяжелая пылеватая	Менее 20	1-7
Суглинок	Легкий	Св.40	7-12
	Легкий пылеватый	Менее 40	7-12
	Тяжелый	Св.40	12-17
	Тяжелый пылеватый	Менее 40	12-17

Глина	Песчанистая	Св.40	17-27
	Пылеватая	Менее 40	17-27
	Жирная	Не нормируется	Св.27

Примечания

1 Для супесей легких крупных учитывается содержание песчаных частиц размерами 2-0,25 мм, для остальных грунтов добавляется слово 2-0,005 мм.

2 При содержании в грунте 25-50% по массе частиц крупнее 2 мм к названию глинистых «гравелистый» (при окатанных частицах) или «щебенистый» (при неокатанных частицах).

Таблица 3 — Классификация грунтов по степени набухания

Разновидности грунтов (при влажности 0,5 W_0)	Относительная деформация набухания, % от толщины слоя увлажнения
Ненабухающие	Менее 2
Слабонабухающие	От 2 до 4 включ.
Средненабухающие	Св.4 " 10 "
Сильнонабухающие	" 10
<i>Примечание</i> — W_0 — оптимальная влажность грунта».	

Таблица 4 – Классификация грунтов по степени просадочности

Разновидность грунтов	Коэффициент просадочности	Относительная деформация просадки, % от толщины слоя промачивания
Непросадочные	От 0,92	Менее 2
Слабопросадочные	От 0,85 до 0,91 включ.	От 2 до 7 включ.
Просадочные	От 0,80 до 0,84 включ.	От 8 до 12 включ.
Сильнопросадочные	до 0,79 включ.	Св. 12
<i>Примечание</i> – Классификация не распространяется на скальные водоустойчивые грунты и грунты с включением водонерастворимых цементирующих веществ, просадочность которых оценивают по данным лабораторных испытаний.		

Таблица 5 – Классификация грунтов по степени пучинистости при замерзании

Группа грунтов	Степень пучинистости	Относительное морозное пучение образца, %
I	Непучинистый	До 1 включ.
II	Слабопучинистый	Св. 1 до 4 включ.
III	Пучинистый	Св. 4 до 7 включ.
IV	Сильнопучинистый	Св. 7 до 10 включ.
V	Чрезмернопучинистый	Св. 10

Примечания

1 Испытание на пучинистость при промерзании осуществляется в лаборатории по специальной методике с подтоком воды. Допускается группу по пучинистости определять по таблице Б.6.

2 При оценке величины морозного пучения посредством расчета испытания грунтов на интенсивность морозного пучения проводят по специальной методике.

Таблица 6 – Группы грунтов по степени пучинистости

Грунт	Группа грунта
Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 до 2%	I
Песок фавелисты, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 15%; мелкий – с содержанием частиц мельче 0,05мм до 15%; супесь легкая крупная	II
Супесь легкая; суглинок легкий и тяжелый; глины	III
Песок пылеватый; супесь пылеватая; суглинок тяжелый пылеватый	IV
Супесь тяжелая пылеватая; суглинок легкий пылеватый	V
<i>Примечание</i> – Степень пучинистости щебенистых, гравелистых, дресвяных песков при содержании частиц мельче 0,05 мм св. 15% ориентировочно принимается, как для пылеватого песка и проверяется в лаборатории.	

Таблица 7 – Величина морозного пучения (В процентах)

Грунт рабочего слоя	Среднее значение относительного морозного пучения при промерзании слоя 1,5 м
Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 2%	11
Песок гравелистый, крупный, средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 15% и мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 2%	11-2
Песок мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 мм менее 15%; супесь легкая крупная	1-2 2-4
Песок пылеватый; супесь пылеватая; суглинок тяжелый пылеватый	2-4 7-10
Супесь легкая	1-2 4-7
Супесь тяжелая пылеватая; суглинок легкий пылеватый	4-7 10
Суглинок легкий и тяжелый; глины	2-4 4-7
<i>Примечание</i> – Значения над чертой приведены для 1 типа местности по увлажнению согласно таблице Б.1, значения под чертой – для 2 и 3 типов местности.	

Таблица 8 – Разновидности грунтов по степени увлажнения

Разновидность грунтов	Влажность
Недоувлажненные	Менее 0,9 w_0
Нормальной влажности	От 0,9 w_0 до $w_{доп}$ включ.
Повышенной влажности	Св. 0,9 $w_{доп}$ до w_{max} включ.
Переувлажненные	Св. w_{max}

Примечание – w_0 – оптимальная влажность грунта; $w_{доп}$ – допустимая влажность грунта; w_{max} – максимально возможная влажность грунта при коэффициенте уплотнения 0,9.

Таблица 9 – Допустимая влажность грунтов при уплотнении

Грунты	Допустимая влажность $w_{доп}$, в долях от оптимальной w_0 , при требуемом коэффициенте			
		1-0,98	0,95	0,90
Пески пылеватые; супеси лег-	1,30	1,35	1,60	1,60
Супеси легкие и пылеватые	1,20	1,25	1,35	1,60
Супеси тяжелые пылеватые; суглинки легкие и легкие пыле-	1,10	1,15	1,30	1,50
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые, глины	1,00	1,05	1,20	1,30

Примечания

- 1 При возведении насыпей из непылеватых песков в летних условиях допустимая влажность не ограничивается.
- 2 Настоящие ограничения не распространяются на насыпи, возводимые гидронамывом.
- 3 При возведении насыпей в зимних условиях влажность, как правило, должна быть не более:
 $1,3w_0$ – для песчаных и непылеватых супесчаных грунтов;
 $1,2w_0$ – для супесчаных пылеватых грунтов и суглинков легких;
 $1,1w_0$ – для других связных грунтов.
- 4 Значения допустимой влажности грунта могут уточняться с учетом технологических возможностей используемых уплотняющих средств в соответствии с ТКП 059

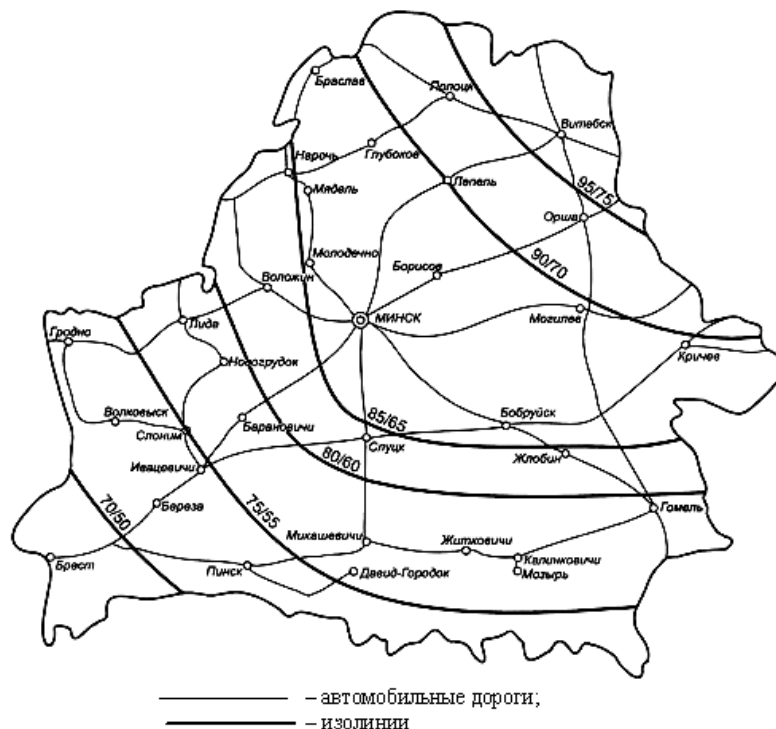


Рисунок 2 – Карта изолиний минимально допустимой толщины стабильных слоев дорожной конструкции из условий морозоустойчивости при земляном полотне, сложенном из сильнопучинистых и чрезмернопучинистых грунтов

Тема 1. 6. Методы оценки метеорологических воздействий на дорогу

Определение расчетных значений метеорологических характеристик. Приборы и методы определения температуры атмосферного воздуха и поверхности дорожных покрытий. Определение уровня солнечной радиации. Способы определения величины атмосферных осадков, видимости на метеостанциях, измерения скорости и направления ветра, гололеда и прогнозирования скользкости на автомобильных дорогах, расчетных временных характеристик различных метеорологических состояний. Комплексная оценка метеорологических воздействий на дорогу. Дорожные измерительные станции как основа сбора информации о состоянии автомобильных дорог.

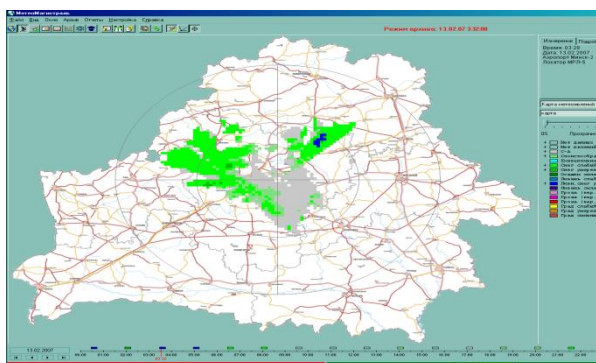
Типовая структура Дорожно-измерительной станции (ДИС):

- Дорожная метеостанция
- Счётчик интенсивности движения
- Видеоконтроль
- Информационные табло

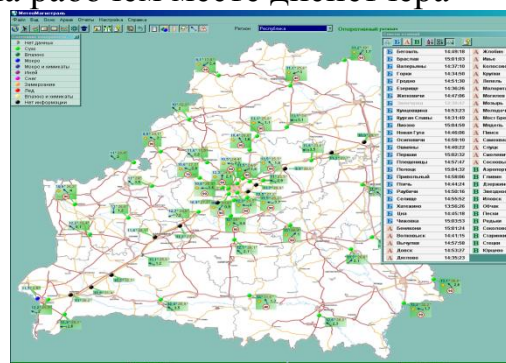
Функции метеостанции

- измерение общепогодных параметров в точке установки (скорость и направление ветра; температура и влажность воздуха);
- определение состояния покрытия дороги ;
- определение фактической погоды (видимость; наличие, тип и интенсивность осадков);
- формирование предупреждений о возможности наступления гололеда;
- передача измеренных данных на рабочие места диспетчеров;
- отображение информации на табло ДИС.

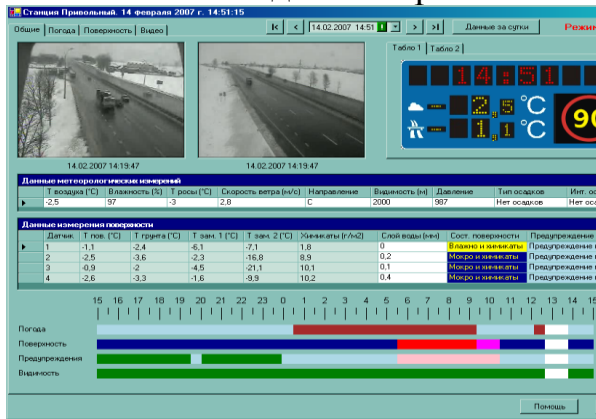
Данные с метеорадара



Отображение данных с ДИС на рабочем месте диспетчера



Отображение данных с ДИС на рабочем месте диспетчера



Функции дорожно-измерительной станции

- измерение общепогодных параметров в точке установки;
- определение состояния покрытия дороги ;
- определение фактической погоды (видимость; наличие, тип и интенсивность осадков);
- измерение интенсивности движения транспорта;
- видеонаблюдение;
- передача полученной информации на рабочие места диспетчеров;

Можно выбрать дату и время прогноза, метеопараметры: температура воздуха, влажность, осадки

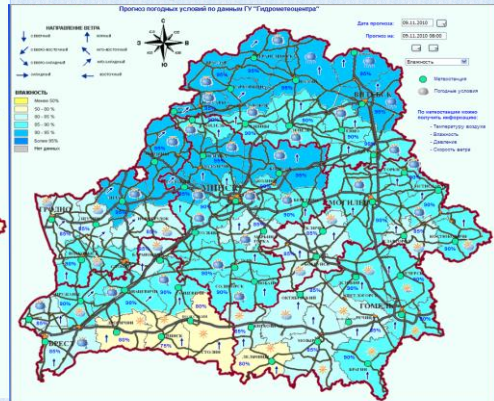
Дата прогноза: 15.11.2010
 Прогноз на: 15.11.2010 14:00
 Температура воздуха
 Влажность
 Осадки

После выбора даты и метеопараметра территория республики будет раскрашена в соответствии с приведенной шкалой значений для данного параметра

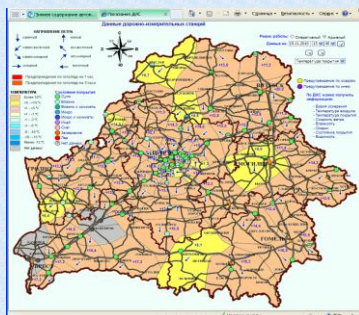
Прогноз по осадкам



Прогноз по влажности



ПОДСИСТЕМА «ПОКАЗАНИЯ ДИС»



На карте отображаются фактические текущие метеоданные, определяемые ДИС

- Представлены:
- направление ветра
 - температура покрытия
 - прогноз образования гололеда на 1 час
 - прогноз образования гололеда на 3 часа

Существует возможность просмотра архивных данных.

Режим работы: Оперативный Архивный

Данные на: 15.11.2010 12:55

Температура покрывт
 Температура покрывтия
 Температура воздуха
 Влажность
 Осадки

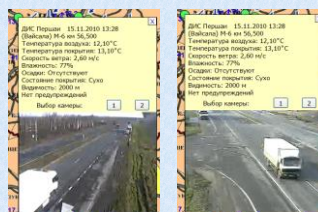
Территория республики закрашивается в соответствии с данными ДИС по выбору: температура воздуха, температура покрытия, влажность или осадки по шкале, отображаемой на карте

Каждая ДИС на карте отображается определенным цветом в соответствии с состоянием покрытия

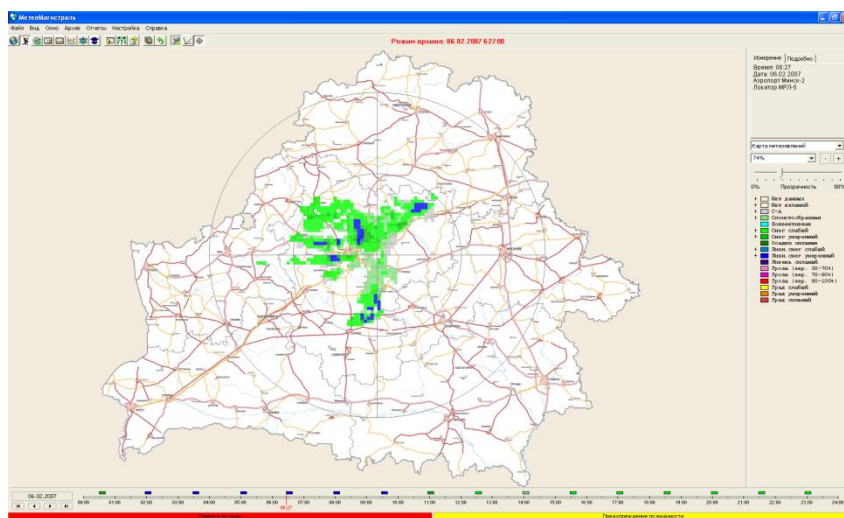
- Состояние покрытия
- Сухо
 - Влажно
 - Влажно и хлмкаты
 - Мокро
 - Мокро и хлмкаты
 - Иней
 - Снег
 - Замерзание
 - Лед
 - Нет данных



По всплывающей подсказке можно получить информацию по каждой из ДИС: по температуре воздуха, температуре покрытия, влажности, скорости ветра, наличию и виду осадков, состоянию покрытия, видимости, наличию предупреждений и изображении с камер (1 - прямое, 2 - обратное направление движения)



13



Тема 1.7. Оценка безопасности дорожного движения

Причины возникновения ДТП. Анализ ДТП. Оценка состояния дороги по критерию коэффициента безопасности движения. Коэффициент аварийности. Влияние дорожных факторов на безопасность движения. Измерения геометрических параметров автомобильных дорог. Повышение безопасности дорожного движения путем оптимизации управления. Повышение безопасности движения

Повышение безопасности дорожного движения базируется на повышении транспортно-эксплуатационного качества автомобильной дороги и уровня удобства движения .

Участки автомобильной дороги, характеризующиеся устойчивыми и неслучайными дорожно-транспортными происшествиями. Называют участками концентрации дорожно-транспортных происшествий (УК ДТП).

Выявление УКДТП выполняют на основании:

- информации о всех учетных ДТП, которые совершены на рассматриваемой дороге за расчетный период;
- участков автомобильной дороги с повышенным риском для движения;
- базовых показателей относительного коэффициента аварийности ;
- сведений об интенсивности движения.

В расчетах из общего количества дорожно-транспортных происшествий исключаются происшествия, совершенные в зонах производства дорожно-строительных и ремонтных работ.

Для инженерных расчетов на участках дорог I–IV категорий со среднегодовой интенсивностью движения 3000 авт./сут и более в качестве базовых величин используются значения коэффициентов относительной аварийности, установленные для дорог Республики Беларусь (таблица 1).

Таблица 1 - Базовые значения коэффициентов относительной аварийности

Категория автомобильной дороги	Базовые значения коэффициентов относительной аварийности
I-а, I-б, I-в	0,25
II (с числом полос более 2)	0,29
II-IV (двухполосные)	0,42

Коэффициент относительной аварийности Z определяется по формуле

$$Z = \frac{n \cdot 10^6}{N \cdot L \cdot T \cdot 365}, \quad (1)$$

где n - абсолютное количество ДТП на участке автомобильной дороги

за 3 года, шт.;

N – среднегодовая суточная интенсивность движения по результатам последнего замера за расчетный период, авт./сут;

L – базовая протяженность участка автомобильной дороги, принимается равной 1 км;

T – количество лет в расчетном периоде, принимается равным 3 годам.

Анализ ДТП, которые совершены на рассматриваемой дороге за расчетный период, выполняется на основании требований «Правил учета ДТП». Министерства внутренних дел РБ зарегистрированных 23.08.1996г.

Участок автомобильной дороги с повышенным риском для движения можно отнести к УКДТП, если коэффициент относительной аварийности на нем равен или превышает значения, приведенные в таблице 1.

На автомобильных дорогах I–VI категорий со среднегодовой интенсивностью движения менее 3000 авт./сут к УК ДТП относятся участки автомобильной дороги с повышенным риском для движения.

ДИАГНОСТИКА УЧАСТКОВ КОНЦЕНТРАЦИИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Повышению вероятности появления УК ДТП способствуют такие характеристики технических параметров, эксплуатационного состояния и качества содержания дорог, которые не соответствуют нормативным требованиям по условиям безопасности движения.

К основным группам показателей, способствующим формированию аварийности в местах концентрации ДТП вследствие их возможного отклонения от нормативных требований, следует относить:

группа I - параметры и характеристики, длительное время не меняющиеся (меняются в основном при реконструкции): параметры геометрических элементов автомобильной дороги, её обустройства пешеходными связями, наружным освещением и прочих ее инженерных сооружений (показатели технических параметров автомобильной дороги);

группа II - параметры, меняющиеся под воздействием транспортных нагрузок (меняются в основном при ремонте и содержании автомобильной дороги): транспортно-эксплуатационные качества автомобильной дороги (показатели транспортно-эксплуатационного состояния);

группа III - переменные характеристики, зависящие от качества содержания автомобильной дороги.

Нормативные требования к указанным группам показателей регламентированы ТКП 45-3.03-19 АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ Нормы проектирования и СТБ 1291. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.

Диагностику УКДТП выполняют на основе совместного анализа аварийности и оценки состояния дорожных условий. Для оценки роли дорожных факторов в возникновении участков концентрации ДТП необходимо:

- выполнить оценку технического уровня и транспортно-эксплуатационного состояния рассматриваемых участков автомобильной дороги и смежных с ними с использованием информации, имеющейся в базе данных корпоративного информационного ресурса дорожного хозяйства, паспорта автомобильной дороги, результатов инвентаризации, иной технической документации;
- провести анализ данных проверки качества содержания рассматриваемых участков автомобильной дороги;
- выполнить анализ ДТП на УКДТП на данной дороге.

Вероятность того, что дорожные факторы способствуют возникновению УКДТП, определяется следующими условиями:

- уровень аварийности в течение продолжительного периода (3 года и более) имеет стабильный или прогрессирующий характер;
- выявлены несоответствующие нормативным требованиям параметры элементов дорог, перечисленные выше.
- среди совершенных за расчетный период ДТП имеются такие, в которых дорожные условия отмечены как условия, способствующие их возникновению;
- выявлена повторяемость отдельных видов ДТП, причин и условий их возникновения.

Для выявления дорожных условий, способствовавших возникновению УКДТП, на основе анализа аварийности используют:

- сведения о видах, причинах и условиях, приведших к ДТП;
- характерные схемы ДТП;
- распределение аварийности по часам суток, дням недели и периодам года.

Определение причин, сопутствующих возникновению участков концентрации ДТП, выполняется на основе анализа причин и видов всех ДТП (учетных и не учетных), их распределения по сезонам года и времени суток, состояния дорожных условий. В результате устанавливают группы ДТП с характерными причинами, имеющие наиболее высокую вероятность возникновения, и назначают возможные варианты мероприятий, направленных на снижение аварийности.

Стабильные показатели аварийности на УКДТП, когда ежегодное число возникающих на нем происшествий отличается не более чем на одно-два, указывают на наличие постоянно действующих факторов, к которым принадлежат прежде всего параметры геометрических элементов и обустройство дорог на самом участке концентрации ДТП, а также неблагоприятное их сочетание с параметрами геометрических элементов на смежных участках.

Нестабильные показатели аварийности могут свидетельствовать о влиянии переменных факторов, отнесенных к группам II и III. При ежегодном росте аварийности на участке, когда интенсивность движения существенно не изменяется, помимо параметров геометрических элементов, наиболее вероятно влияние II и III групп факторов, связанных с постепенным

ухудшением состояния покрытия проезжей части и обочин или со снижением качества их содержания.

При выявлении причин возникновения УКДТП необходимо учитывать сезонные изменения аварийности. В зимнее время основной причиной может являться нарушение сроков ликвидации зимней скользкости и снегоуборки или неудовлетворительное качество выполнения указанных работ. Гололед на проезжей части является фактором, сопутствующим возникновению ДТП всех видов.

Увеличение числа столкновений транспортных средств зимой может быть связано также с образованием узких мест из-за скопления снега в зоне кривых в плане малого радиуса, на обочинах. Одной из причин наезда на пешеходов может быть занос тротуаров снегом в населенных пунктах, что вынуждает пешеходов идти по проезжей части.

Информацию о характерных видах ДТП на участках их концентрации следует рассматривать в качестве информации, предназначенной для установления роли дорожных условий в формировании таких участков. В таблице 3 приведены характерные дорожные факторы, способствующие возникновению отдельных видов ДТП.

В результате анализа аварийности должен быть установлен предварительный перечень показателей состояния дорожных условий, сопутствующих возникновению УКДТП, который следует учитывать при детальной оценке дорожных условий на основе диагностики автомобильной дороги.

Таблица 3

Вид ДТП	Характерные дорожные факторы, способствующие возникновению ДТП
Столкновение	Несоответствие ширины проезжей части, радиуса кривой в плане и вертикальной кривой в продольном профиле автомобильной дороги, расстояния видимости нормам для дорог рассматриваемой категории; уровень загрузки автомобильной дороги движением превышает оптимальное значение; отсутствие разделительной полосы (или барьерных ограждений на разделительной полосе на многополосных дорогах); несоответствие типа пересечения и примыкания интенсивности движения транспортных потоков; отсутствие переходно-скоростных полос на въездах и съездах
Опрокидывание	Отсутствие или несоответствие нормам на проектирование поперечного уклона виража на кривой в плане; радиус кривой в плане и величина уширения не соответствуют нормам для дорог данной категории; отсутствие ограждений в необходимых местах; неудовлетворительное состояние и отсутствие укрепления обочин; отсутствие твердого покрытия на примыкающих дорогах
Наезд на препятствие	Близкое расположение к кромке проезжей части деревьев, не огражденных опор светильников и иных препятствий; неудов-

	летворительное состояние обочин
Наезд на стоящее транспортное средство	Несоответствие ширины обочин, остановочных полос, расстояния видимости нормам для дорог данной категории; отсутствие площадок отдыха; необорудованные стоянки у объектов дорожного сервиса
Наезд на пешехода	Отсутствие оборудованных пешеходных переходов в необходимых местах; отсутствие или неудовлетворительное состояние тротуаров и пешеходных дорожек (несоответствие тротуаров и пешеходных дорожек фактическим пешеходным потокам) в населенных пунктах и на подходах к ним; несоответствие расстояния видимости нормам для дорог данной категории; отсутствие в необходимых местах или неудовлетворительное содержание автобусных остановок

В зависимости от степени соответствия показателей технических параметров, эксплуатационного состояния и качества содержания дорог нормативным требованиям уровень обеспечения безопасности дорожного движения характеризуется как высокий, средний, предельный и критический (таблица 4).

Таблица 4

Уровень обеспечения безопасности дорожного движения	Характеристика уровня обеспечения безопасности дорожного движения
Высокий	Показатели технических параметров (группа I) соответствуют нормам на проектирование дорог. Эксплуатационное состояние дорог и дорожных сооружений (группа II) превышает нормативные значения, допустимые по условиям обеспечения безопасности дорожного движения по СТБ 1291. Качество содержания дорог (группа III) оценивается ≥ 4 баллов
Средний	Отдельные показатели технических параметров (группа I) имеют отклонения от норм на проектирование дорог (значения итогового коэффициента аварийности соответствуют среднему уровню - таблица 5). Показатели эксплуатационного состояния дорог и дорожных сооружений (группа II) превышают нормативные значения, допустимые по условиям обеспечения безопасности дорожного движения по СТБ 1291. Качество содержания дорог (группа III) оценивается от ≥ 3 до < 4 баллов
Предельный	Отдельные показатели технических параметров (группа I)

	<p>близки к предельным нормам, установленным по условиям безопасности движения (таблицы 5, 6 и 7).</p> <p>Отдельные показатели эксплуатационного состояния (группа II) близки к предельным нормам, установленным по условиям безопасности движения (таблица 6).</p> <p>Качество содержания дорог (группа III) оценивается от ≥ 2 до < 3 баллов</p>
Критический	<p>Показатели технических параметров (группа I) в соответствии с их комплексной оценкой по условиям безопасности движения ниже предельных значений (таблицы 5 и 6).</p> <p>Показатели эксплуатационного состояния (группа II) не отвечают требованиям СТБ 1291 (таблица 6).</p> <p>Качество содержания дорог (группа III) не отвечает требованиям СТБ 1291 (таблица 6)</p>

Состояние технических параметров элементов дорог, отнесенных к I группе, оценивают по степени их воздействия на условия движения с учетом совместного влияния на уровень обеспечения безопасности дорожного движения. Для этих целей рассчитывается итоговый коэффициент аварийности в соответствии с ДМД 02191.3.008. В таблице 5 представлены значения итогового коэффициента аварийности, соответствующие различному уровню обеспечения безопасности дорожного движения в зависимости от категории автомобильной дороги.

Таблица 5

Уровень обеспечения безопасности дорожного движения	Значения итогового коэффициента аварийности по категориям автомобильных дорог		
	I-б, I-в	II с числом полос более 2	II-VI
Высокий	< 5	< 7	< 8
Средний	5 - 8	7 - 17	8 - 15
Предельный	8 - 10	12 - 17	8 - 15
Критический	> 10	> 17	> 22

Прочие отдельные показатели технических параметров (I группа дорожных факторов), основные показатели эксплуатационного состояния и качества содержания дорог (II и III группы дорожных факторов) по уровню обеспечения безопасности дорожного движения следует оценивать в соответствии с данными, приведенными в таблице 6. Оценка уровня обеспечения безопасности дорожного движения в зависимости от сочетания показателей технических параметров, эксплуатационного состояния и качества содержания дорог согласно ДМД 02191.2.010 на участках концентрации ДТП и участках, смежных с ними, приведена в таблице 7.

Таблица 6

Элементы автомобильной дороги	Показатель	Характеристика состояния дорог при различных уровнях обеспечения безопасности дорожного движения			
		высокий	средний	предельный	критический
1	2	3	4	5	6
Технические параметры					
Кривая в плане	Наличие и поперечный уклон виража	Вираж имеется. Поперечный уклон соответствует требованиям ТКП 45-3.03-19	Вираж имеется. Поперечный уклон имеет отклонение от требований ТКП 45-3.03-19 в пределах 10%	Вираж имеется. Поперечный уклон имеет отклонение от требований ТКП 45-3.03-19 в пределах 20%.	Вираж отсутствует или его поперечный уклон имеет существенное отклонение от требований ТКП 45-3.03-19
Площадка для остановки и стоянки автомобилей	Размещение, вместимость и инженерное оборудование	Соответствует нормам на проектирование ТКП 45-3.03-19	Соответствует нормам на проектирование. Вместимость предусмотренной ТКП 45-3.03-19	Частично оборудована (с отделением от проезжей части). Параметры переходно-скоростных полос и вместимость предусмотренных ТКП 45-3.03-19	Не оборудована (без отделения от проезжей части, без переходно-скоростных полос); вместимость менее предусмотренной ТКП 45-3.03-19; не обеспечено расстояние видимости в зонах въезда и съезда
Наружное освещение	Наличие	Имеется. Установка полностью соответствует требованиям ТКП 45-3.03-19 и ТКП 45-2.04-153	Имеется. Установка частично не соответствует требованиям ТКП 45-3.03-19 и ТКП 45-2.04-153	Имеется. Установка полностью не соответствует требованиям ТКП 45-3.03-19 и ТКП 45-2.04-153	Отсутствие наружных осветительных установок в необходимых местах, предусмотренных ТКП 45-3.03--19 и ТКП 45-2.04-153
Пешеходный переход	Наличие	Имеется. Полностью соответствует нормам на проектирование	Имеется. Не полностью соответствует нормам на проектирование	Отсутствие переходов в разных уровнях в местах, где их устройство предусмотрено ТКП 45-3.03--19	Отсутствие оборудованного пешеходного перехода в одном уровне в необходимых местах

Элементы автомобильной дороги	Показатель	Характеристика состояния дорог при различных уровнях обеспечения безопасности дорожного движения				
		высокий	средний	предельный	критический	
1	2	3	4	5	6	
Переходно-скоростные полосы	Наличие и параметры переходно-скоростных полос	Наличие и параметры соответствуют требованиям ТКП 45-3.03-19	Имеются в необходимых местах. Их протяженность менее предусмотренной ТКП 45-3.03-19 (в пределах 10%)	Имеются в необходимых местах. Их протяженность менее предусмотренной ТКП 45-3.03-19 (в пределах 20%)	Отсутствуют в необходимых местах или их параметры значительно менее предусмотренных требованиями ТКП 45-3.03-19 (более 25%)	
Автобусная остановка	Размещение и инженерное оборудование	Соответствует требованиям ТКП 45-3.03-19	Соответствует требованиям ТКП 45-3.03-19. Не отделена от основных полос движения разделительной полосой шириной не менее 0,5 м	Соответствует требованиям ТКП 45-3.03-19. Ширина остановочной площадки имеет отклонение (в пределах 0,5 м) от ширины основных полос движения и не отделена от них разделительной полосой. Длина остановочной площадки менее 10 м	Отсутствие остановочной площадки, переходно-скоростных полос; автобусная остановка не смещена по ходу движения на расстояние не менее 30 м (на дороге без разделительной полосы); расположение автобусной остановки в зоне примыкания или пересечения не соответствует требованиям ТКП 45-3.03-19	
Эксплуатационное состояние						
Проезжая часть	Коэффициент сцепления при условиях движения для категорий дорог					
	обычных	I-б, I-в, II, III	> 0,50	0,50 – 0,42	0,42 – 0,35	< 0,35
		IV, V, VI	> 0,45	0,45 – 0,40	0,40 – 0,35	< 0,35
затрудненных	I-б, I-в, II, III	> 0,60	0,60 – 0,45	0,45 – 0,35	< 0,35	

Элементы автомобильной дороги	Показатель	Характеристика состояния дорог при различных уровнях обеспечения безопасности дорожного движения			
		высокий	средний	предельный	критический
1	2	3	4	5	6
Качество содержания					
Проезжая часть	Содержание проезжей части, балл	≥ 4	От 3 включ. до 4	От 2 включ. до 3	1 Имеются дефекты, недопустимые по СТБ 1291
Обочины	Содержание обочин, балл				
Мост и путепровод	Содержание проезжей части мостового полотна, балл				
	Содержание конструкций тротуаров, балл				
	Содержание барьерного и бордюрного ограждения, балл				
Пешеходные переходы в разных уровнях	Содержание пешеходных переходов в разных уровнях, балл				
5 Дорожный знак	Содержание дорожных знаков, балл				
Дорожная разметка	Содержание дорожной разметки, балл				
Дорожный светофор	Содержание дорожного светофора, балл	≥ 4	От 3 включ. до 4	От 2 включ. до 3	1 Имеются дефекты, недопустимые по СТБ 1291
Дорожное ограждение и противоослепляющее устройство	Содержание дорожного ограждения и противоослепляющего устройства, балл				
Сигнальный столбик	Содержание сигнального столбика, балл				
Наружное освещение	Содержание наружного освещения, балл				

По результатам диагностики участков концентрации ДТП должен быть установлен перечень дорожных факторов, способствующих образованию участков концентрации ДТП. Указанный перечень является основой для определения соответствующих мероприятий по повышению безопасности движения на таких участках.

Для определения очередности назначения мероприятий по повышению безопасности дорожного движения с учетом преобладающего влияния неблагоприятных дорожных условий на возникновение УКДТП следует использовать данные таблицы 8. ДМД 02191.3.015-2011.

Таблица 8

Показатели состояния автомобильной дороги по степени их влияния на образование УКДТП	Характеристика показателей
I	Отдельные показатели технических параметров, эксплуатационного состояния и качества содержания соответствуют критическому уровню обеспечения безопасности дорожного движения на самом участке концентрации ДТП и (или) по условиям сочетания с показателями на смежных участках. Условия совершения ДТП взаимосвязаны с неудовлетворительными дорожными факторами
II	Отдельные показатели технических параметров, эксплуатационного состояния и качества содержания соответствуют предельному уровню обеспечения безопасности дорожного движения на самом участке концентрации ДТП и (или) по условиям сочетания с показателями на смежных участках. Условия совершения ДТП взаимосвязаны с неудовлетворительными дорожными факторами
III	Отдельные показатели технических параметров, эксплуатационного состояния и качества содержания соответствуют критическому уровню обеспечения безопасности дорожного движения на самом участке концентрации ДТП и (или) по условиям сочетания с показателями на смежных участках. Условия совершения ДТП не взаимосвязаны с неудовлетворительными дорожными факторами
IV	Отдельные показатели технических параметров, эксплуатационного состояния и качества содержания соответствуют предельному уровню обеспечения безопасности дорожного движения на самом участке концентрации ДТП и (или) по условиям сочетания с показателями на смежных участках. Условия совершения ДТП не взаимосвязаны с неудовлетворительными дорожными факторами
0	Показатели технических параметров, эксплуатационного состояния и качества содержания соответствуют высокому и среднему уровню обеспечения безопасности дорожного движения на самом участке концентрации ДТП и по условиям сочетания с показателями на смежных участках. Возникновение участка концентрации ДТП не связано с дорожными условиями

ПЛАНИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ АВАРИЙНОСТИ НА УЧАСТКЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

На основании анализа аварийности ежегодно в срок до 01 ноября владельцы автомобильных дорог разрабатывают, согласовывают с территориальными подразделениями ГАИ и утверждают мероприятия по повышению безопасности дорожного движения на УКДТП. Приоритетность реализации мероприятий по устранению УКДТП должна определяться степенью опасности УКДТП. В зависимости от объемов и стоимости работ по выполнению намеченных мероприятий по устранению УКДТП они могут быть: краткосрочные (оперативные); годовые; долгосрочные.

Краткосрочные (оперативные) мероприятия по устранению УКДТП назначаются на участках дорог, эксплуатационное состояние которых не отвечает требованиям СТБ 1291. Эти работы выполняются по мере их обнаружения в сроки, определенные СТБ 1291.

Годовое планирование мероприятий по обеспечению безопасности движения на УКДТП осуществляется при разработке годовых планов работ в срок до 01 ноября ежегодно на следующий год.

Долгосрочное планирование мероприятий по обеспечению безопасности движения на УКДТП и предупреждению их образования осуществляется

при разработке программ совершенствования и развития дорог, обосновании инвестиций, разработке инженерных проектов.

Основные задачи долгосрочного планирования мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на УКДТП реализуются на основе:

учета социально-экономических потерь от дорожно-транспортных происшествий при определенной экономической целесообразности и очередности проведения работ по капитальному ремонту, реконструкции и строительству дорог и дорожных сооружений;

обоснования сокращения количества и тяжести последствий от ДТП при реализации выбранного варианта развития дорог;

оценки технических решений в проектах ремонта и реконструкции дорог по критериям обеспечения безопасности дорожного движения.

При планировании дорожных работ на УК ДТП требуется на основе технико-экономической оценки вариантов выбрать для каждого такого участка наиболее эффективный комплекс мероприятий. При внедрении только одного мероприятия, коэффициент снижения происшествий k выбирается непосредственно из таблицы 9. Если внедряется больше, чем одно мероприятие, то вычисляется итоговый коэффициент снижения количества происшествий k_{um} по формуле

$$k_{um} = k_1 + k_2(1 - k_1) + \dots + k_n(1 - k_{n-1}), \quad (2)$$

где k_1, k_2, \dots, k_n – коэффициенты снижения количества происшествий от 1, 2...n мероприятий.

РАЗДЕЛ II. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ И ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМО-БИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 2.1. Прочность дорожных одежд

Теория прочности нежестких и жестких дорожных одежд. Классификация методов определения прочности. Определение модуля упругости на основании упругого прогиба, измеренного балкой Бенкельмана. Динамические методы измерения упругого прогиба. Использование дефлектометра и методов разрушающего контроля при определении прочности дорожных одежд. Факторы, влияющие на выбор метода измерения прочности дорожных одежд. Статистическая обработка результатов экспериментального измерения прочности дорожных одежд. Нормативные требования, предъявляемые к прочности дорожных одежд.

Оценка прочности нежестких дорожных одежд

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют на основании данных измерения упругого прогиба конструкции: для дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием в соответствии с СТБ 1566; для дорожных одежд с гравийным покрытием, оснований и грунтов земляного полотна, в соответствии с СТБ 1501. При оценке прочности дорожных одежд расчетные нагрузки принимаются в соответствии с ТКП 45-3.03-19.

Для измерений упругого прогиба дорожных одежд рекомендуется применять динамические установки, позволяющие проводить измерения прогибов на всей деформируемой площади дорожного покрытия. Прочность конструктивных слоев дорожной одежды при динамическом методе оценивают по модулям упругости.

При применении статического метода измерения упругих прогибов определяется только общий модуль упругости всей конструкции дорожной одежды.

При сетевой диагностике измерение упругих прогибов дорожной одежды выполняют с шагом не более чем 200 метров.

При детальной диагностике измерение упругих выполняется с частотой не более чем через 50 метров, при этом количество измерений на характерном участке должно быть не менее чем в десяти точках. Измерение упругих прогибов выполняют по крайней правой полосе движения.

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют по коэффициенту прочности (K_{np}), который рассчитывается по формуле

$$K_{np} = \frac{E_p}{E_{TP}}, \quad (1)$$

где E_p – общий модуль упругости дорожной одежды, МПа;

E_{TR} – минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа.

Расчет общего модуля упругости конструкции дорожной одежды и модулей упругости конструктивных слоев при динамическом методе выполняют в соответствии с приложением Б ТКП -140.

Определения модуля упругости дорожной одежды при статическом методе измерения упругого прогиба выполняют в соответствии с приложением В ТКП 140.

Минимальный требуемый модуль для эксплуатируемых дорог принимается по таблице 6.10 ТКП 45-3.03-112.

При детальной диагностике оценка прочности дорожной одежды проводится в два этапа.

На первом этапе выполняется расчет общего модуля упругости всей конструкции и модулей упругости конструктивных слоев дорожной одежды, в соответствии с приложением Б.

На втором этапе выполняется перерасчет прочностных характеристик дорожной одежды с учетом уточненного модуля упругости грунта земляного полотна и толщин слоев дорожной одежды, установленных по данным детального обследования. При этом модули упругости конструктивных слоев основания и асфальтобетона принимаются по данным, рассчитанным по чаше прогиба.

При детальной диагностике дополнительно выполняется расчет на сопротивление сдвигу в грунте и в пакете несвязных слоев основания, и сопротивление монолитных материалов усталостному сопротивлению при изгибе в соответствии с ТКП 45-3.03-112.

Прочность дорожной одежды по критерию упругого прогиба соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие

$$K_{\phi} \geq K_{TR}, \quad (2)$$

где K_{ϕ} – фактический коэффициент прочности, рассчитывается по формуле (1);

K_{TR} – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды, принимается по таблицам 6.1– 6.4 ТКП 45-3.03-112. Коэффициенты надежности принимаются по таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Значение коэффициента надежности

Категория дороги	Коэффициент надежности
I-II	0,95
III	0,90
IV	0,80
V-VI	0,70

При невыполнении условий формулы (2) требуется усиление дорожной одежды. Толщину усиления дорожной одежды определяют расчетом в соответствии с ТКП 45-3.03-112. По результатам оценки прочности дорожной одежды формируется перечень участков дорог с прочностью несоответствующей нормативным требованиям.

Тема 2.2. Ровность дорожных покрытий

Физическая сущность неровности (ровности) дорожного покрытия. Международный индекс ровности IRI. Общая характеристика ровности, детерминированные и статистические характеристики. Определение неровности с помощью толчкомеров. Анализаторы продольного профиля. Профилографы. Определение ровности методом высокоточного нивелирования. Физическая и аналитическая связь ровности дорожного покрытия с прочностью дорожных одежд. Нормативные требования по обеспечению ровности дорожных покрытий.

Для оценки ровности дорожных покрытий рекомендуется применять профилометрический метод измерений в соответствии с СТБ 1566.

Оценка продольной ровности покрытия проезжей части осуществляется по каждой полосе движения на участках длиной 100 метров по международному индексу ровности IRI (International Roughness Index). При детальной диагностике, с целью выявления наиболее неровных участков дорог и обоснованного принятия проектных решений, оценку продольной ровности рекомендуется выполнять не реже чем через 50 м.

Ровность покрытия при измерении профилометрическим методом соответствует нормативным требованиям для асфальтобетонных и цементобетонных покрытий, если выполняется условие

$$IRI_{\phi} \leq IRI_{\text{норм}}, \quad (1)$$

где IRI_{ϕ} – измеренное значение ровности покрытия, мм/м;

$IRI_{\text{норм}}$ –требуемое значение ровности покрытия для эксплуатируемых дорог по таблице 1, мм/м.

Таблица 1-Требуемые значения продольной ровности для эксплуатируемых автомобильных дорог

Категория автомобильной дороги	Значение ровности (IRI), мм/м
I	3,6
II	4,8
III	5,5
IV-VI	6,2

Требования к ровности покрытия по условиям безопасности установлены в СТБ 1291, для участков дорог вводимых в эксплуатацию, при возведении и ремонте, установлены в ТКП 059. Для определения показателя продольной ровности с переходным и низшим типами дорожных одежд следует применять толчкомеры типа ПКРС. Измерения ровности покрытия с использованием 3-х метровой рейки проводится в соответствии ГОСТ 30412. Применение 3-х метровой рейки регламентировано в ТКП 059. Предельные значения по ровности, измеренной 3-х метровой рейкой и толчкомером должны соответствовать СТБ 1291.

Тема 2.3. Сцепные качества дорожных покрытий

Коэффициенты сцепления. Приборы, установки и методы для измерения коэффициента сцепления. Зависимость коэффициента сцепления от скорости движения автомобиля. Нормативные требования коэффициента сцепления. Шероховатость дорожных покрытий. Факторы, влияющие на шероховатость. Определение шероховатости методом «песчаного пятна», объемного пятна, методом вытекания воды, профилометрическим методом. Влияние шероховатости на сцепные качества дорожных покрытий. Нормативные требования, предъявляемые к шероховатости дорожного покрытия.

Сцепные качества дорожных покрытий характеризуются коэффициентом сцепления и шероховатостью дорожного покрытия.

При измерении коэффициента сцепления применяется оборудование с полной или частичной блокировкой рабочего колеса, оснащенное системой увлажнения покрытия. Для стесненных условий, не позволяющих выполнять измерения передвижными лабораториями, и на участках с дефектностью 3 уровня допускается применять портативные приборы.

Значение коэффициента сцепления, измеренное различными методами, должно приводиться к стандартизированному методу.

К стесненным условиям следует относить участки дорог, на которых невозможно обеспечить установленную нормами безопасную скорость движения транспортного средства при измерении коэффициента сцепления.

Измерение коэффициента сцепления прибором ПКРС выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 30413. Измерение портативными приборами выполняют в соответствии с требованиями СТБ 1566.

Коэффициент сцепления на покрытии соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие

$$K_{сц,ф} \geq K_{сц,норм} \quad (1)$$

где $K_{сц,ф}$ – измеренное значение коэффициента сцепления с учетом температурной поправки;

$K_{сц,норм}$ – требуемое значение коэффициента сцепления для эксплуатируемых дорог, принимается по таблице 1.

Таблица 1 – Требуемые значения коэффициента сцепления для эксплуатируемых автомобильных дорог

Категория автомобильной дороги	Коэффициента сцепления
I	0,45
II-III	0,42
IV – VI	0,40

Требования к коэффициенту сцепления на покрытии по условиям безопасности установлены в СТБ 1291, для участков дорог вводимых в эксплуатацию, при возведении и ремонте, установлены в ТКП 45-3.03-19.

Оценка шероховатости покрытия проезжей части характеризуется значением средней глубины впадин (h_{CP}) по методу «песчаное пятно». Предельно допустимые значения средней глубины впадин эксплуатируемых покрытий приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Предельно допустимые значения шероховатости для эксплуатируемых дорожных покрытий

Категория автомобильной дороги	Минимальное значение средней глубины впадин (h_{CP}), мм
I-II	0,45
III	0,43
IV	0,40
V-VI	0,35

При применении метода профилирования, оценка шероховатости выполняется по каждому десятиметровому участку дорожного покрытия. На участках дорог с шероховатостью несоответствующей нормативным требованиям необходимо проводить измерения коэффициента сцепления.

Тема 2.4. Светотехнические качества дорожных покрытий

Светотехнические характеристики дорожного покрытия, элементов обстановки дороги и средств организации дорожного движения. Нормативные требования по обеспечению светотехнических качеств дорожных покрытий, знаков и освещенности дорог. Экспериментальные методы определения светотехнических характеристик дорожных покрытий горизонтальной разметкой.

При определении светотехнических характеристик дорожных знаков и световозвращающих элементов дорожных инженерных устройств и светотехнических качеств дорожных покрытий, необходимо руководствоваться законами излучения, распространения и восприятия света.

Основные характеристики – световой поток, освещенность, яркость, коэффициент световозвращения, контрастность. Измеряют фотометрами, спектрометрами.

Требования к фотометрическим характеристикам дорожных знаков.

Средняя яркость элементов изображения окрашиваемых знаков и освещаемых внутренним источником освещения должна быть: (240 ± 40) кд·м⁻² – для белого цвета; (35 ± 10) кд·м⁻² – для красного; (150 ± 30) кд·м⁻² – для желтого; (50 ± 15) кд·м⁻² – для зеленого; (20 ± 5) кд·м⁻² – для синего.

Допускается на поле изображения знака иметь отдельные точки с минимальной и максимальной яркостью соответственно: 100 и 300 кд·м⁻² – для белого цвета; 10 и 60 кд·м⁻² – для красного; 50 и 250 к·м⁻² – для желтого; 20 и 90 кд·м⁻² – для зеленого; 5 и 35 кд·м⁻² – для синего.

Допустимое количество точек изображения на данном цвете с минимальной и максимальной яркостью – не более 3, а для знаков индивидуально проектирования – не более 3 на 1 м² поверхности изображения знака.

Знаки с внутренним освещением должны иметь равномерное распределение яркости по всему полю изображения.

Для знаков с внешним освещением освещенность на поверхности изображения должна быть 200 лк. В отдельных зонах знака, не несущих информацию для водителя, допускается освещение менее 40 лк.

Удельный коэффициент силы света знаков со световозвращающей поверхностью при угле наблюдения $\alpha = 20'$ и угле освещения $\beta = \text{минус } 5^\circ$ (рисунок 1) должен соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Допускается различие в удельном коэффициенте силы света одного цвета изображения знака не более 10%.

Таблица 1

Цвет	Класс световозвращающего материала	Удельный коэффициент силы света, кд·лк ⁻¹ ·м ⁻² , не менее
Красный	I	8
	II	25
	III	75
Желтый	I	35
	II	75
	III	250
Зеленый	I	5
	II	12
	III	30
Синий	I	2
	II	8
	III	17
Белый	I	50
	II	180
	III	300

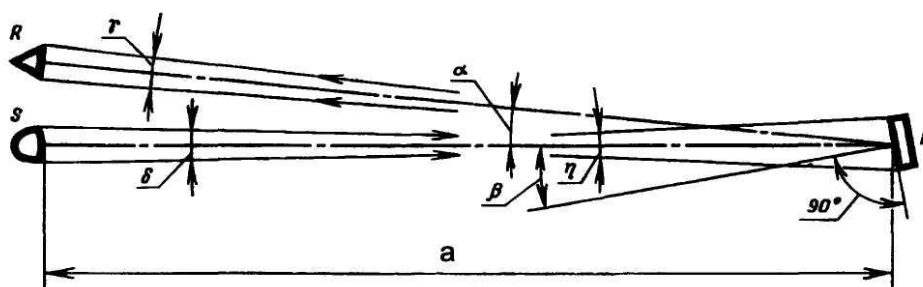


Рисунок 1

Яркость знаков с внутренним и внешним освещением, размещаемых на автомагистралях, дорогах IА, IБ, II и III категорий в зависимости от яркости дорожного фона, должна соответствовать значениям, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Цвет	Площадь знака, м ²	Характер применения	Яркость дорожных знаков, кд·м ⁻²	
			при низкой яркости дорожного фона до 0,5 кд·м ⁻²	при нормальной яркости дорожного фона более 0,5 кд·м ⁻²
Белый или желтый	Менее 1,5	-	От 60 до 100	От 150 до 350
	Более 1,5	В качестве фона	От 25 до 50	От 75 до 130
		В качестве символов	От 50 до 80	От 100 до 200

Оранжевый	—	—	От 0,10 до 0,25	От яркости белого или желтого элементов знака
Зеленый	—	—	От 0,08 до 0,20	
Красный	—	—	От 0,05 до 0,13	
Синий	—	—	От 0,03 до 0,10	
Черный	—	—	Менее 0,03	

Отношение максимальной яркости к минимальной для знаков с внутренним и внешним освещением, размещаемых на автомагистралях, дорогах IА, IБ, II и III категорий, соответственно должно быть не более 5:1 и 10:1.

Требования к колориметрическим характеристикам дорожных знаков

Для знаков с внутренним и внешним освещением координаты цветности x , y , определяемые в колориметрической системе Международной комиссией по освещению (МКО) 1931 г., при источнике света С по ГОСТ 7721 и коэффициенты яркости β должны соответствовать таблице 3 и рисунку 2.

Координаты цветности x и y точек пересечения граничных линий цветовых областей дорожных знаков, размещаемых на автомагистралях, дорогах IА, IБ, II и III категорий, определяемые в колориметрической системе МКО 1931 г., при источнике света Д65 и геометрии измерения $45^\circ/0^\circ$ должны соответствовать указанным в таблице 4 и на рисунках 3, 4.

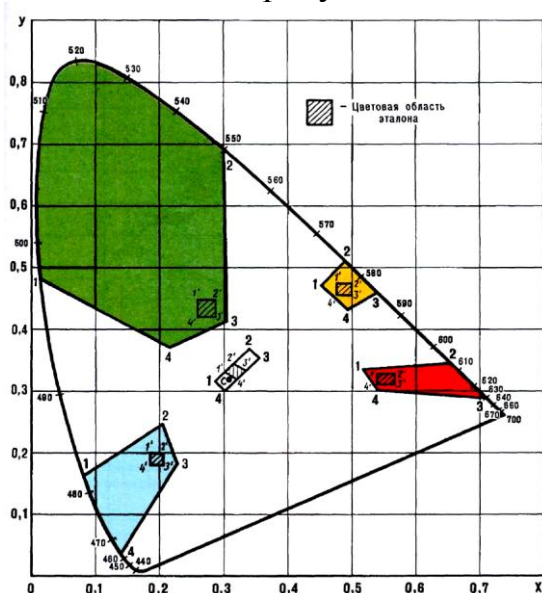


Рисунок 2 – График цветных областей для знаков, выполненных полиграфическими или другими красками

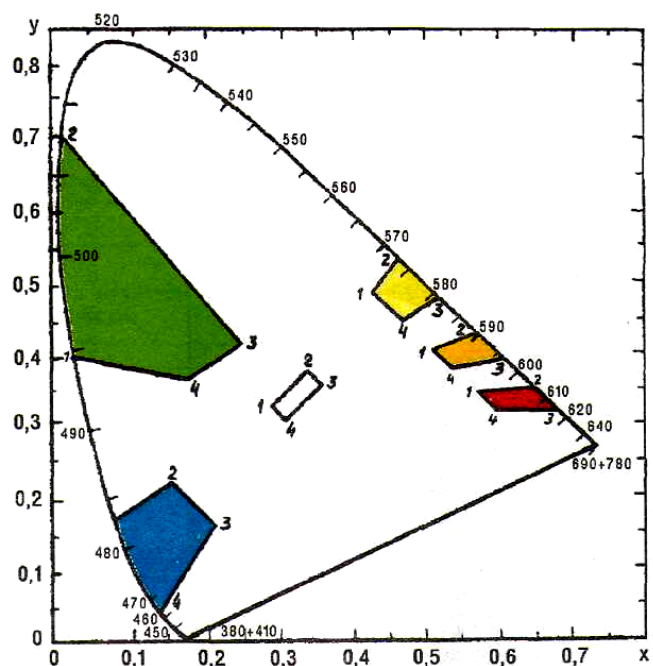


Рисунок 3 – График цветных областей для знаков со световозвращающей поверхностью

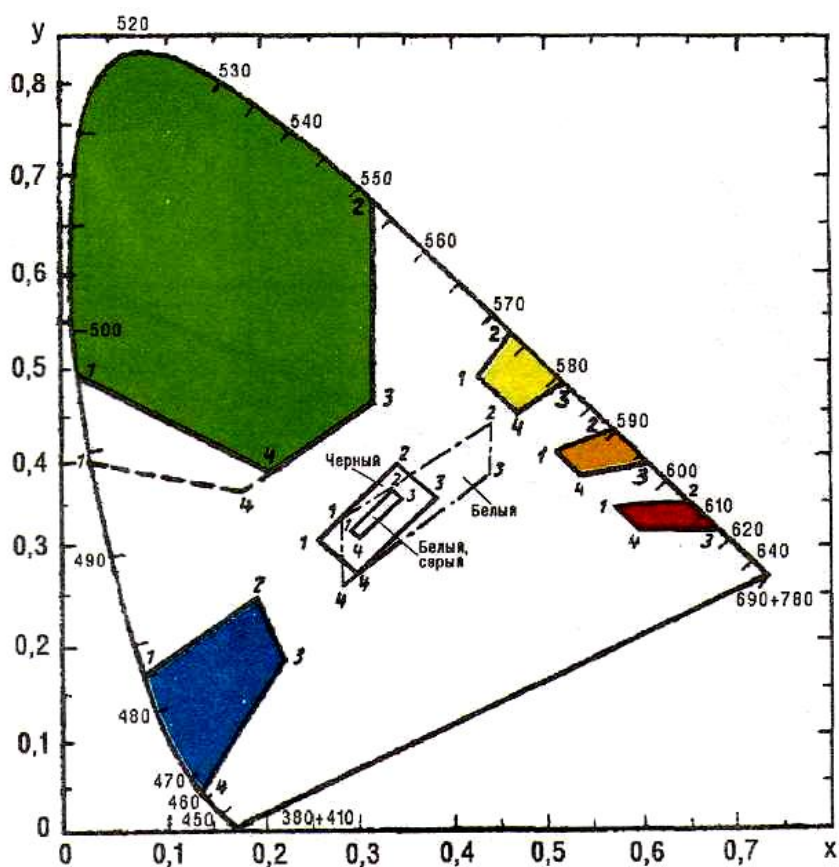


Рисунок 4 – График цветных областей для знаков с внутренним и внешним освещением

Таблица 4

Цвет	Обозначения координат	Координаты цветности							
		знаков со световозвращающей поверхностью для точек				знаков с внутренним и внешним освещением для точек			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Красный	x	0,569	0,655	0,690	0,595	0,569	0,655	0,690	0,595
	y	0,341	0,345	0,310	0,315	0,341	0,345	0,310	0,315
Оранжевый	x	0,506	0,570	0,610	0,535	0,506	0,570	0,610	0,585
	y	0,404	0,429	0,390	0,375	0,404	0,429	0,390	0,375
Желтый	x	0,427	0,465	0,522	0,470	0,427	0,465	0,522	0,470
	y	0,483	0,534	0,477	0,440	0,483	0,534	0,477	0,440
Зеленый	x	0,026	0,007	0,248	0,177	0,013	0,313	0,313	0,209
	y	0,399	0,703	0,409	0,362	0,486	0,682	0,453	0,383
Зеленый*	x	—	—	—	—	0,026	0,313	0,313	0,177
	y	—	—	—	—	0,399	0,682	0,453	0,362
Синий	x	0,078	0,150	0,210	0,137	0,078	0,196	0,225	0,137
	y	0,171	0,220	0,160	0,038	0,171	0,250	0,184	0,038
Белый	x	0,285	0,335	0,335	0,305	0,290	0,340	0,350	0,300
	y	0,325	0,375	0,355	0,305	0,320	0,370	0,360	0,310
Белый**	x	—	—	—	—	0,285	0,440	0,440	0,285
	y	—	—	—	—	0,322	0,432	0,382	0,264
Серый	x	—	—	—	—	0,290	0,340	0,350	0,300
	y	—	—	—	—	0,320	0,370	0,360	0,310
Черный	x	—	—	—	—	0,260	0,345	0,385	0,300
	y	—	—	—	—	0,310	0,395	0,355	0,270

* Координаты цветности приведены для знаков с внутренним освещением, когда зеленый цвет используется в качестве фона

**Координаты цветности приведены для знаков с внутренним освещением для ночных условий

Коэффициент яркости дорожных знаков со световозвращающей поверхностью, знаков с внутренним и внешним освещением должен соответствовать значениям, указанным в таблице 5.

Таблица 5

Цвет	Коэффициент яркости, %, не менее		
	знаков со световозвращающей поверхностью для классов		знаков с внутренним и внешним освещением
	I, III	II	
Синий	1	1	5
Зеленый	4	3	10
Красный	5	3	7
Желтый	27	16	45
Белый	35	27	75
Серый	Не нормируется	Не нормируется	От 16 до 24
Черный	Не нормируется	Не нормируется	До 3

Тема 2.5. Дефектность автомобильных дорог

Характеристика и классификация дефектов дорожных конструкций. Оценка состояния усовершенствованных покрытий по проценту дефектности. Уровни дефектности покрытий. Оценка состояния усовершенствованных покрытий по баллам. Характеристика состояния покрытия по баллам. Оценка колейности на асфальтобетонном покрытии. Уровни колейности.

Дефект – это несоответствие свойств объекта (элемента) автомобильной дороги заданным, требуемым или ожидаемым его свойствам, нарушающим исправность, работоспособность или правильность функционирования объекта (элемента).

Классификация дефектов автомобильных дорог

Причинами появления дефектов на автомобильной дороге могут быть:

- ошибки проектов;
- неудовлетворительное качество строительства или ремонта;
- воздействие погодно-климатических и техногенных факторов (атмосферных осадков, высоких и низких температур и температурных перепадов, солнца, агрессивной атмосферы, промышленных стоков, отходов, подземных работ и т.п.)
- воздействие подвижных и неподвижных нагрузок;
- несистематический или ненадлежащий уход (содержание) за автомобильной дорогой в процессе ее эксплуатации;
- моральный или физический износ (в т.ч. нарушение межремонтных сроков).

Классификация дефектов автомобильных дорог в выполнена по следующим признакам:

- по принадлежности к конструктивным элементам дороги;
- по влиянию на работоспособность дороги, как инженерного сооружения;
- по способу устранения;
- вандализм (противоправные действия).

Дефекты классифицируются по следующим конструктивным элементам автомобильной дороги:

- проезжая часть (включая проезжую часть искусственных сооружений, переходно-скоростных полос, пересечений и примыканий);
- земляное полотно (включая водоотвод и полосу отвода) и часть полосы отвода, не занятую дорожными сооружениями;
- мосты и путепроводы, надземные и подземные пешеходные переходы;
- водопропускные трубы;
- обустройство, защитные дорожные сооружения и объекты дорожного

сервиса.

Дефекты в зависимости от влияния на работоспособность дороги подразделяются на четыре типа:

- дефекты, влияющие на долговечность конструктивного элемента или дороги в целом;
- дефекты, влияющие на безопасность движения, в том числе оказывающие непосредственное влияние на безопасность движения;
- дефекты, влияющие на экологическое (санитарное) и эстетическое состояние дороги;
- дефекты, влияющие на функциональную работоспособность конструктивного элемента или дороги в целом.

По способу устранения дефекты подразделяются на три вида:

- дефекты содержания - дефекты автомобильной дороги, устраняемые при выполнении работ по содержанию;
- дефекты текущего ремонта – дефекты автомобильной дороги, устраняемые при выполнении работ по текущему ремонту;
- дефекты капитального ремонта – дефекты автомобильной дороги, устраняемые при капитальном ремонте.

Основной характеристикой дефектов автомобильных дорог является их объем, измеряемый в физических единицах (п.м, км, м²), или их числом на 1 м дороги. От объема дефекта зависит оценка эксплуатационного состояния дороги и вид необходимых ремонтных мероприятий.

Схемы измерения объемов и параметров дефектов автомобильных дорог общего пользования выполняют в соответствии с существующими нормативными документами.

Оценка состояния дорожного покрытия по дефектности

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

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

При визуальном методе производится сбор дефектов с автомобиля движущегося со скоростью обеспечивающей достоверную оценку дефектов дорожного покрытия. Дефекты фиксируются путем введения вида и объема дефекта в бортовой компьютер с автоматизированной привязкой местоположения дефекта на дороге и видеосъемкой дорожного покрытия. Классификация дефектов покрытия при визуальной идентификации выполняется в соответствии с приложением Г.

В ходе обследования покрытия фиксируют имеющиеся на покрытии дефекты и их объемы в соответствии с классификатором дефектов. Дополнительно измеряется глубина колеи с помощью 3-х метровой рейки по ГОСТ 30412.

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

- 1 уровень – глубина колеи от 10 мм до 15 мм;
- 2 уровень – глубина колеи от 15 мм до 30 мм;
- 3 уровень – глубина колеи более 30 мм.

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

Оценку состояния дорожного покрытия осуществляют по дефектной площади покрытия (ДП). В зависимости от процента дефектности покрытия, различают три уровня дефектности.

Расчет дефектности дорожного покрытия выполняется для участков протяженностью не более 100 м. Дефектность покрытия (ДП) определяется процентом дефектности от общей площади оцениваемого участка покрытия по формуле:

$$ДП = 100 \cdot \frac{S}{S_1}, \quad (1)$$

где S – расчетная площадь дефектности участка, м²;
 S_1 – площадь оцениваемого участка, м².

Площадь участка (S_1) определяется по формуле:

$$S_1 = B \cdot L, \quad (2)$$

где B – ширина участка асфальтобетонного или цементобетонного покрытия занятая дефектом, м;

L – длина участка, м.

Уровни дефектности приведены в таблице 1.

Таблица 7 - Значения дефектности дорожного покрытия в зависимости от уровня дефектности

Категория дороги	Дефектность дорожного покрытия, %		
	уровень 1 (ДП 1)	уровень 2 (ДП 2)	уровень 3 (ДП 3)
I-II	5 – 10	более 10 – 20	более 20
III	10 – 15	более 15 – 25	более 25
IV-VI	15 – 20	более 20 – 30	более 30

Для оперативной и предварительной оценки состояния дорожного покрытия допускается применение визуального осмотра с характеристикой по баллам для каждого стометрового участка. При этом методе не устанавливаются числовые значения объемов дефектов, а устанавливается уровень дефектности. Характеристика состояния покрытия по баллам и соответствующий уровень дефектности приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика состояния покрытия по баллам

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

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

Тема 2.6. Оценка экологической безопасности автомобильных дорог

Влияние автомобильного транспорта на состояние окружающей среды. Воздействие дорожных работ и дорожной техники на окружающую среду. Предельно-допустимые выбросы (ПДВ) и предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в природных средах. Мониторинг и его практическое значение. Меры по обеспечению снижения отрицательного воздействия дорожно-транспортного комплекса на окружающую среду.

Воздействие на окружающую среду - любое прямое либо косвенное воздействие на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности, последствиями которой являются изменения окружающей среды.

Вред, причиненный окружающей среде - имеющее денежную оценку отрицательное изменение окружающей среды или отдельных компонентов природной среды, природных или природно-антропогенных объектов, вызвавшееся в их загрязнении, деградации, истощении, повреждении, уничтожении, незаконном изъятии и (или) ином ухудшении их состояния, в результате вредного воздействия на окружающую среду, связанного с нарушением требований в области охраны окружающей среды, иным нарушением законодательства Республики Беларусь.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) - определение при разработке проектной документации возможного воздействия на окружающую среду при реализации проектных решений, предполагаемых изменений окружающей среды, а также прогнозирование ее состояния в будущем в целях принятия решения о возможности или невозможности реализации проектных решений.

Описание и оценка возможных видов воздействий дорожно-транспортного комплекса на окружающую среду должны осуществляться в соответствии с ТКП 17.02-08 (раздел 7).

Оценку значимости воздействия рекомендуется производить путем сравнения уровней прогнозируемых воздействий с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК) и допустимыми уровнями (ДУ). Если прогнозируется постоянное превышение уровней ПДК, ОДК и ДУ, то неблагоприятное воздействие на окружающую среду характеризуется как воздействие высокой значимости, а территория, на которой прогнозируется данный уровень воздействия, является зоной возможного значительного вредного воздействия. В том случае, если превышение уровней ПДК, ОДК и ДУ ожидается при неблагоприятном сочетании влияющих факторов, то уровень воздействия характеризуется как средний. Если уровни негативного воздействия превышают среднегодовые колебания фонового уровня, но не достигают уровней ПДК, ОДК и ДУ, то

уровень воздействия характеризуется как низкий. В случае отсутствия ПДК, ОДК и ДУ по данному воздействию значимость воздействия рекомендуется оценивать согласно ТКП 17.02-08 (7.2) .

Основными компонентами природной среды, на которые может воздействовать дорожно-транспортный комплекс, являются:

- воздух (загрязненность выхлопными газами, повышение уровня шума, изменение микроклимата);
- воды (загрязненные поверхностные стоки с проезжей части, попадающие в водоем, изменение уровня грунтовых вод);
- земля (в том числе почва) - стабильность грунтовых масс, сопротивляемость эрозии, загрязнение почв, воздействие на плодородность почвенного слоя;
- растительный мир;
- животный мир;
- недра.

Кроме того, дорожно-транспортный комплекс воздействует также на:

а) природный ландшафт (сохранение его природных свойств, возможное нарушение типичных и редких ландшафтов, а также ландшафтов особо охраняемых природных территорий);

б) социально-экономические условия:

- условия обитания населения (санитарные, психологические параметры);
- экономические интересы населения, отдельных лиц (возможности экономического развития, рабочие места, сохранность жизненного уклада);
- землепользование (жилье, сельское хозяйство, леса рекреации, дачное хозяйство), размещение промышленных и других предприятий;
- транспортную инфраструктуру (доступность социальных объектов, сохранность сложившейся системы связей);
- объекты научного и духовного значения (памятники истории и культуры, археологические объекты, заповедные территории, природные феномены);
- эстетику ландшафта (природного, окультуренного, урбанизированного).

Основными источниками воздействий дорожно-транспортного комплекса на окружающую среду на разных стадиях жизненного цикла автомобильной дороги являются:

- автомобильная дорога как инженерное сооружение (стадии жизненного цикла - возведение и содержание автомобильной дороги);
- изъятие из окружающей среды материалов, используемых для возведения, реконструкции, содержания и ремонта дороги (ста-

дии жизненного цикла - возведение и содержание автомобильной дороги);

- строительно-дорожные машины и оборудование в процессах выполнения технологических операций возведения, реконструкции, содержания и ремонта дороги (стадии жизненного цикла – возведение, содержание и ликвидация автомобильной дороги);
- транспортные средства, движущиеся по дороге (стадии жизненного цикла – содержание автомобильной дороги).

Основными видами воздействий дорожно-транспортного комплекса на окружающую природную и социальную среду являются:

- изъятие (потребление) природных ресурсов (земель (включая почвы), недр, вод, атмосферного воздуха, объектов растительного и животного мира), материалов (дорожно-строительных материалов - каменных материалов, песка, щебня, грунта; конструкционных - черных, цветных металлов, пластмасс, цемента, битума; эксплуатационных - топлива, масел, используемых противогололедных реагентов, энергоресурсов; изъятие земельных ресурсов, воды, кислорода воздуха); воздействие на плодородный слой почвы;
- физическое наличие автомобильной дороги (сооружение и использование дороги), воздействие на ландшафт, гидрологию, климат, социально-экономические условия жизни, традиционный уклад жизни и природопользование местного населения;
- загрязнение химическими веществами, пылью, твердыми отходами компонентов окружающей среды (воздуха, воды, почвы, растительности) и воздействие на здоровье населения, плодородие сельскохозяйственных земель, состояние и биопродуктивность природных ландшафтов и водоемов;
- шум, вибрация;
- динамическое воздействие движущихся машин и механизмов на людей, животный мир, растительный мир.

Таблица 1 - Перечень мероприятий по предотвращению, минимизации и компенсации основных негативных воздействий дорожно-транспортного комплекса на окружающую природную среду

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
I Воздействие автомобильной дороги как инженерного сооружения на окружающую среду		
Сокращение площади сельскохозяйственных и лесных угодий	Обход ценных сельскохозяйственных и лесных угодий. Возмещение убытков и потерь землепользователям	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
Фрагментация ландшафта	<p>Применение методов ландшафтного проектирования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исключение по возможности глубоких выемок и высоких насыпей; - устройство декоративного озеленения, проложение трассы дороги вне зоны видимости больших групп людей 	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог
Оползни, осыпи, другие виды подвижек земляных масс вследствие их подрезки в процессе строительных работ	<p>Меры по предотвращению, минимизации и компенсации воздействий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исключение подрезок склонов при неблагоприятных геологических условиях; - обеспечение водоотвода, проектирование других инженерных сооружений; - применение рациональных конструкций укрепления откосов 	При проложении трассы автомобильной дороги в неблагоприятных условиях, установленных изысканиями и обследованиями
Эрозия земель вследствие концентрации водных потоков искусственными сооружениями, кюветами и канавами	Укрепление русел и выходов из водоотводных сооружений, увеличение количества сбросов воды из систем водоотвода для уменьшения расхода воды, снижение скорости водного потока путем каменной наброски и использование других приспособлений, устраиваемых в отводных канавах	При проложении трассы автомобильной дороги в неблагоприятных условиях, установленных изысканиями и обследованиями. При проектировании водоотводных сооружений
Нарушение условий произрастания растений	<p>Меры по предотвращению, минимизации и компенсации воздействий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обход особо охраняемых природных территорий и ценных насаждений; - исключение подтопления и осушения земель, эрозии почв, деградации почв от транспортных загрязнений; - рекультивация нарушенных при строительстве земель; - устройство организованных площадок отдыха и стоянок для автомобилей; - применение более пологих откосов; - максимальное сохранение существующей растительности 	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог на участках пересечения болот и территорий с необеспеченным поверхностным стоком и дорог, проходящих через ценные сельскохозяйственные угодья и особо охраняемые природные территории
Нарушение условий обитания диких животных (изоляция популяций)	<p>Обход особо охраняемых природных территорий, мест обитания, питания и размножения охраняемых видов животных. Компенсационные выплаты за вредное воздействие на объекты животного мира</p>	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог вблизи мест обитания, питания и размножения, путей миграции охраняемых видов

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
		животных, при прохождении дорог через особо охраняемые природные территории
Нарушение условий обитания рыб при строительстве мостов	Меры по предотвращению, минимизации и компенсации воздействий: - обход мест нагула, нерестилищ; - проведение работ с учетом периода массового нереста и выклева рыб; - применение шпунтовых ограждений; - удаление строительных остатков	При строительстве мостов
Изменение условий поверхностного стока	Проектирование соответствующих систем водоотвода	Особенно важно при пересечении болот, пойм рек, косогоров
Изменение условий протекания грунтовых вод, осушение и переувлажнение почв, приводящее к негативному влиянию на экосистемы	Меры по предотвращению, минимизации и компенсации воздействий: - отказ от устройства выемок при близком залегании грунтовых вод; - проектирование насыпей из условия недопущения прерывания водоносных слоев; - проложение трассы в обход болот; - устройство мостов, дренажных труб	При близком залегании грунтовых вод и при проектировании глубоких выемок. При пересечении мест с уязвимой фауной и флорой (леса, болота)
Нарушение гидрологического режима рек, изменение береговой линии, сечения водотоков, активизация русловых процессов	Меры по предотвращению, минимизации и компенсации воздействий: - устройство регуляционных сооружений; - укрепление берегов; - проектирование пойменных мостов	При наличии в проекте мостов
II Воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду		
Загрязнение водных объектов, поверхностных и грунтовых вод поверхностным стоком с автомобильных дорог и мостов	Очистка вод поверхностного стока путем проектирования очистных сооружений: - механическая очистка (горизонтальные или вертикальные пескоуловители, процеживатели, тонкослойные комбинированные отстойники, продольные нефтеуловители–сепараторы, фильтры); - физико-химическая очистка (коагуляция, флотация, экстракция, хлорирование, озонирование, сорбция, ионообменная очистка);	Для автомобильных дорог и мостовых сооружений в населенных пунктах и при расположении дороги в санитарной зоне водозабора, при расположении дороги в водоохранной зоне водного объекта
Загрязнение водных объектов, поверхностных и грунтовых вод поверхностным стоком с автомобильных дорог и мостов	- биологическая очистка (очистка воды растениями-макрофитами на водопропускных фильтрующих сооружениях, очистка воды микроорганизмами). Отвод загрязненных вод за пределы пойм водотоков, рассредоточение сбросов на протяжении	Для автомобильных дорог и мостовых сооружений в населенных пунктах и при расположении до-

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
	дороги	роги в санитарной зоне водозабора, при расположении дороги в водоохранной зоне водного объекта
Загрязнение почв тяжелыми металлами и органическими соединениями	Необходимо прокладывать трассу за пределами ценных сельскохозяйственных угодий, особо охраняемых природных территорий, площадь расчистки поверхности должна быть снижена по мере возможности. Мероприятия по уменьшению ширины распространения загрязнения почвы: - защитные зеленые насаждения; - экраны; - защитные валы (насыпи); - прокладка автомобильной дороги в выемке	При проектировании автомобильных дорог вблизи населенных пунктов, ценных сельскохозяйственных угодий и особо охраняемых природных территорий
Запыление территории	Меры по предотвращению, минимизации и компенсации воздействий: - проектирование непылящих дорожных одежд; - устройство защитных зеленых насаждений; - мероприятия по обеспыливанию покрытий	При проектировании автомобильных дорог с пылящими типами покрытий вблизи населенных пунктов и ценных сельскохозяйственных угодий
Загрязнение воздушной среды при движении транспортного потока	Необходимо проектировать обходы населенных пунктов с учетом направления ветра в особо неблагоприятные с точки зрения загрязнения воздуха осенне-зимние периоды года, участки автомобильной дороги, проходящие через лесные массивы, желательна проектировать с учетом естественного проветривания трассы господствующими ветрами. Следует осуществлять проектирование параметров дорог, направленных на повышение средней скорости транспортного потока: - проектирование и строительство транспортных развязок в разных уровнях; - тоннелей и пешеходных переходов, обеспечивающих исключение задержек в движении транспортных средств; - уменьшение продольных уклонов; - обеспечение видимости на горизонтальных и вертикальных кривых, увеличение их радиусов Регулирование потоков автомобилей: - развитие дорожной сети, позволяющее осуществлять распределение транспортных потоков для обеспечения необходимого уровня обслуживания;	При проектировании автомобильных дорог вблизи населенных пунктов и объектов, чувствительных к данному виду воздействия (санатории, больницы, школы и т.д.)
Загрязнение воздушной	- ограничение движения отдельных типов авто-	При проектирова-

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
среды при движении транспортного потока	<p>мобилей полностью или в отдельные интервалы времени.</p> <p>Проектирование мероприятий, снижающих ширину распространения загрязнения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проектирование дорог в выемках; - проектирование и устройство полос зеленых насаждений вдоль автомобильных дорог 	<p>нии автомобильных дорог вблизи населенных пунктов и объектов, чувствительных к данному виду воздействия (санатории, больницы, школы и т.д.)</p>
Шумовое воздействие при движении потока транспорта	<p>Строительство обходов населенных пунктов.</p> <p>Проектирование дороги с параметрами, обеспечивающими оптимальный режим движения автомобилей:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проектирование и строительство транспортных развязок в разных уровнях, тоннелей и пешеходных переходов; - уменьшение продольных уклонов, обеспечение видимости на горизонтальных и вертикальных кривых, увеличение их радиусов, что приведет к обеспечению высокой эксплуатационной скорости транспортного потока и уменьшению шума от торможения. <p>Снижение скорости транспортного потока (может применяться в том случае, если шумовое воздействие более значимо, чем загрязнение воздушной среды).</p> <p>Повышение качества дорожного покрытия - применение малозумных покрытий, способных снизить уровень шума в источнике его возникновения (мелкозернистый асфальтобетон, щебеночно-мастичный асфальтобетон, дренирующее покрытие).</p> <p>Строительство дороги в выемке, тоннеле.</p> <p>Устройство защитных зеленых насаждений, шумозащитных экранов, земляных валов.</p> <p>Звукоизоляция зданий</p>	<p>При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог, проходящих через населенные пункты или вблизи населенных пунктов и объектов, чувствительных к данному виду воздействия (санатории, больницы, школы и т.д.)</p>
Воздействие на растительный мир	<p>Меры по предотвращению, минимизации и компенсации воздействий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обход особо охраняемых природных территорий и ценных насаждений; - при прохождении трассы через хвойные леса в целях противопожарной безопасности следует устраивать минерализованные полосы по границам полосы отвода 	<p>При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог на участках пересечения болот и территорий с необеспеченным поверхностным стоком и дорог, проходящих через ценные сельскохозяйственные угодья и особо охраняемые природ-</p>

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
<p>Гибель диких животных в результате столкновения с автотранспортом</p>	<p>Обустройство пересечений путей миграции животных:</p> <ul style="list-style-type: none"> - установка дорожных знаков, предупреждающих о вероятности столкновения с животным; - надземные или подземные переходы для животных могут использоваться для облегчения их миграции; - устройство заборов или растительных ограждений барьеров может понизить риск столкновения животных с транспортными средствами; - установка катафотов, отражающих в темное время суток свет приближающейся машины и отпугивающих животных в местах вероятного пересечения дорог дикими животными; - ограничение скорости движения с помощью дорожных знаков и устройств снижения скорости может уменьшить частоту столкновения животных с автомобилями; - запрет на остановки автомобилей при пересечении природоохранной территории или использование таких проектных решений как глубокие и непрерывные придорожные канавы, которые делают остановки бесполезными, снижают воздействие на окружающую среду. <p>Для перенаправления миграционных потоков животных при разделении автомобильной дорогой мест питания и размножения возможно строительство искусственных мест размножения земноводных.</p> <p>Создание переходов через дорогу для животных</p>	<p>ные территории</p> <p>При проектировании автомобильных дорог через особо охраняемые природные территории вблизи мест обитания, питания и размножения, путей миграции охраняемых видов животных</p>
III Воздействие на окружающую среду в процессе строительства автомобильной дороги		
<p>Загрязнение грунтов и вод маслами, топливом автомобилей и дорожно-строительных машин на строительных площадках</p>	<p>Меры по предотвращению, минимизации и компенсации воздействий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вблизи строительных площадок необходимо устройство биотуалетов для нужд рабочих, а также приемков для бытовых сточных вод с последующей их ассенизацией; - для исключения фильтрации сточных вод в грунтовые воды дно приемков должно быть забетонировано; - продолжительность пребывания сточных вод в приемке не должно превышать 3-4 суток; - сточные воды должны выводиться спецавтотранспортом на очистные сооружения; - после отстаивания вода может использоваться повторно для обеспыливания и промывки; - запрещается сваливать и сливать какие-либо материалы и вещества, получаемые при выполнении работ, в водные источники и пониженные 	<p>При наличии в проекте проектных строительных площадок, карьеров и т.п.</p>

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
	<p>места рельефа;</p> <ul style="list-style-type: none"> - необходимо постоянно контролировать, чтобы все постоянные и временные водотоки и водосбросы вблизи строительной площадки содержались в чистоте, были свободными от мусора и отходов; - все загрязненные воды и отработанные жидкости со строительных площадок должны быть собраны и перемещены в специальные емкости; 	
<p>Загрязнение грунтов и вод маслами, топливом автомобилей и дорожно-строительных машин на строительных площадках</p>	<ul style="list-style-type: none"> - запрещается базирование или работа дорожно-строительной техники в непосредственной близости к водным источникам; - строительные площадки должны располагаться за пределами зоны защиты водных объектов и оконтуриваться водосборными канавками с бетонированными отстойниками. <p>Для уменьшения выноса загрязняющих веществ со сточными водами с территории стройплощадки необходимо:- регулярно убирать территорию с максимальной механизацией уборочных работ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - ограждать территорию с упорядочением отвода поверхностных вод по временной системе в отстойники; - локализовать территорию и места заправки строительных машин и механизмов, а также участки, где неизбежны просыпание и проливание вредных веществ и нефтепродуктов; - упорядочить складирование и транспортировку строительных материалов. <p>Предупреждение попадания в водные объекты строительных материалов вследствие размыва и выноса ливневыми водами обеспечивается хранением этих материалов на специально подготовленных площадках, изолированных системой поверхностного водоотвода.</p> <p>Материалы, активно взаимодействующие с водой, следует хранить в специальных складах под крышей, органические вещества – в закрытых хранилищах. Строительную технику необходимо очищать, мыть и заправлять в специально отведенных для этого местах или на автозаправочных станциях общего пользования</p>	<p>При наличии в проекте приобъектных строительных площадок, карьеров и т.п.</p>
<p>Деградация почв, нарушаемых в процессе строительства</p>	<p>Рекультивация земель и почв</p>	<p>При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог</p>
<p>Усиление наносов и заиливания русел водотоков продуктами раз-</p>	<p>Меры по предотвращению, минимизации и компенсации воздействий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировка, уплотнение и укрепление грунта 	<p>При проложении трассы дороги в поймах рек и</p>

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
мывов мест строительства, неукрепленного земляного полотна, а также при строительстве опор мостов, загрязнение русел бытовым и строительным мусором	на строительных площадках; - применение шпунтовых ограждений при строительстве опор мостов; - проведение рекультивационных работ; - своевременная уборка мусора и строительных остатков	строительстве мостов
Загрязнение территорий вблизи временных баз строительных организаций мусором, бытовыми отходами	Обустройство временных баз строительных организаций: - местами для сбора и своевременное удаление отходов в места их санкционированного хранения (захоронения) отходов и мусора; - строительство туалетов; - ограждение территории; - рекультивация земель после окончания работ	При наличии в проектах временных баз строительных организаций
Загрязнение окружающей среды при работе строительных машин и механизмов	Применение наиболее современной, экологически менее опасной строительной техники и технологий	Для мест сосредоточенных земляных работ, а также при применении машин и механизмов, выделяющих большое количество загрязнителей, вблизи территорий, чувствительных к загрязнению
Строительные отходы, образующиеся в процессе проведения подготовительных и строительных работ	Отходы, представляющие собой вторичное сырье и вторичные материальные ресурсы, повторно используются или передаются на переработку. Отходы, которые не могут быть использованы или обезврежены, подлежат захоронению на объектах захоронения отходов	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог
Шумовое воздействие при работе строительных машин и механизмов	Для снижения уровней шума на строительных площадках следует использовать шумозащитные кожухи на излучающих интенсивный шум агрегатах, а также при необходимости пользоваться переносными временными шумозащитными экранами. Для обеспечения допустимых уровней шума планом строительных работ исключается выполнение работ в ночное время	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог, проходящих через населенные пункты или вблизи населенных пунктов и объектов, чувствительных к данному виду воздействия (санатории, больницы, школы и т.д.)
Воздействие на растительный мир*	Организационные и организационно-технические мероприятия предусматривают следующие ограничения:	При проектировании возведения (реконструкции)

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> - устройство организованных стоянок дорожно-строительных и транспортных машин, изолированных от окружающих территорий системой водоотводных лотков; - заправка и мойка дорожно-строительных и транспортных машин должна производиться в специально отведенных местах; 	автомобильных дорог
Воздействие на растительный мир*	<ul style="list-style-type: none"> - при проведении строительных работ вблизи ценных пород деревьев должны применяться мероприятия по охране деревьев; - необходимо принимать меры, исключая попадание вяжущих и пленкообразующих материалов на растения и в почву. <p>Лесохозяйственные мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – запрещается рубить деревья и кустарники за границей, отведенной для строительных работ площади, за исключением сухостойных, буреломных и представляющих опасность для транспортных средств в виде возможного ветровала, бурелома, облома крупных сухих сучьев (вырубка сухостойных, буреломных деревьев и кустарников должна проводиться в соответствии с ТКП 143 на основании лесорубочного билета); - запрещается повреждение всех элементов лесного насаждения (деревьев, кустарников, почвенного покрова) за границей отведенной для строительных работ площади - необходимо избегать механического повреждения деревьев работающей строительной техникой; – запрещается присыпать грунтом корневые шейки более чем на 10 см у произрастающих на опушке (на границе с дорогой) деревьев. В случае присыпки требуется в ближайшее время (не позднее 1 месяца) освободить корневые шейки деревьев во избежание их усыхания; – при повреждении произрастающих на опушке (по краю леса) деревьев - в ходе работ при прокладке трассы автодороги во избежание их усыхания провести обработку мест повреждения садовым варом; - запрещается проведение работ с огнем, в особенности выжигание территории и сжигание мусора; – запрещается устраивать места для складирования строительного материала, стоянок техники и т.п. в пределах лесного фонда; – не допускается захламливание выделов порубочными остатками на опушке леса (во избежание лесных пожаров), строительным и другим мусором, песком; 	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> - пересадка растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, за пределы полосы отвода; - создание искусственных водоемов для размножения земноводных взамен уничтоженных при возведении дороги; - соблюдение временных природоохранных ограничений при проведении работ; - удаление древесных порубочных остатков и древесины, размещенных в полосе отвода, при уширении трассы прокладываемой автодороги; - очистка насаждений от мусора, а также предотвращение их замусоривания (установка мусорных баков, запрещающих знаков, препятствий для въезда на второстепенные лесные дороги и т.п.). 	
Воздействие на растительный мир*	<p>Агротехнические мероприятия включают в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для предотвращения распространению агрессивных видов растений и предотвращения вторичного загрязнения почв в придорожной полосе необходимо проведение сенокоса и уборки скошенной травы; - применение исключительно весенней посадки деревьев и кустарников в придорожных полосах 	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог
Воздействие на животный мир*	<p>Для сохранения популяций земноводных не допускать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - засыпку естественных понижений, искусственных водоемов и искусственных понижений с признаками застойных явлений воды в весенний период; - уничтожение порубочных остатков огнем способом. - изменение гидрологического режима по обеим сторонам автодороги в местах прохождения миграционных коридоров земноводных; - неработающую технику нельзя оставлять вблизи от потенциальных водоемов размножения земноводных для предотвращения попадания нефтепродуктов и других загрязняющих агентов; - выезд технического транспорта на прилегающие угодья, где концентрируются молодые животные в зонах миграционных коридоров; - вырубку древесно-кустарниковых насаждений, примыкающих к водоемам размножения земноводных. <p>Для снижения воздействия автодороги на птиц:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по возможности производить все строительные работы и связанную с ними валку древесных насаждений в осеннее-зимний период; - для снижения частоты гибели птиц на автодо- 	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
	<p>роге в процессе эксплуатации рекомендуется создать зону отчуждения вдоль дороги шириной 30 м и в процессе эксплуатации проводить рубку кустарника и кошение травы 2 раза в год перед сезоном размножения птиц (март-апрель) и в осенний период;</p> <ul style="list-style-type: none"> - избегать высадки плодово-ягодных деревьев и кустарников (рябина, яблоня, крушина ломкая, бузина красная, бузина черная, малина, куманика, дерен, пузыреплодник) в 50-метровой полосе от дороги. При проведении санитарной рубки рекомендуется вырубать их, либо пересаживать данные виды за пределы придорожной полосы; - в местах организации стоянок транспорта рекомендуется оборудовать закрытые контейнеры для мусора с регулярным вывозом, что позволит ограничить доступ вороновых птиц к нему и уменьшить вероятность нахождения данных видов возле дороги 	
IV Воздействие на окружающую среду в процессе эксплуатации автомобильной дороги		
Засоление и солонцевание почв и негативное воздействие на растительность вдоль автомобильных дорог в результате применения противогололедных материалов при зимнем содержании автомобильных дорог	<p>Проектирование водоотвода путем заложения перехватывающих и отводящих дренажей или устройства в сторону кювета поперечного уклона придорожной полосы не менее 5 %-7 % с устройством рассолосборных колодцев.</p> <p>Посадка солеустойчивых придорожных насаждений.</p> <p>Применение наиболее современной, экологически менее опасной техники и технологии при зимнем содержании автомобильной дороги.</p> <p>Соблюдение требований транспортировки, складирование и хранение твердых и жидких хлоридов, устройство технологических площадок для приготовления песчано-соляных смесей, снегосвалок, экологическая оптимизация технологий снегоуборки.</p> <p>Формирование придорожных полос из пород: а) устойчивых к засолению; б) к газообразным и твердым загрязнителям; в) к ветрам повышенной силы; г) создающих препятствие для проникновения людей и транспортных средств под полог насаждений; д) увеличивающих биотическую емкость природных экосистем</p>	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог
Антропогенное воздействие на окружающую среду	<p>Установка шлагбаумов или других преград для въезда на всех съездах с последующим ограничением доступа в лесные массивы, особенно в пожароопасный период.</p> <p>Места, предлагаемые для рекреационного использования, включая площадки отдыха, стоянки для остановки автомобилей и т.п., должны</p>	При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог

Виды предполагаемого воздействия	Возможные меры по предотвращению, минимизации или компенсации воздействия	Условия, при которых рекомендуется учет данного воздействия
1	2	3
	<p>быть, отделены от территорий иного назначения естественными (водотоки, болота, труднопроходимые заросли и т.п.) или искусственными (проволочные изгороди, валы, канавы) преградами</p>	
<p>Проникновение в экосистему инвазивных видов растений</p>	<p>Выкашивание участков вдоль автодороги в период до цветения растений (конец июня-июль) и желательно вторично в период массового цветения до момента образования плодов (август). Обработка гербицидами на участках, где инвазивный вид получил наиболее массовое распространение и где сложно проводить сенокосение. Облесение пустошных земель, поскольку вид выпадает при формировании мохового покрова.</p>	<p>При проектировании возведения (реконструкции) автомобильных дорог</p>

РАЗДЕЛ III. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОГ

Тема 3.1. Система оценки состояния дорог при их осмотре

Цели и задачи осмотра дорог. Сезонные, ежемесячные, патрульные, специальные (целевые) осмотры автомобильных дорог. Организация работ по осмотру. Оформление документов при проведении осмотров. Оценка эксплуатационного состояния дорог на основании результатов осмотра. Критерии уровня содержания дорог и их учет при осмотрах.

Оценка качества работ по содержанию.

Контроль за эксплуатационным состоянием и качеством содержания автомобильных дорог входит в состав работ по техническому надзору за содержанием автомобильных дорог и осуществляется при сезонных и патрульных осмотрах автомобильных дорог, при патрулировании автомобильных дорог, а также специальных (целевых) проверках автомобильных дорог и организаций государственного дорожного хозяйства, выполняющих работы по содержанию автомобильных дорог.

При сезонных осмотрах определяется соответствие конструктивных элементов автомобильных дорог нормативным требованиям к их эксплуатационному состоянию, установленным техническими нормативными правовыми актами, с оценкой эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог .

При патрульных осмотрах выявляются и учитываются в специальном журнале имеющиеся на автомобильной дороге дефекты с указанием даты и времени их выявления (момента обнаружения дефекта), а также контролируется устранение ранее выявленных дефектов с указанием даты устранения .

При патрулировании автомобильных дорог специализированными звеньями филиалов выявляются и фиксируются в специальных журналах вновь появившиеся дефекты, а также устраняются мелкие повреждения элементов автомобильных дорог, убираются посторонние предметы с проезжей части, разделительных полос и обочин, ликвидируются возникшие препятствия для нормального дорожного движения, а при невозможности их устранения – временно ограждаются.

Сезонные осмотры республиканских и местных автомобильных дорог осуществляются специальными комиссиями, назначенными автодорами и облдорстроями соответственно по республиканским и местным автомобильным дорогам. Председателями комиссий назначаются представители технического надзора республиканского унитарного предприятия «Республиканский дорожный инженерно-технический центр» .

Патрульные осмотры проводятся инженерно-техническими работниками филиала, в ведении которого находятся автомобильные дороги.

Специальные (целевые) проверки проводятся РУП «Белдорцентр» по заданию вышестоящей организации в порядке, установленном заданием.

Основными целями и задачами сезонных осмотров автомобильных дорог с оценкой их эксплуатационного состояния и качества содержания являются:

- получение объективных данных о фактическом эксплуатационном состоянии и качестве содержания в сравнении с установленной (базисной) оценкой, требуемой по условиям обеспечения безопасности дорожного движения;

- принятие мер по устранению выявленных дефектов и недостатков в организации содержания автомобильных дорог, повышение эффективности работ по содержанию и улучшение эксплуатационного состояния автомобильных дорог;

- получение исходных данных для перспективного и текущего планирования работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог;

- проверка готовности автомобильных дорог и искусственных сооружений на них к эксплуатации в летний и зимний периоды;

- контроль за своевременностью выполнения работ по содержанию автомобильных дорог и условиями проезжаемости на автомобильных дорогах.

Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог осуществляется с учетом:

- количества дефектов конструктивных элементов автомобильных дорог, выявленных при сезонных осмотрах;

- размеров, величины и других характеристик выявленных дефектов;

- влияния дефектов на безопасность дорожного движения;

- установленного уровня требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог.

Автомобильные дороги по их народнохозяйственному и административному значению, а также интенсивности движения подразделяются на пять уровней требований. Разделение автомобильных дорог на уровни требований осуществляется в порядке, установленном СТБ 1291. Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог по каждому уровню требования осуществляется по пятибалльной системе.

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

от 4,51 до 5 соответствует оценке «отлично»;

от 3,51 до 4,5 соответствует оценке «хорошо»;

от 2,51 до 3,5 соответствует оценке «удовлетворительно»;

от 1,51 до 2,5 соответствует оценке «плохо»;

от 1,0 до 1,5 соответствует оценке «очень плохо».

Результаты сезонных осмотров используются для:

–определения готовности автомобильных дорог и искусственных сооружений к эксплуатации в летний период (весенний осмотр) и зимний период (осенний осмотр);

–разработки проектов, планов дорожных работ при перспективном, годовом и текущем планировании, а также внесения изменений в программу дорожных работ с учетом эксплуатационного состояния автомобильных дорог при необходимости;

–своевременного выявления участков автомобильных дорог и искусственных сооружений, требующих ремонта и принятия неотложных мер по сохранности автомобильных дорог и обеспечению безопасности движения.

Тема 3.2. Организация диагностики автомобильных дорог

Цель диагностики автомобильных дорог. Периодичность проведения обследования при диагностике автомобильных дорог. Порядок диагностики.

Сбор данных о технических характеристиках дорог.

Назначение ремонтных мероприятий с применением системы управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог.

Стратегии назначения ремонтных мероприятий. Стратегия нормативных требований. Поддерживающая стратегия. Стратегия отсрочки ремонтов.

Алгоритм назначения ремонтных мероприятий.

Целью диагностики автомобильных дорог является:

- определение ТЭС АД;
- определение объемов ремонтных работ, необходимых для доведения ТЭС АД до нормативных требований.

Основными задачами диагностики являются:

- сбор и обработка исходной информации о состоянии и технических параметрах автомобильных дорог;
- обследование автомобильных дорог;
- формирование структурированной базы данных о транспортно-эксплуатационном состоянии автомобильных дорог общего пользования и дорожных сооружений;
- обоснование целесообразности ремонта автомобильных дорог;
- прогнозирование изменения состояния эксплуатационных параметров автомобильных дорог.

Результаты диагностики являются исходной базой данных для обоснования эффективного использования средств и материальных ресурсов, направляемых на ремонт и содержание дорожной сети.

Обработка и хранение материалов диагностики, технических и эксплуатационных параметров дорог осуществляется посредством организации централизованного хранения и актуализации.

Диагностика эксплуатируемых автомобильных дорог производится систематически, в соответствии с периодичностью, установленной в таблице 1. Диагностика и оценка ТЭС автомобильных дорог может включать контроль, как всего комплекса параметров автомобильной дороги, так и отдельных ее параметров.

Диагностику автомобильных дорог следует разделять на сетевую и детальную. Сетевая диагностика республиканских автомобильных дорог проводится по решению республиканского органа государственного управления. Детальная диагностика республиканских автомобильных дорог проводится по решению владельцев дорог.

Решение о проведении диагностики как сетевой, так и детальной на местных автомобильных дорогах принимается владельцами дорог.

Сетевая диагностика может проводиться как на всей обслуживаемой организацией (владельцем) сети автомобильных дорог, так и на отдельных её участках. Оценка эксплуатационных параметров автомобильных дорог при сетевой диагностике выполняется без выявления причин снижения транспортно-эксплуатационных показателей.

Таблица 1 – Периодичность проведения обследования

Наименование параметра	Республиканская автомобильная дорога	Местная автомобильная дорога
Прочность нежестких дорожных одежд	Один раз в 8 лет	После возведения, реконструкции и капитального ремонта
Продольная ровность дорожных покрытий	Ежегодно	То же
Коэффициент сцепления	Один раз в два года	«»
Дефектность дорожных покрытий	То же	По заявкам владельцев дорог
Колейность на покрытии	Ежегодно	То же
Несущая способность дорожной одежды	Ежегодно	

Детальная диагностика проводится на отдельных участках дорог с обследованием конструктивных особенностей всех необходимых элементов дороги и выявлением причин снижения транспортно-эксплуатационных показателей. Дополнительно определяют: фактическое состояние и толщины конструктивных слоев дорожной одежды, вид грунта земляного полотна, устанавливают особенности вводно-теплового режима.

Информация о состоянии автомобильных дорог может быть получена из эксплуатационной документации и непосредственно путем проведения испытаний на дороге.

Данные об эксплуатационных параметрах, которые определяются только на основании измерений, выполненных непосредственно на дороге:

- продольная ровность покрытия;
- конструкция дорожной одежды;
- прочность дорожной одежды;
- состояние покрытия по показателю дефектности;
- сцепные качества дорожного покрытия.

Учет интенсивности движения транспортных средств на республиканских автомобильных дорогах осуществляется с периодичностью не менее пяти лет по решению республиканского органа государственного управления. На автомобильных дорогах местной сети учет интенсивности

движения проводится по решению владельцев дорог с целью обоснования затрат на капитальный ремонт и реконструкцию. По результатам учета интенсивности движения устанавливаются характеристики транспортного потока и характерные участки. Результаты сетевой диагностики автомобильных дорог представляются заказчику ежегодно в конце года, если иное не предусмотрено в договоре. По результатам диагностики выявляют участки автомобильных дорог не соответствующие нормативным требованиям по их транспортно-эксплуатационному состоянию, и разрабатывают мероприятия, обеспечивающие доведение ТЭС АД до нормативного уровня или ограничению дорожного движения.

С учетом выделяемых на ремонт автомобильных дорог средств, разработка рекомендаций по ремонтным мероприятиям осуществляется по следующим этапам:

- определение полной потребности в ремонтных мероприятиях, исходя из доведения состояния дорог до нормативных требований;
- формирование перечней участков дорог, на которых рекомендуется проведение ремонтов в первую очередь, исходя из объемов выделяемых средств;
- планирование отсрочки ремонтов, с поддержанием состояния дорог содержанием.

При оценке ТЭС АД и планировании ремонтных мероприятий используются материалы ежегодных сезонных осмотров организуемых владельцами дорог и проводимых с участием представителей с представителями ГАИ и РУП «Белдорцентр».

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

Порядок выполнения диагностики автомобильных дорог

Порядок выполнения работ по диагностике предусматривает следующие этапы:

- подготовительные работы;
- проведение измерений и обследований на автомобильных дорогах;
- камеральная обработка результатов, их анализ и формирование (актуализация) базы данных;
- оценка ТЭС АД и формирование отчета с указанием видов ремонтных мероприятий;

В состав подготовительных работ входит:

- подготовка технического задания;
- предварительный анализ данных содержащихся в базе данных автомобильных дорог с учетом актуальной информации владельцев дорог;

-подготовка испытательного оборудования и средств измерения к выполнению обследования (проведение технического обслуживания и ремонтно-профилактических работ, актуализация свидетельств об аттестации (калибровке, поверке);

- формирование рабочих журналов.

В техническом задании на выполнение работ по диагностике, должно быть отражено: вид диагностики (сетевая, детальная); параметры и объем работ обследования, применяемые методы обследования, требования к содержанию отчета, сроки выполнения.

При проведении испытаний необходимо применять испытательное оборудование и средства измерений, имеющие действующие свидетельства об аттестации (калибровке, поверке).

Применяемые при диагностике методы испытаний должны соответствовать требованиям ТНПА. В случае проведения измерений другим испытательным оборудованием и средствами измерения, результаты должны приводиться к стандартизированным методам испытаний.

Проведение измерений должно осуществляться с линейной привязкой к местоположению на дороге и полосе движения, где выполнялись измерения. На дорогах 1 категории и дорогах с разделительной полосой (зоной) измерения проводятся для каждого направления отдельно. Интервалы измерения эксплуатационных параметров автомобильных дорог приведены в таблице 2.

Таблица 2– Интервалы измерения эксплуатационных параметров

Эксплуатационные параметры	Интервалы измерений эксплуатационных параметров, не более, м	
	сетевая диагностика	детальная диагностика
Ровность покрытия	100	50
Колейность на покрытии	100	10
Упругий прогиб дорожной одежды	200	50, но не менее десяти измерений на участке
Сцепление колеса автомобиля с покрытием	200	200
Дефектность дорожной одежды	100	20

Камеральная обработка результатов обследования, их анализ и формирование базы данных предусматривает:

- расчет параметров дорог по данным обследований;
- анализ результатов расчета параметров;
- внесение информации в базу данных.

Оценка состояния автомобильных дорог (дороги) и формирование отчета с указанием рекомендуемых видов ремонтных мероприятий предусматривает:

- оценка ТЭС АД по параметрам;
- определение полной потребности в ремонтно-восстановительных мероприятиях;
- определение участков дорог рекомендуемых для проведения ремонтно-восстановительных мероприятий при фактическом финансировании;
- формирование перечня автомобильных дорог по несущей способности.

Определенные по результатам диагностики, рекомендуемые ремонтные мероприятия, обеспечивающие нормативные требования, предъявляемые к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог, являются основой для разработки участков дорог, предлагаемых для проведения первоочередных ремонтов.

Тема 3.3. Аудит обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах

Аудит безопасности движения. Цель проведения и объект аудита. Внешний и внутренний аудит. Плановый и внеплановый аудит. Плановый и внеплановый аудит. Программа аудита.

Аудит безопасности дорожного движения (БДД): Проверка результатов деятельности организаций при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог на соответствие действующим требованиям нормативно-технических документов по организации и безопасности дорожного движения.

Внешний аудит - аудит, проводимый независимыми организациями, как правило, на строящихся или эксплуатируемых дорогах.

Внутренний аудит - аудит, проводимый специалистами самой организации или от ее имени для внутренних целей.

Жизненный цикл дороги - период времени, за который выполняются совокупность процессов от момента проектирования автомобильной дороги, включая строительство (возведение) и содержание, до ее утилизации (ликвидации).

Программа аудита - совокупность методов и приемов аудита, оформленная документально в установленной форме. Включает в себя перечень аудиторских процедур, применяемых в конкретной аудиторской проверке, а также их характер, сроки, объем и конкретных исполнителей. Аудит БДД рассматривается как элемент системы управления безопасностью дорожного движения для всего жизненного цикла дороги (таблица 1).

Таблица 1 - Объекты аудита БДД на различных стадиях жизненного цикла дороги

Стадия жизненного цикла дороги	Виды аудита
Проектирование	Аудит инженерного проекта (при одностадийном проектировании)
	Аудит проекта и рабочей документации (при двустадийном проектировании)
Строительство, реконструкция, капитальный ремонт	Аудит автомобильной дороги перед вводом ее в эксплуатацию
Эксплуатация	Аудит дорожных условий
	Аудит элементов обустройства дорог
	Аудит организации дорожного движения
	Аудит мест концентрации ДТП
	Специальный аудит

К объектам аудита БДД относятся:

- проектная документация на линейные объекты капитального строительства;
- характеристики дорожных условий дорог;
- элементы обустройства дорог;
- схемы и методы организации дорожного движения;
- места концентрации ДТП;
- другие специальные объекты.

В зависимости от проведения аудита БДД он может быть внешним и внутренним, по периодичности проведения - плановым и внеплановым.

Аудит БДД проводится на эксплуатируемых дорогах на основании:

- а) плана-графика проведения аудита, утвержденного вышестоящей организацией (владельцем дороги);
- б) результатов анализа ДТП, свидетельствующих об увеличении:
 - 1) числа ДТП и тяжести их последствий;
 - 2) числа ДТП, в местах совершения которых выявлены недостатки транспортно-эксплуатационного состояния УДС;
 - 3) количества мест концентрации ДТП;
- в) сомнений в достоверности информации, представленной в отчетных материалах ранее проведенных внутренних аудитов;
- г) представлений органа государственного надзора в области БДД;
- д) договора между владельцами автомобильных дорог и организациями-аудиторами.

На рисунке 1 приведены параметры геометрических элементов плана и профиля дороги, требующие оценки при проведении аудита БДД.



Рисунок 1 - Элементы плана и профиля дороги, требующие оценки при аудите БДД

Аудит при строительстве дорог

Назначение аудита при строительстве дорог состоит в определении соответствия норм по БДД, заложенных в проекте в период проведения работ, а

также наличия условий безопасного проезда автотранспортных средств на участках строительства дорог.

Проведение аудита БДД при строительстве дорог включает оценку соответствия нормативным требованиям:

- параметров геометрических элементов дороги и объездных путей;
- транспортно-эксплуатационных характеристик дорожного покрытия, обочин и разделительной полосы;
- элементов обустройства дороги;
- ТСОДД и их размещения на участках производства дорожных работ.

Аудит БДД при строительстве дорог может проходить как на определенных стадиях строительства, так и перед сдачей объекта в эксплуатацию. При этом выполняется проверка:

- соответствия элементов обустройства дороги проектной документации;
- соблюдения требований нормативно-технических документов по обустройству дороги и обеспечению БДД;
- соблюдения проектных параметров дороги, в т.ч. проезжей части, обочин, разделительной полосы, поперечных и продольных уклонов, размеров отсыпных берм;
- соответствия показателя ровности и коэффициента сцепления дорожного покрытия нормативным требованиям при вводе дороги в эксплуатацию.

Аудит эксплуатируемых дорог

Аудит БДД на эксплуатируемых дорогах проводится для решения следующих основных задач:

- установление несоответствий параметров и характеристик эксплуатационного состояния покрытия проезжей части, обочин, разделительных полос, тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек нормативным требованиям;
- установление несоответствий элементов обустройства дороги нормативным требованиям;
- выявление недостатков транспортно-эксплуатационного состояния дороги;
- определение причин и факторов аварийности в местах концентрации ДТП и на дороге в целом;
- выявление аварийно-опасных участков дороги;
- установление мероприятий по ликвидации мест концентрации ДТП;
- установление видов дорожных работ необходимых для приведения эксплуатационного состояния дороги в соответствие требованиям безопасности дорожного движения;
- оценка эффективности предлагаемых мероприятий по повышению БДД (аудит эффективности);
- выявление недостатков в деятельности дорожных организаций, осуществляющих содержание дорог, по обеспечению требований безопасности дорожного движения.

На эксплуатируемых дорогах к объектам аудита БДД относятся (рисунок 2):

- дорожные условия;
- элементы обустройства дорог (ТСОДД, стационарное электрическое освещение, остановочные пункты маршрутных транспортных средств, пешеходные переходы, противоослепляющие экраны, тротуары, пешеходные и велосипедные дорожки, полосы шумовые, площадки для аварийной остановки автомобилей, площадки для стоянки и остановки транспортных средств, площадки отдыха и парковки, съезды (подъезды) к АЗС, СТО, пунктам торговли и питания, снегозащитные устройства и насаждения);
- места концентрации ДТП;
- организация дорожного движения;
- отдельные характерные элементы (участки) дороги (участки в пределах населенных пунктов, пересечения и примыкания автомобильных дорог, железнодорожные переезды, спуски (подъемы), кривые в плане малого радиуса, участки с ограниченной видимостью и др.).



Рисунок 2 - Виды аудита БДД на эксплуатируемых дорогах и их объекты проверки

В рамках аудита БДД на эксплуатируемой дороге проводится анализ сведений о ДТП с целью:

- оценки общего состояния аварийности и тенденций ее изменения;
- выявления особенностей формирования аварийности;
- установления недостатков транспортно-эксплуатационного состояния УДС в местах совершения ДТП и в местах их концентрации.

При проведении аудита БДД рекомендуется учитывать:

- общую ситуацию с аварийностью на дороге;
- общие факторы опасности для данной дороги (сети дорог);
- число мест концентрации ДТП и количество происшествий на них;
- степень опасности потенциально опасных участков;
- наличие заторовых участков дорог;
- недостатки в принятых схемах регулирования дорожного движения;
- значения показателей эксплуатационных скоростей движения и пр.

Тема 3.4. Срок службы автомобильных дорог

Надежность автомобильных дорог. Долговечность и срок службы автодорог. Методы расчета долговечности и срока службы дорожных конструкций. Работоспособность автодорог. Повышение надежности и долговечности автодорог

Срок службы дорожных одежд устанавливает период времени между капитальными ремонтами, срок службы дорожных покрытий между текущими ремонтами.

Следует различать гарантийный, расчетный и нормативный срок службы дорожных одежд и покрытий.

Гарантийный срок службы для дорожных одежд после капитального ремонта независимо от конструктивных решений и применяемых технологий согласно ТКП 035 не должен быть менее 5 лет, для дорожных покрытий при текущем ремонте согласно ТКП 088 - не менее 2 лет. В течение гарантийного срока службы, указанного в гарантийном паспорте объекта назначение ремонтных мероприятий может планироваться только с учетом выполнения работ за счет организации производившей ремонт (строительство, реконструкцию) устранения гарантийных случаев.

Расчетный срок службы дорожных одежд применяется при разработке проектов капитального ремонта (строительства, реконструкции). Расчетный срок службы дорожных одежд определяется на основании ТКП 45-3.03.19, ТКП 45-3.03-112, ТКП 45-3.03-244 и задании заказчика. Применение технологии производства работ на объекте обосновывается в проектной документации.

Расчетный срок, предусматриваемый в проектных решениях, не является основанием для назначения ремонтов по его истечении.

Обоснованием проведения капитального или текущего ремонта участка автомобильной дороги являются:

- требования к безопасной эксплуатации дорог по СТБ 1291;
- требования к эксплуатационному состоянию дорожной одежды или дорожного покрытия по ТКП 140 (уровень дефектности и прочность), не указанные в СТБ 1291;
- превышение фактического срока службы дорожной одежды или покрытия над нормативным сроком;
- материалы диагностики автомобильных дорог и сезонных осмотров.

В течение нормативного срока для дорожных одежд не планируется назначения капитального ремонта.

Нормативный срок службы усовершенствованных нежестких дорожных одежд ($T_{НДО}$) определяется по формуле (1) на основании начального (при

приемочном контроле) и конечного (по условиям безопасной эксплуатации) значений ровности покрытий с учетом ежегодного прироста неровностей для каждой категории дороги.

$$T_{\text{НДО}} = \frac{IRI_{\text{норм}} - IRI_{\text{нач}}}{\Delta IRI}, \quad (1)$$

где $IRI_{\text{норм}}$ - предельно допустимое значение ровности покрытия по условиям безопасности в соответствии с требованиями СТБ 1291, мм/м;

$IRI_{\text{нач}}$ - начальное значение ровности покрытия при сдаче дороги в эксплуатацию после капитального ремонта по ТКП 059, мм/м;

ΔIRI - установленный ежегодный прирост неровностей дорожного покрытия по ТКП 140, принимается по таблице 1, мм/м в год.

Таблица 1 - Ежегодный прирост неровностей дорожного покрытия в мм/м в год

Категория	I	II-III	IV-VI
$\Delta IRI, \text{ мм/м}$	0,14	0,18	0,21

Нормативный срок переходных и низших типов дорожных одежд определяется по таблице 6.5 ТКП 45-3.03-112. Нормативный срок службы жестких дорожных одежд рекомендуется принимать не менее 25 лет.

Нормативный срок службы для усовершенствованных типов дорожных покрытий, приведенный в таблице 2, рассчитан на основании анализа фактических сроков службы покрытий, их эксплуатационного состояния и применяемых технологий при текущем ремонте в зависимости от значения расчетной суточной интенсивности движения транспортных средств.

Таблица 2 – Нормативный срок службы дорожных покрытий

Среднегодовая суточная интенсивность движения механизированных транспортных средств (N_p), авт/сут	Срок службы дорожных покрытий при применении текущим ремонтом различных технологий $T_{\text{НДП}}$, лет							
	Тонкий слой	Выравнивающий слой с тонким слоем	Выравнивающий слой с пов. обработкой	Мембранная технология	Тонфриз	Холодная литая или эмульсионно-минеральная смесь	Поверхностная обработка	Предупреждение износа переходного и низшего типа дорожной одежды
Св.10000	3	6	3	4	3	2	2	-
Св.7000-10000	3	6	4	4	4	2	2	-
Св.5000 « 7000	4	7	4	5	4	3	3	-
Св.3000 « 5000	5	8	4	5	5	3	3	-
Св.2000 « 3000	5	8	4	5	5	3	3	-
Св.1000 « 2000	5	8	5	5	6	4	4	-
Св.700 « 1000	5	9	5	6	6	4	4	-
Св.300 « 700	6	9	6	6	6	4	4	2
До 300	6	10	6	6	6	5	4	3

Примечания:

1 Для устраиваемых верхних слоев дорожного покрытия из асфальтобетона типа А, щебеночно-мастичного асфальтобетона, асфальтобетона с полимерными добавками срок службы увеличивают на 40 %.

2 При устройстве двойной поверхностной обработки для интенсивности до 2000 авт/сут включительно срок службы увеличивается на 2 года, свыше 2000 авт/сут на 1 год.

3 Технология «Сларри Сил» отнесена к холодной литой смеси.

При расхождении величины гарантийного срока с данными приведенными в таблице 2 за нормативный срок службы покрытий следует принимать наибольшую величину. Расчетная среднегодовая суточная интенсивность движения (N_p) принимается на момент определения нормативного срока службы покрытий по формуле (2)

$$N_p = N_i \cdot q^{T_i - T_{i-1}}, \quad (2)$$

где N_i - интенсивность движения по данным последнего учета, авт./сут;

q - ежегодный прирост интенсивности движения рассчитывается по формуле (3), при расчетных значениях $q < 1$, принимается $q = 1,0$;

$$q = 1 + \frac{N_i - N_{i-1}}{(T_i - T_{i-1}) \cdot N_{i-1}}, \quad (3)$$

где N_{i-1} - расчетная интенсивность движения по данным предыдущего учета, авт./сут;

T_i – год последнего учета интенсивности движения;

T_{i-1} – год предыдущего учета интенсивности движения.

Данные по интенсивности движения транспортного потока принимаются из корпоративной базы данных, по результатам последнего её учета, по данным дорожных измерительных станций, проектной документации и другим достоверным данным. Рекомендации по применению технологий капитального и текущего ремонта, в зависимости от транспортно-эксплуатационного состояния, приведены в ТКП 140.

Тема 3.5. Формирование информационного банка дорожных данных

Структура информационных данных о состоянии дорожного хозяйства и сети автомобильных дорог. Геоинформационная система кадастра автомобильных дорог общего пользования. Данные о состоянии покрытия, о транспортных потоках, об окружающей среде, о стоимости транспортных и дорожно-эксплуатационных работах. Корпоративный банк данных параметров автомобильных дорог. Использование банка данных в системе управления дорожным хозяйством.

Ведение баз данных осуществляется на основе входной информации. Сбор входной информации включает в себя:

- отбор информации для ввода в базу данных;
- неавтоматизированные передача/прием данных (бланки, машинные носители, факсовые сообщения);
- автоматизированный перенос данных из других баз;
- регистрация, проверка входных данных на полноту, корректность;
- проверка справочников на полноту и корректность.

Источниками входной информации являются:

- постановления Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, приказы Департамента «Белавтодор»;
- решения областных исполнительных комитетов в части реализации требований [2];
- ведомости технического учета и паспортизации автомобильных дорог в соответствии с РД 0219.1.12;
- акты приемки в эксплуатацию автомобильных дорог и искусственных сооружений (очереди, пускового комплекса), законченных строительством (реконструкцией), в соответствии с ТКП 035;
- акты приемки автомобильных дорог и искусственных сооружений (очереди, пускового комплекса), законченных капитальным ремонтом в соответствии с ТКП 035;
- акты приемки автомобильных дорог и искусственных сооружений, законченных текущим ремонтом в соответствии с ТКП 088;
- данные диагностики, сезонных и специальных осмотров автомобильных дорог и сооружений;
- дислокация дорожных знаков и проект организации дорожного движения;
- данные учета и инвентаризации автомобильных дорог;
- документы государственной регистрации земельных участков;
- картографическая основа Республики Беларусь М 1:100000 Геоинформационной системы кадастра автомобильных дорог;

– другие документы и информация, образующиеся в результате деятельности предприятия (филиалов), проектных и научно-исследовательских, иных организаций.

Создание, корректировка базы данных осуществляется на основании отдельного документа или совокупности документов, в том числе предоставленных в электронном виде, содержащих достоверные сведения об автомобильных дорогах и сооружениях по форме и в объеме, достаточном для ввода в базу данных, могут быть представлены:

– сведениями о вводе дорог после строительства, реконструкции, капитального и текущего ремонтов на основании актов приемки;

– сведениями об автодорогах и сооружениях, принятых (переданных) на баланс организаций с указанием наименования, юридического адреса организации государственного дорожного хозяйства, номера и даты решения о принятии (передаче) на баланс, границ обслуживания дорог (в том числе подрядными организациями);

– ведомостями технического учета и технической инвентаризации автомобильных дорог;

– перечнем транзитных участков дорог;

– данными для формирования Государственного реестра автомобильных дорог;

– ведомостями переездных сооружений, расположенных на автомобильных дорогах;

– данными диагностических, специальных, текущих осмотров автомобильных дорог и искусственных сооружений;

– перечнями объектов дорожного и придорожного сервиса с указанием наименования, места расположения и владельца объекта сервиса;

– другими документами.

В случае отсутствия информации о технических характеристиках существующих объектов, в виде исключения допускается заносить данные, основываясь на ведомостях технического учета и паспортизации автомобильных дорог утвержденного ранее Технического паспорта, выполненного в соответствии с РД 0219.1.12.

База данных содержит:

– наименования и номера республиканских автомобильных дорог в соответствии с [3], с указанием координат оси автомобильной дороги;

– наименования и номера местных автомобильных дорог на основании решений областных исполнительных комитетов, с указанием координат оси автомобильной дороги;

– адреса участков дорог по принадлежности предприятиям автомобильных дорог и филиалам;

– адреса участков дорог по принадлежности организациям, осуществляющим содержание автомобильной дороги;

– информацию об основных технических параметрах:

– категории автомобильной дороги;

- уровнях требования к эксплуатационному состоянию;
- интенсивности движения транспортных средств;
- типах и конструкции дорожной одежды;
- видах покрытия;
- сроках строительства, реконструкции, капитального и текущего ремон-
тов;
- местоположении мостов и путепроводов, их характеристиках, в том
числе и их координаты;
- местоположении водопропускных труб, их характеристиках, в том чис-
ле и их координаты;
- ширине и площади полосы отвода;
- геометрических параметрах плана, продольного и поперечного профи-
лей, ширины проезжей части, переходно-скоростных полос, обочин, раздели-
тельной полосы и др. и их координаты;
- элементах инженерного оборудования и обустройства автомобильных
дорог (тротуарах, пешеходных и велосипедных дорожках, дорожных знаках,
ограждениях, сигнальных столбиках и др.);
- снегозадерживающих и декоративных посадках;
- пересечениях и примыканиях;
- пересечениях с железнодорожными путями и инженерными коммуни-
кациями;
- проездам по населенным пунктам;
- технологической связи и дорожно-измерительных станциях;
- информацию об объектах дорожного и придорожного сервиса;
- данные о дорожно-транспортных происшествиях;
- данные диагностики, сезонных и специальных осмотров автомоби-
льных дорог и сооружений;
- информацию об автодорожных пунктах пропуска через Государствен-
ную границу Республики Беларусь;
- фото и видео материалы об объектах автомобильных дорог.

Тема 3.6. Планирование видов и объемов дорожных работ с учетом результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог

Планирование видов и объемов работ на основе анализа фактического состояния дорог. Планирование работ по критерию обеспеченности расчетной скорости движения, транспортного эффекта и экономической эффективности. Планирование ремонтных работ на основе «индекса соответствия». Общие принципы формирования программ ремонта и реконструкции автомобильных дорог по результатам диагностирования и оценки их состояния. Источники финансирования дорожных работ и основные принципы распределения выделяемых ассигнований. Нормы и расценки на производство дорожных работ. Оценка стоимости дорожно-ремонтных работ. Назначение видов и очередности дорожно-ремонтных работ при полной обеспеченности финансирования.

С учетом выделяемых на ремонт автомобильных дорог средств, разработка рекомендаций по ремонтным мероприятиям осуществляется по следующим этапам:

- определение полной потребности в ремонтных мероприятиях, исходя из доведения состояния дорог до нормативных требований;
- формирование перечней участков дорог, на которых рекомендуется проведение ремонтов в первую очередь, исходя из объемов выделяемых средств;
- планирование отсрочки ремонтов, с поддержанием состояния дорог содержанием.

Определение полной потребности в ремонтах, исходя из доведения состояния дорог до нормативных требований, обеспечивает соответствие состояния дорог требованиям ТНПА. Вид ремонтного мероприятия устанавливается по выявленным несоответствиям фактических значений параметров. Перечень участков с полной потребностью в ремонтах являются исходной базой для определения участков первоочередных ремонтов.

Планирование первоочередных ремонтов, исходя из выделяемых средств, выполняют по данным полной потребности в ремонтах. Планирование отсрочки ремонтов, предполагает отсрочку проведения ремонтов, с проведением работ по содержанию, направленных на устранение в первую очередь несоответствий эксплуатационных параметров по условиям обеспечения безопасности движения.

Классификация и вид работ, выполняемых при капитальном и текущем ремонтах, устанавливается по ТКП 068 и ТКП 069.

Система назначения ремонтов представлена в виде матрицы с указанием кодов ремонта, принятых из таблиц 1-3. Вид ремонтного мероприятия назначается по параметру несоответствия.

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

Таблица 1 – Матрица рекомендуемых ремонтных мероприятий

Наименование параметра несоответствия	Код ремонта с учетом параметров несоответствия				
	К _{пр}	ДП, %	IRI, м/км	h _{кол} , м	К _{сц} (h _{ср})
Коэффициент прочности (К _{пр})	3	3	2	4	3
		1	6	9	7
Дефектность покрытия (ДП), 1 уровня	-	7,8	5	10	7
			6	9	
То же, 2-3 уровня	-	3	1	4	8
		5	6	9	7
Ровность покрытия (IRI)	-	-	6	6	6
			9	9	7
Колейность на покрытии, (h _{кол})	-	-	-	10	7
				9	9
Коэффициент сцепления (К _{сц})	-	-	-	-	7
Шероховатость h _{ср}	-	-	-	-	
<i>Примечание</i> – В знаменателе указаны ремонты, назначенные как первоочередные по условиям безопасности движения					

Таблица 2 – рекомендуемые виды ремонтных мероприятий по капитальному ремонту

Код	Наименование ремонтных мероприятий по ТКП 068	Состав основных работ
1	2	3
1	Устранение неровностей с заменой нестабильных слоев покрытия методом фрезерования на всю ширину покрытия на дорогах I-IV категорий с уширением (без уширения) проезжей части	1. Фрезерование покрытия
		2. Устройство выравнивающего слоя
		3. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
2	Усиление дорожных одежд с исправлением продольных и поперечных неровностей с уширением (без уширения) проезжей части	1. Устранение дефектов покрытия
		2. Устройство выравнивающего слоя
		3. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
3	Устройство (усиление) нежестких	1. Устранение дефектов покрытия

	(жестких) дорожных покрытий с использованием существующих дорожных одежд в качестве основания с уширением (без уширения) проезжей части	2. Устройство выравнивающего слоя средней толщины 4 см 3. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия 4. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия
4	Ликвидация колеи методом частичного фрезерования на ширину полосы наката с укладкой слоя (ев) сдвигоустойчивого асфальтобетона в колее и усиление дорожной одежды с уширением (без уширения) проезжей части	1. Фрезерование колеи в полосе наката 2. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия в колее 3. Устранение дефектов покрытия 4. Устройство слоя асфальтобетонного покрытия

Таблица 3 – Рекомендуемые виды ремонтных мероприятий по текущему ремонту

Код	Наименование ремонтных мероприятий по ТКП 069	Состав основных работ
1	2	3
5	Устройство защитного слоя покрытия с фрезерованием	1. Фрезерование покрытия на глубину до 3,5 см 2. Устройство холодной литой асфальтобетонной смеси
6	Восстановление ровности верхних слоев устройством выравнивающего слоя с устройством защитного слоя покрытия	1. Устранение дефектов покрытия 2. Устройство выравнивающего слоя 3. Устройство защитного слоя - тонкослойное асфальтобетонного покрытие на дорогах I-II категорий - одиночная поверхностная обработка на дорогах III-VI категорий
7	Устранение дефектов покрытий с устройством защитных слоев, восстановление сцепных качеств покрытия	1. Устранение дефектов покрытия 2. Устройство защитного слоя - холодная литая асфальтобетонная смесь на дорогах I-II категорий - одиночная (двойная) поверхностная обработка на дорогах I-VI категории
8	Устранение дефектов покрытия устройством защитного тонкослойного асфальтобетонного покрытия с предварительным фрезерованием локальных участков	1. Фрезерование покрытия 2. Устранение дефектов покрытия 3. Устройство защитного слоя толщиной 3,5 см из горячей асфальтобетонной смеси из асфальтобетонной смеси типов Б,В,Г,С
9	Ликвидация колеи более 30 мм	1. Ликвидация колеи более 30 мм - устройство в колее холодной литой смеси типа Б в 2 слоя на дорогах I-II категорий - устройство двойной поверхностной обработки в колее 2. Устройство слоя из холодной литой смеси на всю ширину

10	Ликвидация колеи до 30 мм	1. Ликвидация колеи - устройство слоя из холодной литой смеси дорогах I-II категорий в колее
		-устройство одиночной поверхностной обработки в колее
11	Устройство слоя (ев) покрытия с применением методов терморегенерации	1.Технология холодного ресайклинга - устройство двухслойного покрытия из регенерируемого материала на дорогах I-III категорий - устройство однослойного покрытия на дорогах IV-VI категорий
12	Устранение дефектов покрытия по мембранной технологии	1. Устранение дефектов покрытия
		2. Устройство защитного слоя покрытия толщиной 3,5 см по мембранной технологии

Ремонтные мероприятия, направленные на восстановление ровности покрытий, путем устройства выравнивающих слоев, назначаются при несоответствии ровности на протяженности участка длиной более 20 %. Рекомендуемая толщина выравнивающего слоя в зависимости от начальной ровности покрытия принимается по таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендуемая толщина выравнивающего слоя в зависимости от начальной ровности покрытия

Толщина выравнивающего слоя, см	Ожидаемая ровность покрытия после ремонта при средней ровности до ремонта (IRI), м/км					
	3	4	5	6	7	8
4	1,94	2,13	2,36	2,65	2,82	3,25
5	1,9	2,09	2,24	2,59	2,70	3,05
6	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,82
7	1,67	1,83	2,00	2,15	2,31	2,57
8	1,46	1,56	1,66	1,76	1,86	2,06
9	1,26	1,31	1,36	1,41	1,53	1,71
10	1,01	1,14	1,17	1,2	1,23	1,26

При разработке рекомендаций по усилению дорожной одежды и устройству конструктивных слоев необходимо учитывать требования ТКП 45-3.03-112. При разработке рекомендаций по устройству защитных слоев необходимо учитывать требования ТКП 094. Ремонтные мероприятия по результатам диагностики рекомендуется формировать по участкам протяженностью 100 м с последующим объединением соседних участков. Окончательный вид ремонта на объединенном участке устанавливается по протяженности преимущественного несоответствия. *К первоочередным капитальным ремонтам* следует относить участки дорог с ровностью превышающей более чем в полтора раза нормативную ровность по международному индексу IRI.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Перечень практических работ

Практическая работа №1. Определение календарных сроков введения ограничения движения транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования в весенний и летний периоды

Практическая работа №2. Оценка возможности проезда сверхнормативных транспортных средств по автомобильным дорогам

Практическая работа №3. Методы учета интенсивности транспортного потока

Практическая работа №4. Определение характеристик транспортного потока

Практическая работа №5. Определение, назначение и учет соблюдения нормативных межремонтных сроков службы дорожных одежд

Практическая работа №6. Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог

Практическая работа №7. Определение параметров эксплуатационного состояния автомобильных дорог в зависимости от их сроков службы

Практическая работа №8. Формирование информационного банка дорожных данных

Практическая работа №1

Определение календарных сроков введения ограничения движения транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования в весенний и летний периоды

Ограничение движения в весенний период

При установлении календарных сроков ограничения движения транспортных средств на дорогах в весенний период выполняют следующие работы:

- выбор характерных участков дорог;
- составление паспортов характерных участков дорог;
- прогнозирование календарных сроков ограничения движения по данным метеорологических наблюдений;
- определение календарных сроков ограничения движения по данным наблюдений на дорожно-измерительных станциях (далее – ДИС) и данным натурных испытаний на характерных участках дорог.

Выбор характерных участков дорог

На дорогах, расположенных в зоне дорожно-измерительных станций, выбирают характерные участки, т. е. участки, находящиеся в неблагоприятных, исходя из водно-теплового режима дорожной конструкции, условиях (выемки, низкие насыпи, земляное полотно из пылевато-глинистых грунтов, высокий уровень залегания грунтовых вод, необеспеченный водоотвод, участки с минимальной прочностью дорожной одежды и т. п.).

Характерные участки привязывают к ближайшим метеорологическим станциям Белгидрометеоцентра и дорожно-измерительным станциям Министерства транспорта и коммуникаций.

Составление паспортов характерных участков дорог

Для каждого характерного участка дороги составляют паспорт, который должен содержать следующие данные:

- адрес участка (номер и наименование автомобильной дороги, пикетное положение начала и конца участка). Протяженность участка должна быть не менее 500 м;
- состав и интенсивность движения;
- конструкцию дорожной одежды (материалы слоев, толщина, плотность и модули упругости слоев);
- грунтовый разрез земляного полотна и естественного основания (наименование грунта и толщины слоев из этих грунтов) в пределах зоны промерзания;
- плотность и влажность грунтов земляного полотна, а также положение уровня грунтовых вод перед промерзанием земляного полотна;
- коэффициенты теплопроводности слоев дорожной одежды, мерзлых грунтов земляного полотна.

Прогнозирование календарных сроков ограничения движения по данным метеорологических наблюдений

Установление необходимости введения ограничения движения

По данным метеорологических наблюдений для каждого характерного участка дороги определяют фактическую сумму градусо-суток мороза $\sum M_{\text{ф}}$ текущей зимы.

Ограничение движения в весенний период для дорог с нежесткими дорожными одеждками не вводится, если сумма градусо-суток мороза $\sum M_{\text{ф}}$ текущей зимы меньше предельного значения $\sum M_{\text{пр}}$, приведенного в таблице 1.

Таблица 1

Категория дороги	I	II	III	IV	V	VI
$\sum M_{\text{пр}}$, градусо-суток	775	603	385	241	193	131

При условии, что $\sum M_{\text{ф}} \geq \sum M_{\text{пр}}$, необходимо вводить ограничение движения и выполнять расчеты по установлению календарных сроков ограничения движения.

Определение календарных сроков ограничения движения по данным метеорологических наблюдений

В соответствии с приложениями А и Б определяют расчетом глубины оттаивания земляного полотна $h_{\text{кр}}$ и $h_{\text{стаб}}$, необходимые для определения календарных сроков введения и отмены ограничения движения.

Для определения фактической суммы градусо-суток тепла в весенний период $\sum T_{\text{ф}}$ используют метод прогнозирования на основе данных наблюдений за температурой воздуха текущей весны и, при необходимости, данные многолетних метеонаблюдений, строят графические и (или) аналитические зависимости « $\sum T - t$ », « $T_{\text{ср}} - t$ », где $\sum T$ – сумма градусо-суток тепла в весенний период после перехода температуры воздуха через 0°C ; t – время в сутках, исчисляемое с момента перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C ; $T_{\text{ср}}$ – средняя суточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

При построении аналитической зависимости « $\sum T - t$ » используют математическую модель в виде полинома второй степени ($y = ax^2 + bx + c$), зависимости « $T_{\text{ср}} - t$ » – полинома первой степени ($y = bx + d$). Математические модели систематически корректируют с учетом поступления с метеостанций новых данных о температуре воздуха.

По зависимостям « $\sum T - t$ » и « $T_{\text{ср}} - t$ » для полученных расчетом по приложениям А и Б значений $\sum T_{\text{кр}}$ и $\sum T_{\text{стаб}}$ находят время $t_{\text{кр}}$ и $t_{\text{стаб}}$, а также соответствующие средние суточные температуры воздуха $T_{\text{ср кр}}$ и $T_{\text{ср стаб}}$.

Определение календарных сроков ограничения движения по данным наблюдений на ДИС и данным натурных испытаний на характерных участках дорог

а) по данным оценки прочности дорожной одежды (по упругому прогибу)

По данным измерений упругого прогиба в соответствии с [СТБ 1566](#) определяют модули упругости дорожной одежды.

Полученные значения модулей упругости следует привести к расчетному наиболее неблагоприятному по климатическим условиям периоду по методике, изложенной в [ТКП 140](#) и [ТКП 45-3.03-112](#).

Срок начала ограничения движения устанавливают в момент, когда фактический модуль упругости, приведенный к расчетному периоду, станет меньше расчетного модуля упругости для существующего состава и интенсивности движения.

Срок отмены ограничения движения устанавливают в момент, когда фактический модуль упругости, приведенный к расчетному периоду, начнет возрастать и достигнет значения не менее 120 % от минимального, зафиксированного в период весенних наблюдений.

б) по данным измерения глубины оттаивания земляного полотна

Фактическую глубину оттаивания земляного полотна сравнивают с расчетными значениями глубины оттаивания $h_{\text{кр}}$ и $h_{\text{стаб}}$. При достижении глубины оттаивания значения $h_{\text{кр}}$ вводят ограничение движения, при достижении глубины оттаивания значения $h_{\text{стаб}}$ принимают решение об отмене ограничения движения.

в) по данным измерения влажности грунтов земляного полотна

Определяют влажность грунта земляного полотна в зоне оттаивания. Если фактическая влажность грунтов превышает расчетные значения, установленные в соответствии с [ТКП 45-3.03-112](#), вводят ограничение движения. В момент времени, когда начнется уменьшение влажности и наступит стабилизация ее значений в течение не менее 5 суток, принимают решение об отмене ограничения движения.

Методы определения модуля упругости дорожной одежды приведены в [СТБ 1566](#) и [ТКП 140](#), методы определения остальных параметров – в специальных методиках.

Примеры расчетов по установлению календарных сроков введения и отмены ограничения движения транспортных средств в весенний период приведены в приложении В.

Ограничение движения в летний период

Деформационные и прочностные свойства асфальтобетонных покрытий, содержащих органические вяжущие, существенно ухудшаются в летний период при дневной температуре воздуха, указанной ниже:

а) верхний слой покрытия:

- 1) асфальтобетон на чистом битуме – 25 °С;
- 2) асфальтобетон на модифицированном битуме – 29 °С.

При определении предельно допустимых летних температур, при которых на асфальтобетонном покрытии не будут накапливаться критические остаточные деформации, следует учитывать, что температура размягчения чистого битума – 40 °С, модифицированного битума – 50 °С.

Предельно допустимая температура воздуха $T_{кр}$, при которой необходимо вводить ограничение движения транспортных средств по автомобильным дорогам, определяется ежегодно расчетным путем с учетом протяженности дорог с асфальтобетонным покрытием на различных типах битума по формуле

$$T_{кр} = T_б + (T_{мб} - T_б) \cdot L_{мб} / L, \quad (1)$$

где $T_б$ – температура воздуха (25 °С), при которой на асфальтобетонном покрытии на чистом битуме не образуются остаточные деформации;

$T_{мб}$ – температура воздуха (29 °С), при которой на асфальтобетонном покрытии на модифицированном битуме не образуются остаточные деформации;

L и $L_{мб}$ – соответственно, общая протяженность дорог с асфальтобетонным покрытием и дорог с асфальтобетонным покрытием на модифицированном битуме.

Ограничение движения в летний период (с 23 мая по 31 августа) вводится с 11 часов 00 минут до 20 часов 00 минут включительно на автомобильных дорогах с асфальтобетонным покрытием для транспортных средств, максимально допустимая нагрузка на одиночную ось которых более 6 тонн.

Допускается по согласованию с Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь продлевать срок действия ограничений при наличии прогноза устойчивой температуры 25 °С и выше.

Приложение А
Определение календарных сроков введения ограничения движения
транспортных средств по дорогам в весенний период

Прогнозирование календарных сроков ограничения движения
по данным метеорологических наблюдений

А.1 Ограничение движения грузовых автомобилей в весенний период устанавливается в целях недопущения разрушения покрытий автомобильных дорог общего пользования вследствие переувлажнения земляного полотна и оснований дорожных одежд.

А.2 Ограничение движения вводят в момент времени, когда прогнозируемая сумма градусо-суток тепла в весенний период $\sum T_{\phi}$ станет равной или больше критического значения $\sum T_{кр}$:

$$\sum T_{\phi} \geq \sum T_{кр}. \quad (A.1)$$

$\sum T_{кр}$ определяют по формуле

$$\sum T_{кр} = bh_{кр} (h_{кр} + 2B)/(1 - t_{л}/t_{в}), \quad (A.2)$$

где $b = \rho W \delta / \lambda$,

λ – коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт/(м·К), (таблица А.1).

Таблица А.1

Плотность сухого грунта δ , кг/м ³	Влажность грун-та W , доли единицы	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К), мерзлых грунтов		
		песков	супесей	суглинков и глин
1000	0,60	-	2,04	1,92
1200	0,40	-	1,92	1,80
1400	0,35	-	1,86	1,69
	0,30	-	1,80	1,57
	0,25	2,15	1,69	1,51
	0,20	1,86	1,51	1,22
	0,15	1,63	1,28	0,99
	0,10	1,28	1,05	0,76
	0,05	0,81	0,70	0,52
1600	0,30	-	1,98	1,80
	0,25	2,73	1,92	1,69
	0,20	2,38	1,74	1,51
	0,15	2,04	1,57	1,22
	0,10	1,63	1,28	0,93
	0,05	1,10	0,87	0,64
1800	0,20	2,85	1,98	1,80
	0,15	2,62	1,80	1,57
	0,10	2,21	1,57	1,22
	0,05	1,51	0,99	0,76
2000	0,10	2,90	1,86	1,39
	0,05	2,15	-	-

ρ – скрытая теплота льдообразования, равная 80 ккал/кг;

δ – плотность сухого грунта, кг/м³;

W – влажность грунта, в долях единицы;

$t_{л}$ – температура льдообразования, равная для средних песков от минус 0,4 °С до минус 0,6 °С; легких супесей от минус 0,2 °С до минус 0,6 °С; легких пылеватых супесей от минус

0,3 °С до минус 0,5 °С; тяжелых пылеватых супесей от минус 0,9 °С до минус 1,4 °С; пылеватых глин, пылеватых суглинков от минус 1,2 °С до минус 2,0 °С;

t_v – температура воздуха, °С;

$h_{кр}$ – толщина оттаявшего слоя земляного полотна, при которой прочность дорожной одежды имеет минимальное значение, м. Величину $h_{кр}$ определяют в зависимости от толщины дорожной одежды $h_{экр}/D$ (таблица А.2);

Таблица А.2

$h_{экр}/D$	1	2	3	4	5	6	7
$h_{кр}/D$	0,4	0,6	0,9	1,0	1,5	1,8	2,1

D – расчетный диаметр отпечатка колеса автомобиля;

$h_{экр}$ – эквивалентная толщина слоев дорожной одежды, определяемая по формулам (А.3)–(А.4):

- для слоев, лежащих выше песчаного подстилающего слоя,

$$h_{экр} = H_{од} (E_{ср}/E_{п})^{1/3}, \quad (A.3)$$

где $H_{од}$ – толщина дорожной одежды из каменных материалов, см;

- для слоев, лежащих выше земляного полотна,

$$h_{экр} = H_{од} (E_{ср}/E_{п})^{1/3} + h_{п}, \quad (A.4)$$

где

$$E_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i E_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \quad (A.5)$$

n – число слоев дорожной одежды;

E_i – модуль упругости, МПа, i -го слоя дорожной одежды толщиной h_i , см;

$E_{п}$ – модуль упругости подстилающего слоя дорожной одежды, МПа, толщиной $h_{п}$, см;

$$B = 0,5(R_{п} + R_0) \lambda, \quad (A.6)$$

где λ – коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт/(м·К), (таблица А.1);

$R_{п}$ – тепловое сопротивление покрытия, м²·К/Вт, определяемое в зависимости от среднемесячной скорости ветра $v_{ветр}$, принимаемой по [СНБ 2.04.02](#). $R_{п}$ определяют по таблице А.3.

Таблица А.3

$v_{ветр}$, М/с	1	2	3	4	5	6–7	8–10
$R_{п}$, м ² ·К/Вт	0,16	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05

R_0 – тепловое сопротивление каменной части дорожной одежды, м²·К/Вт, равное

$$R_0 = \sum h_i/\lambda_i,$$

где h_i – толщины слоев, м;

λ_i – коэффициенты теплопроводности слоев, определяемые по результатам испытаний или по данным, приведенным в таблице А.4.

Таблица А.4

Материал	Плотность, кг/м ³	Коэффициенты теплопроводности, Вт/(м·К)
Цементобетон	2400	1,86
Асфальтобетон		
крупнозернистый	2400	1,16
мелкозернистый	2300	0,93
Битумоминеральная смесь	2300	0,99
Щебень		

Материал	Плотность, кг/м ³	Коэффициенты теплопроводности, Вт/ (м·К)
из гранита	1800	1,86
известняковый	1600	1,40
Гравий	1800	1,86
Песок, обработанный		
6 %–8 % цемента	2100	1,86
битумом	1850	0,81
Песок с добавкой перлита (30 % массы смеси), обработанный битумной эмульсией (10 %) совместно с цементом (4 %)	1440	0,79
Керамзитобетон	1400	0,76
Керамзитовый гравий, обработанный 10 % шлакового вяжущего	1400–1850	0,47–0,58
Аглопоритовый щебень, обработанный вязким битумом	800	0,23
Стиропорбетон	800–1100	0,21–0,23
Пенопласт из полистирола ПС-4	40–60	0,04–0,05

Приложение Б

Определение календарных сроков отмены ограничения движения транспортных средств по дорогам в весенний период

Прогнозирование календарных сроков отмены ограничения движения по данным метеорологических наблюдений

Отмена ограничения движения грузовых автомобилей в весенний период производится в момент времени, когда фактическая сумма градусо-суток тепла в весенний период $\sum T_{\phi}$ станет равной или больше значения $\sum T_{\text{стаб}}$:

$$\sum T_{\phi} \geq \sum T_{\text{стаб}}. \quad (\text{Б.1})$$

$\sum T_{\text{стаб}}$ определяют по формуле

$$\sum T_{\text{стаб}} = bh_{\text{стаб}} (h_{\text{стаб}} + 2B)/(1 - t_{\text{л}}/t_{\text{в}}), \quad (\text{Б.2})$$

где $h_{\text{стаб}}$ – толщина оттаявшего слоя земляного полотна, при которой прочность земляного полотна начинает восстанавливаться, м. Величину $h_{\text{стаб}}$ определяют по формуле

$$h_{\text{стаб}} = 0,5 (\sum M/b)^{0,5}, \quad (\text{Б.3})$$

где $\sum M$ – сумма градусо-суток мороза текущей зимы (сумма среднесуточных отрицательных температур воздуха с момента перехода среднесуточной температуры воздуха через ноль градусов), определяют по данным метеонаблюдений.

Параметры b , B , $t_{\text{л}}$, $t_{\text{в}}$ определяют по методике, изложенной в приложении А.

Приложение В Примеры расчета

Пример 1

Требуется установить необходимость введения ограничения движения в весенний период на основе данных метеорологических наблюдений за зиму. По данным метеонаблюдений и прогнозирования фактическая сумма градусо-суток мороза за текущую зиму составит $\sum M_{\phi} = 305$ градусо-суток. По таблице 1 находим, что предельные значения $\sum M_{\text{пр}}$ для дорог I, II и III категорий больше $\sum M_{\phi} = 305$ градусо-суток, следовательно, на этих дорогах можно не вводить ограничение движения в весенний период.

Ограничение движения необходимо вводить только на дорогах IV, V и VI категорий с жесткими дорожными одеждами, на которых $\sum M_{\text{пр}} < 305$ градусо-суток.

Пример 2

Требуется определить календарные сроки введения ограничения движения на проходящей в Минской области (2-й дорожно-климатический район по [ТКП 45-3.03-19](#)) дороге III категории в весенний период. На покрытии имеются поперечные трещины через 8–10 м, поперечный профиль местами искажен. Конструкция дорожной одежды приведена на рисунке В.1.



Рисунок В.1

1 Определение сроков введения ограничения движения на дороге

Определяем критическую сумму градусо-суток тепла в весенний период $\sum T_{\text{кр}}$, при достижении которой необходимо вводить ограничение движения грузовых автомобилей группы А1, по формуле (А.2)

$$\sum T_{\text{кр}} = bh_{\text{кр}}(h_{\text{кр}} + 2B)/(1 - t_{\text{л}}/t_{\text{в}}),$$

где $b = \rho W \delta / \lambda = 80 \cdot 0,195 \cdot 1400 / 1,22 = 17902$ ч·град/м²,

ρ – скрытая теплота льдообразования, равная 80 ккал/кг;

Влажность оттаивающего грунта земляного полотна (суглинка пылеватого при $W = 0,2$) по данным измерений ($W_{\text{осен}} = 16\%$; $W_{\text{зн}} = 3,5\%$) равна

$$W = W_{\text{осен}} + W_{\text{зн}} = (16 + 3,5) / 100 = 0,195$$

$\delta = 1400$ кг/м³ – плотность скелета грунта (суглинка пылеватого);

$\lambda = 1,22$ Вт/(м·К) – коэффициент теплопроводности мерзлого грунта (по таблице А.1)

Определяем параметр B по формуле (А.6)

$$B = 0,5(R_{\text{п}} + R_0) \lambda = 0,5(0,08 + 0,254)1,22 = 0,204 \text{ м},$$

где λ – коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт/(м·К), (см. таблицу А.1);

$R_{\text{п}}$ – тепловое сопротивление покрытия, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, определяемое в зависимости от среднемесячной скорости ветра $v_{\text{ветр}}$. По СНБ 2.04.02 $v_{\text{ветр}} = 3,9$ м/с, и далее по таблице А.3 находим $R_{\text{п}} = 0,08 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

R_0 – тепловое сопротивление каменной части дорожной одежды:

$$R_0 = \sum h_i / \lambda_i = 0,05/0,98 + 0,08/1,16 + 0,25/1,86 = 0,254 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт},$$

где h_i – толщины слоев, м;

λ_i – коэффициенты теплопроводности слоев, определяемые по результатам испытаний или по данным, приведенным в таблице А.4.

Определяем критическую глубину оттаивания земляного полотна $h_{\text{кр}}$. Величину $h_{\text{кр}}$ определяют в зависимости от эквивалентной толщины дорожной одежды $h_{\text{экр}}$ по формуле (А.3)

$$h_{\text{экр}} = H_{\text{од}} (E_{\text{ср}}/E_{\text{п}})^{1/3} = (5+8+25) (1105/120)^{1/3} = 38,2,096 = 80 \text{ см}.$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i E_i}{\sum_{i=1}^n h_i} = (5 \cdot 3200 + 8 \cdot 2000 + 25 \cdot 400) / (5 + 8 + 25) = 1105 \text{ МПа},$$

где n – число слоев дорожной одежды;

E_i – модуль упругости i -го слоя дорожной одежды толщиной h_i ;

$E_{\text{п}} = 120$ МПа – модуль упругости песка подстилающего слоя.

Для $h_{\text{экр}}/D = 80/33 = 2,42$ по таблице А.2 находим $h_{\text{кр}}/D = 0,7$, следовательно, $h_{\text{кр}} = 0,7 \cdot 33 = 23,1$ см.

$t_{\text{л}} = \text{минус } 1,5 \text{ }^\circ\text{С}$ – температура льдообразования для пылеватых суглинков;

$t_{\text{в}} = 5,5 \text{ }^\circ\text{С}$ – среднемесячная температура воздуха в апреле (по СНБ 2.05.02).

Вычисляем $\sum T_{\text{кр}}$ по формуле

$$\sum T_{\text{кр}} = b h_{\text{кр}} (h_{\text{кр}} + 2B) / (1 - t_{\text{л}}/t_{\text{в}}) = 17902 \cdot 0,231 \cdot (0,231 + 2 \cdot 0,204) / (1 + 1,5/5,5) = 2077,4 \text{ град} \cdot \text{час} = 86,6 \text{ градусо-суток}.$$

Таким образом, ограничение движения на дороге в весенний период необходимо вводить после того, как тепловой поток достигнет величины $\sum T_{\text{ф}} = 86,6$ градусо-суток тепла по данным метеорологических наблюдений за температурой воздуха.

Для установления конкретной даты введения ограничения движения необходимо по данным метеонаблюдений построить графическую или аналитическую зависимость « $\sum T - t$ », где $\sum T$ – сумма градусо-суток тепла в весенний период после перехода температуры воздуха через $0 \text{ }^\circ\text{С}$, t – время в сутках, исчисляемое с момента перехода температуры воздуха через $0 \text{ }^\circ\text{С}$. Для метеорологической станции «Минск» такая зависимость по данным многолетних наблюдений построена и приведена на рисунке В.2.

Этот график в аналитическом виде может быть представлен следующим уравнением

$$t = - 0,0005 \cdot (\sum T)^2 + 0,28 \cdot \sum T + 3,37. \quad (\text{В.1})$$

Находим время $t_{\text{кр}}$, по истечении которого фактический тепловой поток $\sum T_{\text{ф}}$ станет равен $\sum T_{\text{кр}} = 86,6$ градусо-суток:

$$t_{\text{кр}} = - 0,0005 \cdot (86,6)^2 + 0,28 \cdot 86,6 + 3,37 = 23,9 \text{ сут}.$$

Таким образом, ограничение движения на дороге необходимо установить через 24 сут после перехода температуры воздуха через $0 \text{ }^\circ\text{С}$.

Для определения средней месячной температуры $T_{\text{ср}}$ в момент времени $t_{\text{кр}}$ по данным наблюдений получена следующая аналитическая зависимость

$$T_{\text{ср}} = 0,3234 t + 0,1.$$

Для $t_{\text{кр}} = 23,9$ сут получим $T_{\text{ср}} = 0,3234 \cdot 23,9 + 0,1 = 7,6 \text{ }^\circ\text{С}$.

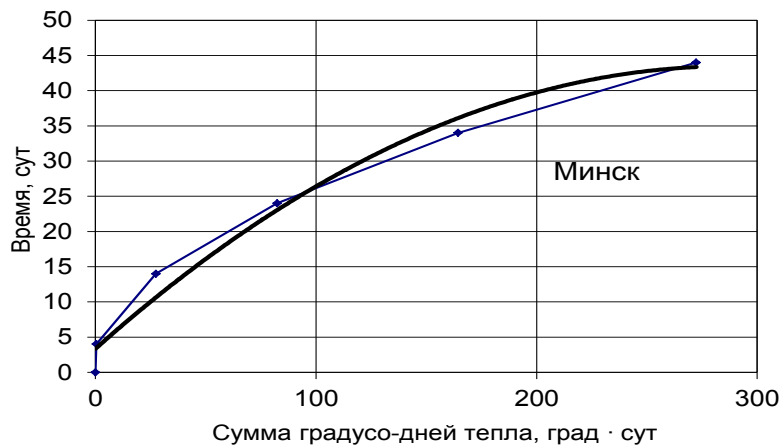


Рисунок В.2

2 Определение сроков отмены ограничения движения на дороге

В качестве критерия отмены ограничения движения транспортных средств принимаем условие (Б.1) $\sum T_{\phi} \geq \sum T_{\text{стаб}}$.

По формуле (Б.2)

$$\sum T_{\text{стаб}} = bh_{\text{стаб}} (h_{\text{стаб}} + 2B)/(1 - t_{\text{л}}/t_{\text{в}}),$$

где $b = 17902 \text{ ч}\cdot\text{град}/\text{м}^2$; $B = 0,204 \text{ м}$;

$t_{\text{л}} = \text{минус } 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура льдообразования для пылеватых суглинков;

$t_{\text{в}} = 5,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – среднемесячная температура воздуха в апреле (по СНБ 2.05.02).

По формуле (Б.3) определяем $h_{\text{стаб}}$ – толщину оттаявшего слоя земляного полотна, при которой прочность земляного полотна начинает восстанавливаться,

$$h_{\text{стаб}} = 0,5 (\sum M/b)^{0,5} = 0,5 (9888/17902)^{0,5} = 0,37 \text{ м},$$

где $\sum M_{\phi} = 412 \text{ градусо-суток} = 9888 \text{ градусо-часов}$ (по данным метеонаблюдений).

Таким образом, ограничение движения по дороге можно отменить, когда сумма градусо-суток тепла в весенний период $\sum T_{\phi}$ станет равной:

$$\begin{aligned} \sum T_{\text{стаб}} &= bh_{\text{стаб}}(h_{\text{стаб}} + 2B)/(1 - t_{\text{л}}/t_{\text{в}}) = 17902 \cdot 0,37 \cdot (0,37 + 2 \cdot 0,204)/(1 + 1,5/5,5) = \\ &= 4051 \text{ градусо-часов} = 168,8 \text{ градусо-суток}. \end{aligned}$$

Сумма градусо-суток тепла за весенний период $\sum T_{\phi} = 168,8$ будет достигнута через время $t_{\text{стаб}}$, которое можно рассчитать по формуле (В.1),

$$t_{\text{стаб}} = -0,0005 \cdot (168,8)^2 + 0,28 \cdot 168,8 + 3,37 = 36,4 \text{ сут}.$$

Таким образом, ограничение движения на дороге можно отменить через 36 сут после перехода температуры воздуха через $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Средняя месячная температура $T_{\text{ср}}$ в момент времени $t_{\text{стаб}} = 36,4 \text{ сут}$ равна

$$T_{\text{ср}} = 0,3234 \cdot 36,4 + 0,1 = 11,9 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Практическая работа 2

Оценка возможности проезда сверхнормативных транспортных средств по автомобильным дорогам

Порядок расчета прочности конструкции дорожной одежды под воздействием ТКТС

1 Возможность разового проезда ТКТС по автомобильной дороге следует оценивать по результатам расчета конструкции дорожной одежды на прочность с учетом воздействия транспортной нагрузки ТКТС по трем критериям: сопротивление упругому прогибу всей конструкции; сопротивление сдвигу в грунтах и слоях из слабосвязных материалов; сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев.

2 Дорожные одежды с покрытиями переходного типа следует рассчитывать только по двум критериям: сопротивление упругому прогибу всей конструкции; сопротивление сдвигу в грунтах и слоях из слабосвязных материалов.

3 Расчет конструкции дорожной одежды на прочность производят при среднесуточной температуре воздуха не ниже 0°C в течение пяти суток.

4 Разовый проезд ТКТС возможен с заявленными характеристиками транспортного средства при условии, что дорожная одежда, рассчитанная по критериям прочности с учетом коэффициента надежности, удовлетворяет требованиям [ТКП 45-3.03-112](#) (таблицы 6.2-6.4) и имеет коэффициент надежности:

- не менее 0,95 для капитальных дорожных одежд дорог I-II категорий;
- не менее 0,90 для капитальных дорожных одежд дорог III-IV категорий;
- не менее 0,80 для облегченных дорожных одежд дорог III-V категорий;
- не менее 0,75 для дорожных одежд переходного и низшего типов дорог IV-VI категорий.

5 В других случаях необходима корректировка технических характеристик транспортного средства или замена транспортного средства и (или) прицепа.

6 При соответствующем технико-экономическом обосновании возможно сохранение характеристик транспортного средства при условии проведения мероприятий по усилению конструкции дорожной одежды согласно [ТКП 45-3.03-112](#) (9.2; 9.3).

7 В летний период при температуре воздуха выше 25 °С пропуск ТКТС запрещен.

8 На основании результатов расчета конструкций дорожной одежды оформляется техническое заключение о возможности и режиме пропуска ТКТС по автомобильным дорогам.

Порядок и правила пропуска ТКТС по автомобильным дорогам изложены в [ТКП 317](#).

Определение возможности пропуска ТКТС по критерию допустимого упругого прогиба

1 Пропуск ТКТС по критерию допустимого упругого прогиба возможен при выполнении следующего условия

$$K_{\text{пр}}^{\text{тр}} \leq \frac{Q_{\text{э}}^{\text{макс}}}{Q_{\text{расч}}^{\text{доп}}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – требуемый коэффициент прочности;

$Q_{\text{э}}^{\text{макс}}$ – эквивалентная максимальная нагрузка транспортного средства, кН;

$Q_{\text{расч}}^{\text{доп}}$ – допустимая расчетная нагрузка на дорожную одежду на момент проезда ТКТС, кН.

Определение допустимой расчетной нагрузки на дорожную одежду

1 Конструкция дорожной одежды, расчетная нагрузка на ось, проектный модуль упругости определяются на основании данных паспорта автомобильной дороги (дорог).

2 В случае отсутствия данных о конструкции дорожной одежды проводят полевые исследования для определения вида материалов конструктивных слоев и их толщины, а также измерение фактического упругого прогиба. Количество измерений упругого прогиба должно быть не менее 10 на каждом участке, для которого выполняют расчет конструкции дорожной одежды.

3 Для расчета принимают участок автомобильной дороги по пути следования ТКТС, который имеет минимальную категорию, проходящий по 3 или 2 типу местности по характеру увлажнения, устроенный в выемке или насыпи глубиной (высотой) до 1,5 м.

4 По результатам полевых исследований определяют толщину конструктивных слоев дорожной одежды и производят расчет проектного модуля упругости конструкции дорожной одежды по [ТКП 45-3.03-112](#) в соответствии с расчетной нагрузкой на ось.

5 За расчетную нагрузку на ось для дорог I-II категории принимают 11,5 тс, для дорог III категории и ниже – 10 тс.

6 Расчет допустимого упругого прогиба $l_{\text{доп}}$, м, производится с учетом проектного модуля упругости, определенного по 5.2.1 или 5.2.4, по формуле

$$l_{\text{доп}} = \frac{G \cdot p \cdot D (1 - \mu^2)}{E_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

где G – коэффициент, учитывающий характер передачи нагрузки на покрытие; при испытаниях жестким штампом следует принимать равным 0,785, а при испытаниях с помощью гибкого штампа – 0,6;

p – удельное давление в шинах по [ТКП 45-3.03-112](#), МПа;

D – диаметр круга, эквивалентный отпечатку колеса по [ТКП 45-3.03-112](#), м;

μ – коэффициент Пуассона; для асфальтобетона следует принимать 0,3, а для несвязанных каменных материалов – 0,25;

$E_{\text{пр}}$ – проектное значение модуля упругости, МПа.

7 Для определения фактического модуля упругости на поверхности конструкции дорожной одежды на момент пропуска ТКТС проводят испытания методом статического нагружения под колесом расчетного автомобиля или методом динамического нагружения по

8 Расчет фактического модуля упругости $E_{\text{факт}}$, МПа, осуществляют по формуле

$$E_{\text{факт}} = \frac{G \cdot p \cdot D (1 - \mu^2)}{l}, \quad (3)$$

где l – фактический упругий прогиб, м.

9 Допустимую расчетную нагрузку $Q_{\text{доп}}^{\text{расч}}$, кН, на момент транспортировки ТКТС определяют по формуле

$$Q_{\text{доп}}^{\text{расч}} = \frac{E_{\text{факт}} \cdot \pi \cdot l_{\text{доп}} \cdot D}{4 \times G (1 - \mu^2)} \cdot K_{\text{дин}} \cdot 1000, \quad (4)$$

где $K_{\text{дин}}$ – коэффициент динамичности; $K_{\text{дин}}=1,3$.

Определение эквивалентной максимальной нагрузки транспортного средства на наиболее нагруженную ось

1 Максимальную нагрузку на одиночную ось транспортного средства определяют на основании представленного заявления на получение специального разрешения на проезд ТКТС по автомобильным дорогам и искусственным сооружениям.

2 Рассчитывают нагрузку на одиночное колесо Q_k , кН, наиболее загруженной оси транспортного средства по формуле

$$Q_k = Q_{\text{ось}} / n, \quad (5)$$

где $Q_{\text{ось}}$ – максимальная нагрузка на одиночную ось транспортного средства, кН;

n – количество колес на оси.

3 Диаметр круга, равновеликий отпечатку движущегося колеса, D_k , см, определяют по формуле

$$D_k = \sqrt{\frac{40 \cdot Q_k \cdot K_{\text{дин}}}{\pi \cdot P_{\text{ш}}}}, \quad (6)$$

где $P_{\text{ш}}$ – давление в шинах, МПа; для ТКТС, у которых величина давления в шинах не указана в заявлении на получение специального разрешения на проезд, принимают равным 0,8 МПа.

4 Производят расчет максимальной эквивалентной нагрузки на ось $Q_9^{\text{макс}}$, кН, по формуле

$$Q_9^{\text{макс}} = Q_k \cdot K_{\text{дин}} (1 + \sum g^+ + \sum g^- + \sum q_o), \quad (7)$$

где Q_k – нагрузка на рассматриваемое колесо транспортного средства, кН;

$\sum g$ – сумма коэффициентов, характеризующих влияние колес впереди (g^+) и позади (g^-) идущих осей на напряженно-деформированное состояние дорожной одежды под рассматриваемой осью транспортного средства, определяемых по номограммам, приведенным на рисунках А.1 и Б.1 [приложений А](#) и [Б](#);

$\sum q_o$ – сумма коэффициентов, характеризующих влияние других колес на оси на напряженно-деформированное состояние дорожной одежды под рассматриваемым колесом, определяемых по номограмме, приведенной на рисунке В.1 [приложения В](#).

5 Коэффициенты влияния рядом расположенных колес на напряженно-деформированное состояние дорожной одежды определяются по номограммам в зависимости от соотношения

$$\frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{гр}}}$$

где $E_{\text{ср}}$ – средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды, МПа, определяемый по формуле

$$E_{\text{ср}} = \frac{\sum E_i h_i}{\sum h_i}, \quad (8)$$

E_i – модуль упругости i -го слоя дорожной одежды, МПа;

h_i – толщина i -го слоя дорожной одежды, м;

$E_{\text{гр}}$ – модуль упругости грунта земляного полотна, определяемый по [ТКП 45-3.03-112](#).

6 По формуле (1) определяют выполнение условия, необходимого для пропуска ТКТС по критерию допустимого упругого прогиба.

Определение возможности пропуска ТКТС по критерию сопротивления слоев из монолитных материалов усталостному разрушению при растяжении при изгибе

1 Пропуск ТКТС по критерию сопротивления слоев из монолитных материалов усталостному разрушению при растяжении при изгибе возможен при выполнении следующего условия

$$K_{\text{пр}}^{\text{тр}} \leq \frac{R_{\text{доп}}}{\sigma_r}, \quad (9)$$

где $K_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – требуемый коэффициент прочности;

$R_{\text{доп}}$ – предельно допустимое растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона, кН;

σ_r – полное растягивающее напряжение при изгибе дорожной одежды на момент проезда ТКТС, кН.

2 Напряжение, возникающее в асфальтобетонном слое от фактической нагрузки, рассчитывается по формуле

$$\sigma_r = \bar{\sigma} \cdot p \cdot K_{\sigma}, \quad (10)$$

где p – удельное давление, передающееся на покрытие от колеса ТКТС, МПа, определяемое по формуле

$$p = 1,1 P_{\text{ш}}, \quad (11)$$

где $P_{\text{ш}}$ – давление в шинах, МПа; для ТКТС, у которых величина давления в шинах не указана в заявлении на получение специального разрешения на проезд, принимается равной 0,8 МПа;

K_{σ} – коэффициент, принимаемый для односкатного колеса равным 1,0; для двухскатного – 0,85.

3 Допустимое напряжение $R_{\text{доп}}$, МПа, рассчитывают по формуле

$$R_{\text{доп}} = R_w \cdot (1 - 0,1 \cdot t) \cdot K_m \cdot K_{\text{кн}} \cdot K_T, \quad (12)$$

где R_w – прочность асфальтобетона на растяжение при изгибе с учетом повторности действия напряжений; принимается по [ТКП 45-3.03-112](#) (приложение Б);

t – коэффициент нормированного отклонения; принимается по [ТКП 45-3.03-112](#) (таблица 6.13);

K_m – коэффициент учета снижения прочности асфальтобетона во времени от действия природно-климатических факторов; принимается по [ТКП 45-3.03-112](#) (таблица 6.14);

$K_{\text{кн}}$ – коэффициент учета кратковременности и повторности нагружения на дорогу, принимается по таблице 1 в зависимости от категории дороги;

K_T – коэффициент учета снижения прочности асфальтобетона в конструкции в результате температурных воздействий, принимаемый по [ТКП 45-3.03-112](#) (таблица 6.14).

Таблица 1

Категория дороги	I-II	III	IV	V
$K_{\text{кн}}$	0,27	0,35	0,45	0,51

Определение возможности пропуска ТКТС по критерию сопротивления сдвигу в грунтах и слоях из неукрепленных материалов

1 При воздействии ТКТС необходимо, чтобы в грунте земляного полотна и неукрепленных материалах дорожной одежды не возникали деформации сдвига. Пропуск ТКТС по критерию сопротивления сдвигу в грунтах и в неукрепленных материалах возможен при соблюдении условия

$$K_{\text{пр}} \leq T_{\text{пр}} / T_a, \quad (13)$$

где $K_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – требуемый коэффициент прочности;

$T_{\text{пр}}$ – допускаемое напряжение сдвига, обусловленное сцеплением в грунте, МПа;

$T_{\text{а}}$ – активное напряжение сдвига в грунте от действующей нагрузки, МПа.

2 Предельное активное напряжение сдвига $T_{\text{пр}}$, МПа, возникающее в грунте рабочего слоя, определяют по формуле

$$T_{\text{пр}} = C \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (14)$$

где C – сцепление в грунте земляного полотна (или в песчаном слое), МПа;

K_1 – коэффициент учета особенностей работы рассчитываемого слоя (грунта) на границе с вышележащим слоем дорожной одежды, принимаемый по [ТКП 45-3.03-112](#) (таблица 6.12);

K_2 – коэффициент запаса на неоднородность условий работы дорожной одежды, определяемый по графику, представленному в [ТКП 45-3.03-112](#) (рисунок 6.3).

3 Расчетное активное напряжение $T_{\text{а}}$, МПа, возникающее в грунте или в неукрепленных материалах, определяют по формуле

$$T_{\text{а}} = \bar{\tau}_{\text{а}} \cdot \rho + \tau_{\text{в}}, \quad (15)$$

где $\bar{\tau}_{\text{а}}$ – активное напряжение сдвига от действия единичного нагружения, определяемое по номограммам в [ТКП 45-3.03-112](#) (на рисунках 6.4 и 6.5), МПа. По номограммам в отношении h/D принимают $D = D_{\text{к}}$, где $D_{\text{к}}$ – диаметр круга, равновеликий отпечатку движущегося колеса, см;

$\tau_{\text{в}}$ – активное напряжение сдвига от собственного веса дорожной одежды, определяемое по номограмме в [ТКП 45-3.03-112](#) (рисунок 6.6), МПа.

Приложение А
(обязательное)

Номограмма для определения коэффициента влияния осей g^+ (впереди идущих осей)

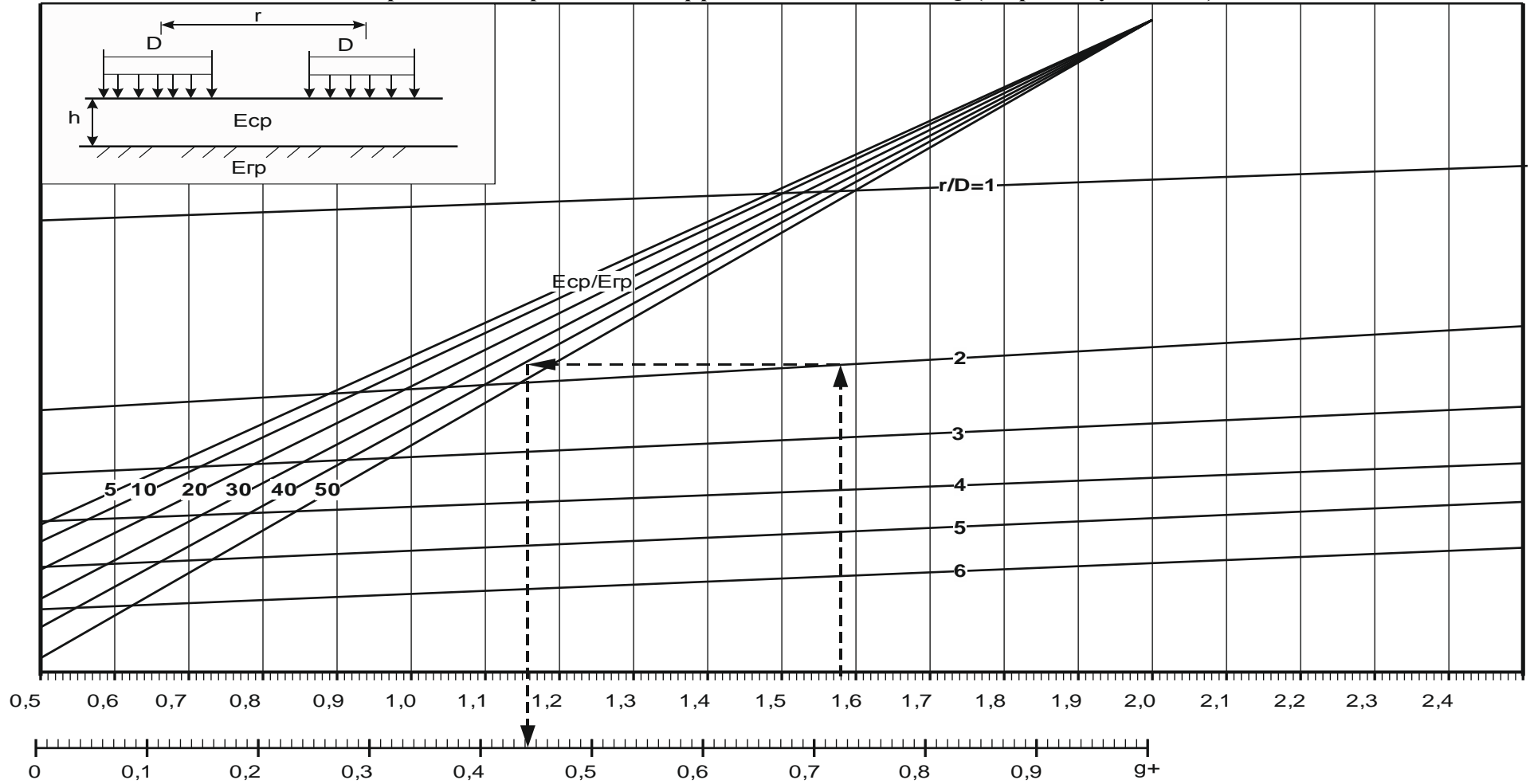


Рисунок А.1

Приложение Б
(обязательное)

Номограмма для определения коэффициента влияния осей g^- (позади идущих осей)

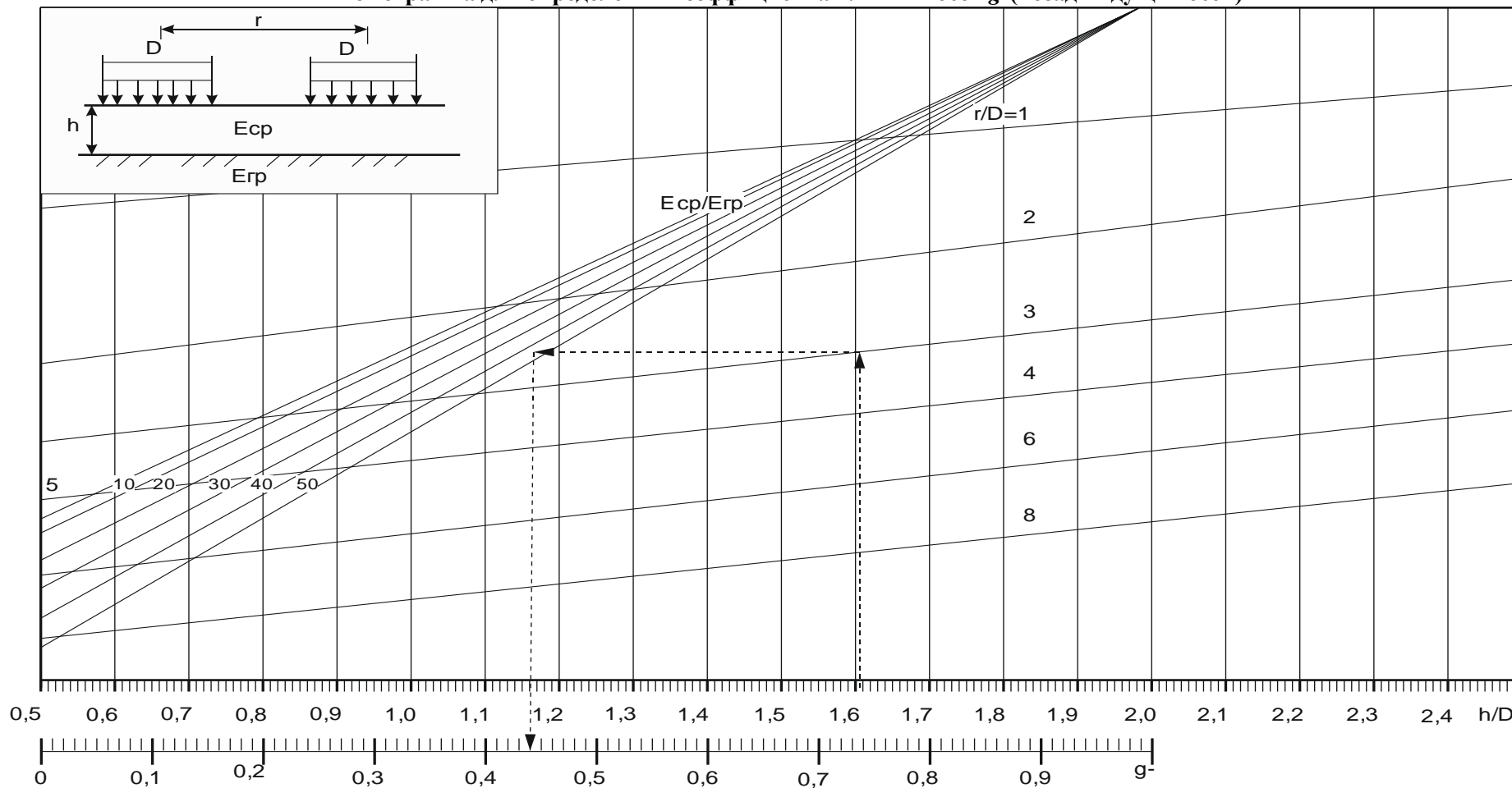


Рисунок Б.1

Приложение В
(обязательное)

Номограмма для определения коэффициентов влияния колес в поперечном направлении q_0

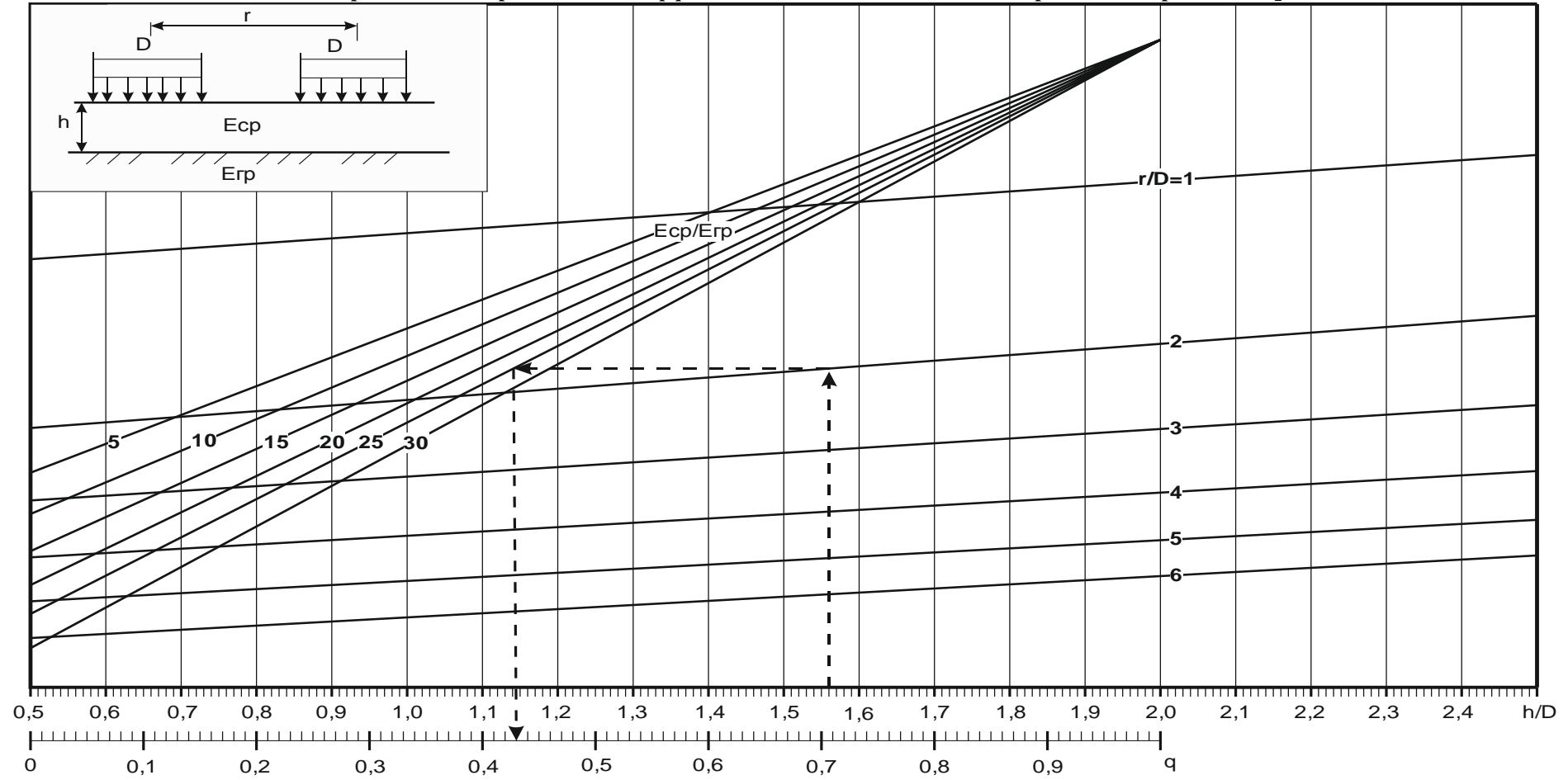


Рисунок В.1

Практическая работа №3

Методы учета интенсивности транспортного потока

Учет интенсивности движения транспортного потока на автомобильных дорогах предназначен для получения и накопления информации об общем количестве транспортных средств и составе транспортного потока, проходящих в единицу времени через поперечное сечение дороги в каждом из разрешенных направлений движения.

Учет интенсивности движения проводится двумя методами: автоматизировано или визуально. По продолжительности учет интенсивности движения подразделяется на долговременный и кратковременный.

Долговременный учет интенсивности движения выполняется на стационарных пунктах учета интенсивности движения с применением средств автоматизации. Данные долговременного учета интенсивности движения используются для определения коэффициентов, применяемых при расчете среднегодовой суточной интенсивности по результатам кратковременного учета.

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

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

Для определения интенсивности движения дорожная сеть разбивается на перегоны и подходы к населенным пунктам. Границей перегона или подхода может быть пересечение (примыкание) с другой дорогой, населенный пункт и другие места, где состав и интенсивность движения изменяются более чем на 15 %. На каждом перегоне или подходе определяется место дислокации пункта учета таким образом, чтобы для транспортного потока не было объездных путей. Формируется реестр пунктов учета интенсивности движения, который должен содержать:

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

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

При любом методе учета интенсивности движения данные должны содержать информацию, краткую не более 1 ч. При пятилетнем цикле кратковременный учет интенсивности движения должен проводиться один раз в квартал. При интенсивности движения менее 1000 транспортных средств в сутки допускается проводить учет интенсивности движения один раз в полугодие.

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

Группы транспортных средств, подлежащих учету, приведены в таблицах 1.1 и 1.2 .

Категории транспортных средств, подлежащих учету:

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

Категория В – пассажирские и грузовые транспортные средства малой грузоподъемности (автомобили, включая грузо-пассажирские автофургоны, с количеством мест для сидения не более девяти, включая место водителя, и легкие автофургоны, допустимая максимальная масса которых не превышает 3,5 т). Пассажирские и грузовые транспортные средства малой грузо-

подъемности учитываются независимо от наличия или отсутствия прицепов, включая жилые прицепы и транспортные средства для отдыха.

Категория С – грузовые дорожные транспортные средства (грузовые автомобили, допустимая максимальная масса которых превышает 3,5 т; грузовые автомобили с одним или несколькими прицепами; тягачи с полуприцепами и одним или несколькими прицепами; тягачи без прицепов и полуприцепов) и специализированные транспортные средства (сельскохозяйственные трактора, специализированные транспортные средства, такие как самоходные дорожные катки, бульдозеры, автокраны, автоцистерны армейского образца и другие дорожные механические транспортные средства, не указанные в других пунктах).

Категория D – городские автобусы, автобусы дальнего следования и троллейбусы. Легкие механические транспортные средства – транспортные средства, относящиеся к категориям А и В. Тяжелые механические транспортные средства – транспортные средства, относящиеся к категориям С и D.

По данным учета интенсивности движения рассчитывают характеристики транспортного потока.

Таблица 1.1

Группа транспортного средства	Тип транспортного средства
1	Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него
2	Двухосные грузовые автомобили
3	Трехосные грузовые автомобили
4	Четырехосные грузовые автомобили
5	Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)
6	Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)
7	Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)
8	Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)
9	Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)
10	Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)
11	Шестиосные седельные автопоезда
12	Автомобили с семью и более осями и другие
13	Автобусы

Таблица 1.2

Группа транспортного средства	Тип транспортного средства
1	Мотоциклы
2	Легковые автомобили и небольшие грузовики (фургоны)
3	Легковые автомобили с прицепом
4	Грузовики, небольшие тяжелые грузовики, малые автобусы
5	Автопоезда (тягач с прицепом или полуприцепом)
6	Автобусы

В качестве поверочного метода для оборудования применяют метод визуального учета интенсивности движения. Поверку оборудования выполняют путем сопоставления с информацией

визуального учета интенсивности движения не реже одного раза в год, а также каждый раз после проведения профилактических и/или ремонтных работ с оборудованием.

Приборы учета интенсивности движения должны соответствовать требованиям нормативных документов.

Детекторы транспортных средств, определяющие интенсивность и состав движения

Магнитно-индуктивные детекторы (петлевые) – основаны на измерении изменения параметров электромагнитных колебаний, генерируемых в индуктивных детекторах, расположенных в покрытии автомобильной дороги.

Радиолокационные (СВЧ) детекторы – основаны на эффекте Доплера и состоят из излучателя и приемника высокочастотного излучения в диапазоне $(2,5 - 9,5) \cdot 10^9$ Гц. Параметры отраженного от покрытия дороги сигнала, улавливаемые приемником, изменяются при проезде транспортного средства в зоне действия детектора, чувствительны к изменению погодноклиматических условий.

Ультразвуковые детекторы – основаны на эффекте Доплера и состоят из излучателя и приемника ультразвукового излучения в диапазоне $(2 - 3) \cdot 10^4$ Гц. Ультразвуковые детекторы являются всепогодными.

Инфракрасные детекторы – делятся на активные и пассивные.

Активные основаны на регистрации изменения интенсивности инфракрасного излучения, возникающего при движении транспортного средства, и состоят из излучателя с частотой $(2 - 3) \cdot 10^{12}$ Гц и приемника излучения.

Пассивные детекторы не имеют излучателя и реагируют на появление транспортного средства.

Магнитные детекторы – основаны на воздействии магнитного поля Земли и реагируют на его изменение при проезде транспортного средства. Делятся на активные (магнитометры) и пассивные (феррозонды).

Пневматические детекторы – основаны на определении изменения давления при проезде транспортного средства. Возникающий при этом импульс воздушного давления распространяется вдоль трубки и воздействует на преобразователь электрических сигналов.

Тензодетекторы – основу составляет упругий элемент, изготавливаемый, как правило, из стали или алюминия с наклеенными на них тензорезисторами. Тензорезисторы преобразуют деформацию упругого элемента, вызванную прилагаемым усилием от транспортного средства в изменение выходного сопротивления мостовой схемы включения резисторов. Силовой модуль располагается в покрытии автомобильной дороги. Тензодетекторы позволяют определять число осей транспортного средства и нагрузки на его оси.

Видеодетекторы – на основе фиксации видеоизображения транспортного средства и последующего преобразования его в электрический сигнал, анализируемый с помощью специального программного обеспечения.

Порядок расчета характеристик интенсивности

Среднегодовую суточную интенсивность движения для каждой i -й группы транспортных средств $N_{CC(i)}$, шт./сут, по результатам кратковременного учета рассчитывают по формуле:

$$N_{CC(i)} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m N_j \cdot K_{Сч} \cdot K_{Сд} \cdot K_{См}, \quad (1.1)$$

где N_j – количество транспортных средств в группе;

m – количество выполненных учетов интенсивности движения;

$K_{Сч}$ – коэффициент часа;

$K_{Сд}$ – коэффициент дня недели;

$K_{См}$ – коэффициент месяца.

Значения коэффициентов приведены в таблицах 1.3-1.6.

Общую среднегодовую суточную интенсивность движения N_{CC} , шт./сут, определяют по формуле:

$$N_{CC} = \sum_1^k N_{CC(i)}, \quad (1.2)$$

где k – количество групп/категорий транспортных средств;

$N_{CC(i)}$ – среднегодовая суточная интенсивность движения транспортного потока каждой /категории, шт./сут.

Среднегодовую суточную интенсивность движения N_{CC} , шт./сут, при долговременном учете рассчитывают по формуле:

$$N_{CC} = \frac{\sum_1^d N}{d}, \quad (1.3)$$

где ΣN – суммарное количество транспортных средств за время учета;

d – количество дней учета интенсивности движения.

Таблица 1.3 – Коэффициенты месяца K_{CM}

Месяц	Коэффициент месяца K_{CM} в зависимости от условий расположения автомобильной дороги	
	Перегоны	Подходы к населенным пунктам
Январь	1,37	1,37
Февраль	1,32	1,39
Март	1,11	1,17
Апрель	0,95	0,95
Май	0,91	0,83
Июнь	0,86	0,78
Июль	0,79	0,75
Август	0,78	0,77
Сентябрь	0,87	0,83
Октябрь	0,92	0,89
Ноябрь	1,01	1,01
Декабрь	1,11	1,16

Таблица 1.4. – Коэффициенты дня недели K_{CD}

Дни недели	Коэффициент дня K_{CD} недели в зависимости от условий расположения автомобильной дороги	
	Перегоны	Подходы к населенным пунктам
Понедельник	1,15	1,15
Вторник	1,00	1,06
Среда	1,00	1,05
Четверг	0,92	1,02
Пятница	0,83	0,86
Суббота	1,02	0,92
Воскресенье	1,11	0,93

Для расчета коэффициентов перехода к среднегодовой суточной интенсивности движения используют данные стационарных пунктов учета. Общее количество дней учета должно быть

не менее 84, по каждому дню недели за каждый месяц года.

Наибольшую часовую интенсивность движения, повторяющуюся в течение не менее 50 ч в год $N_{50 \max}$, шт./ч, рассчитывают по формуле

$$N_{50 \max} = \frac{N_{CC}}{K_{Cч \max} \cdot K_{CD \min} \cdot K_{CM \min}}, \quad (1.4)$$

где

- N_{CC} – среднегодовая суточная интенсивность движения транспортного потока, шт./сут;
 $K_{Cч \max}$ – наибольшее значение коэффициента часа, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности движения рекомендуется принимать по таблицам К.3, К.4 (приложение К);
 $K_{CD \min}$ – наименьшее значение коэффициента дня недели, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности движения рекомендуется принимать по таблице К.2 (приложение К);
 $K_{CM \min}$ – наименьшее значение коэффициента месяца, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности движения следует принимать по таблице К.1 (приложение К).

Максимальную часовую интенсивность движения за год $N_{ч \max}$, шт./ч, рассчитывают по формуле:

$$N_{ч \max} = \frac{N_{CC}}{K_{Cч \max} \cdot K_{CD \min} \cdot K_{CM \min}}, \quad (1.5)$$

- где $K_{Cч \min}$ – коэффициент часа, принимается как минимальное значение из таблиц К.3, К.4 (приложение К) при продолжительности учета 1 ч.

Максимальную суточную интенсивность движения $N_{сут \max}$, шт./сут, рассчитывают по формуле:

$$N_{сут \max} = \frac{N_{CC}}{K_{CD \min} \cdot K_{CM \min}}, \quad (1.6)$$

- где $K_{CD \min}$ – наименьшее значение коэффициент дня, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности рекомендуется принимать по таблице К.2 (приложение К);
 $K_{CM \min}$ – наименьшее значение коэффициента месяца, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности следует принимать по таблице К.1 (приложение К);
 N_{CC} – среднегодовая суточная интенсивность движения транспортного потока, шт./сут.

Среднегодовую суточную интенсивность движения, приведенную к легковому автомобилю, рассчитывают как сумму произведений среднегодовой суточной интенсивности движения каждого типа транспортных средств на коэффициент приведения к легковому автомобилю.

Коэффициенты приведения к легковому автомобилю следует принимать по таблице 1.7.

Таблица 1.5. – Коэффициенты часа $K_{Cч}$ для подходов к населенным пунктам

Время начала проведения учета интенсивности движения, ч	Коэффициент часа $K_{Cч}$ для перехода к среднегодовой суточной интенсивности движения при продолжительности учета движения/при продолжительности учета движения, ч											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8,00	17,03	8,37	5,67	3,23	3,31	2,85	2,33	2,12	1,86	1,65	1,50	1,37
9,00	16,90	8,51	5,63	3,27	3,32	2,83	2,32	2,09	1,82	1,63	1,39	
10,00	17,19	8,38	5,72	3,30	3,30	2,82	2,39	2,03	1,81	1,63		

Время начала проведения учета интенсивности движения, ч	Коэффициент часа $K_{Сч}$ для перехода к среднегодовой суточной интенсивности движения при продолжительности учета движения/при продолжительности учета движения, ч											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11,00	16,75	8,59	5,73	3,25	3,38	2,78	2,32	2,03	1,80			
12,00	17,06	8,73	5,69	3,23	3,33	2,70	2,31	2,02				
13,00	16,81	8,30	5,58	3,10	3,18	2,65	2,29					
14,00	16,13	8,25	5,38	3,90	3,13	2,65						
15,00	15,90	8,03	5,13	3,88	3,16							
16,00	15,53	7,33	5,07	3,91								
17,00	12,27	7,53	5,23	3,27								

Таблица 1.6. – Коэффициенты часа $K_{Сч}$ для участков дорог за пределами подходов к населенным пунктам

Время начала проведения учета интенсивности движения, ч	Коэффициент часа $K_{Сч}$ для перехода к среднегодовой суточной интенсивности движения при продолжительности учета движения/при продолжительности учета движения, ч											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8,00	17,68	8,25	5,30	3,33	3,23	2,69	2,29	1,97	1,71	1,51	1,37	1,27
9,00	15,63	7,83	5,25	3,98	3,19	2,63	2,22	1,90	1,65	1,38	1,36	
10,00	15,76	7,92	5,35	3,00	3,18	2,59	2,17	1,85	1,63	1,50		
11,00	15,92	8,10	5,37	3,99	3,10	2,51	2,09	1,83	1,66			
12,00	16,01	8,09	5,33	3,86	2,98	2,31	2,07	1,85				
13,00	15,90	7,87	5,03	3,63	2,82	2,36	2,09					
14,00	15,28	7,36	3,73	3,33	2,77	2,30						
15,00	13,00	6,80	3,31	3,38	2,85							
16,00	13,22	6,33	3,36	3,57								
17,00	13,56	6,73	3,90	3,82								

Таблица 1.7. – Коэффициенты приведения к легковому автомобилю

Группа транспортного средства	Тип транспортного средства	Коэффициент приведения к легковому автомобилю
1	Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	1,0
2	Двухосные грузовые автомобили	1,5
3	Трехосные грузовые автомобили	1,8
4	Четырехосные грузовые автомобили	2,0
5	Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)	2,2
6	Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	2,7
7	Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,2
8	Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
9	Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
10	Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
11	Шестиосные седельные автопоезда	3,2
12	Автомобили с семью и более осями и другие	3,2
13	Автобусы	3,0

Практическая работа №4

Определение характеристик транспортного потока

Пропускная способность автомобильных дорог определяется плотностью транспортного потока и характеризуется количеством автомобилей на 1 км дороги или временным интервалом между автомобилями и скоростью его движения. Наибольшая пропускная способность при определенной скорости движения достигается при максимальной плотности транспортного потока. Влияние на пропускную способность дороги оказывают те дорожные условия, которые приводят к снижению скорости движения, разуплотнению транспортного потока или препятствуют его уплотнению.

Пропускная способность дороги (участка дороги) определяется пропускной способностью наиболее сложного или опасного участка. Факторами, снижающими пропускную способность полосы движения, являются: пересечения в одном уровне, сужения проезжей части, участки производства дорожных работ (ограничение скорости движения), светофорные объекты. Каждый из этих факторов учитывается коэффициентом снижения пропускной способности. Различают два вида пропускной способности:

- максимальную, наблюдаемую на эталонном участке P_{max} , прив. шт./ч;
- фактическую в конкретных дорожных условиях P , шт./ч.

Максимальная пропускная способность P_{max} устанавливается на эталонном участке при благоприятных погодных-климатических условиях и транспортном потоке, состоящем только из легковых автомобилей (таблица 1.).

Таблица 1. – Максимальная пропускная способность

Количество полос движения	P_{max} , прив. шт./ч
Две	3600 в двух направлениях
Три	4000 в двух направлениях
Четыре:	
- без разделительной полосы	2100 по одной полосе
- с разделительной полосой	2200 по одной полосе

Фактическая пропускная способность соответствует пропускной способности участков автомобильных дорог, характеризующихся пониженным показателем коэффициента сцепления и повышенным показателем ровности по сравнению с эталонным участком. Фактическую пропускную способность следует рассчитывать на наиболее грузонапряженных участках автомобильных дорог, включающих аварийно-опасные участки, пересечения в одном уровне, подъезды к обозначаемым пешеходным переходам, а также на УК ДТП.

Фактическая величина пропускной способности в конкретных дорожных условиях определяется по формуле:

$$P = \beta_1 \times \beta_2 \times \beta_3 \times \dots \times \beta_{17} \times P_{max} \quad (1)$$

где $\beta_1 \times \beta_2 \times \beta_3 \times \dots \times \beta_{17}$ – коэффициенты снижения пропускной способности, значения которых приведены в таблицах 2 – 16.

Таблица 2

Автомобильная доро- га	Ширина, м		Коэффициент β_1
	Полосы движения	проезжей части	
Многополосная	Менее 3,00 включ.	–	0,70
Многополосная	3,50	–	0,96
Многополосная	Св. 3,75	–	1,0
Двухполосная	–	Менее 6,00 включ.	$\frac{0,85}{0,54}$
Двухполосная	–	7,00	$\frac{0,90}{0,71}$
Двухполосная	–	Св. 7,50	$\frac{1,00}{0,87}$

Примечание – В знаменателе приведены значения коэффициента при наличии снежного наката на полосе движения.

Таблица 3

Ширина обочины, м	Коэффициент β_2
1,50	0,70
2,00	0,80
2,50	0,92
3,00	0,97
3,75	1,00

Таблица 4

Расстояние от кромки проез- жей части до препятствия, м	Коэффициент β_3 при ширине полосы движения, м, при наличии					
	боковых помех с одной стороны			боковых помех с обеих сторон		
	Более 3,75	От 3,00 до 3,75 включ.	Менее 3,00	Более 3,75	От 3,00 до 3,75 включ.	Менее 3,00
2,5	1,00	1,00	0,98	1,00	0,98	0,96
2,0	0,99	0,99	0,95	0,98	0,97	0,93
1,5	0,97	0,95	0,94	0,96	0,93	0,91
1,0	0,95	0,90	0,87	0,91	0,88	0,85
0,5	0,92	0,83	0,80	0,88	0,78	0,75
0,0	0,85	0,78	0,75	0,82	0,73	0,70

Таблица 5

Количество автопоездов в потоке, %	Коэффициент β_4 при числе легких и средних грузовых автомобилей, %				
	10	20	50	60	70
1	0,99	0,98	0,94	0,90	0,86
5	0,97	0,96	0,91	0,88	0,84
10	0,95	0,93	0,88	0,85	0,81
15	0,92	0,90	0,85	0,82	0,78
20	0,90	0,87	0,82	0,79	0,76
25	0,87	0,84	0,79	0,76	0,73
30	0,84	0,81	0,76	0,72	0,70

Примечание – Коэффициент β_4 на подъемах не учитывается.

Таблица 6

Расстояние видимости в плане, м	Коэффициент β_6
Менее 50 включ.	0,68
Св. 50 до 100 включ.	0,73
Св. 100 до 150 включ.	0,84
Св. 150 до 250 включ.	0,80
Св. 250 до 350 включ.	0,98
Св. 350	1,00

Таблица 7

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	Коэффициент β_5 при количестве автопоездов в потоке, %			
		2	5	10	15
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89
20	500	0,97	0,94	0,92	0,87
20	800	0,96	0,92	0,90	0,84
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86
30	500	0,95	0,93	0,91	0,83
30	800	0,93	0,90	0,88	0,80
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80
40	500	0,91	0,88	0,83	0,76
40	800	0,88	0,85	0,80	0,72
50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
50	500	0,86	0,80	0,75	0,70
50	800	0,82	0,76	0,71	0,64
60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
60	500	0,77	0,71	0,64	0,55
60	800	0,70	0,63	0,53	0,47
70	200	0,75	0,68	0,60	0,55
70	500	0,63	0,55	0,48	0,41

Таблица 8

Радиус кривой в плане, м	Коэффициент β_7
Менее 100 включ.	0,85
Св. 100 до 250 включ.	0,90
Св. 250 до 450 включ.	0,96
Св. 450 до 600 включ.	0,99
Св. 600	1,00

Таблица 9

Ограничение скорости, км/ч	Коэффициент β_8
10	0,44
20	0,76
30	0,88
40	0,96
50	0,98
60	1,00

Таблица 10

Число транспортных средств, поворачивающих налево, %	Тип пересечения					
	Т-образное			Четырехстороннее		
	Коэффициент β_9 при ширине проезжей части главной автомобильной дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
Необорудованное пересечение						
0	0,97	0,98	1,00	0,94	0,95	0,98
20	0,85	0,87	0,92	0,82	0,83	0,91
40	0,73	0,75	0,83	0,70	0,71	0,82
60	0,60	0,62	0,75	0,57	0,58	0,73
80	0,45	0,47	0,72	0,41	0,41	0,70
Частично оборудованное пересечение с островками без переходно-скоростных полос						
0	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00
20	0,97	0,98	1,0	0,98	0,97	0,99
40	0,93	0,94	0,97	0,91	0,92	0,97
60	0,87	0,88	0,93	0,84	0,85	0,93
80	0,87	0,88	0,92	0,84	0,85	0,92
Полностью канализированное пересечение						
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80	0,97	0,98	0,99	0,95	0,97	0,98
Примечание – При отсутствии данных об интенсивности движения на пересечениях автомобильных дорог допускается принимать значения коэффициента β_9 , соответствующие случаю, когда доля ТС, поворачивающих налево, равна 20 %.						

Таблица 11

Тип обочины	Коэффициент β_{10}
Укрепленная обочина из щебня или гравия	1,00
Укрепленная грунтовая обочина	0,99
Обочина, укрепленная засеваем трав	0,95
Неукрепленные обочины в сухом состоянии	0,90

Таблица 12

Тип покрытия	Коэффициент β_{11}
Шероховатое асфальто- или цементобетонное, черное щебеночное покрытие	1,00
Асфальтобетонное покрытие без поверхностной обработки	0,91
Грунтовая автомобильная дорога: - сухая (без пыли); - размокшая	0,90 0,10–0,30

Таблица 13

Площадка отдыха, бензозаправочные станции или остановочные площадки	Коэффициент β_{12}
С полным отделением от основной автомобильной дороги и наличием специальной полосы для въезда	1,00
При наличии только полосы отгона	0,98
При отсутствии полосы отгона	0,80
Без отделения от основной проезжей части	0,64

Таблица 14

Вид разметки	Коэффициент β_{13}
Осевая разметка	1,02
Осевая и краевая разметка	1,05
Разметка полос на подъемах с дополнительной полосой	1,50
То же, на четырехполосной автомобильной дороге	1,23
То же, на трехполосной автомобильной дороге	1,30
При наличии двойной осевой разметки	1,12

Таблица 15

Число автобусов в потоке, %	Коэффициент β_{14} при числе легковых автомобилей в потоке, %					
	70	50	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60

Таблица 16

Ограничение скорости движения, км/ч	Коэффициент β_{15} при протяженности населенного пункта, км							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
60	0,83	0,82	0,81	0,79	0,74	0,70	0,67	0,63
50	0,65	0,64	0,63	0,61	0,39	0,57	0,54	0,50
40	0,51	0,51	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47	0,44

Таблица 17 – Рекомендуемые значения коэффициента β_{16} , учитывающего влияние расстояния неподвижных боковых препятствий до кромки проезжей части

Расстояние от бокового препятствия до кромки проезжей части, м	Коэффициент β_{16} при протяженности населенного пункта, км			
	От 0,5 до 1,0 включ.	Св. 1,0 до 2,0 включ.	Св. 2,0 до 3,0 включ.	Св. 3,0 до 4,0 включ.
Менее 2,0 до 3,0 включ.	0,75	0,69	0,63	0,60
Св. 3,0 до 4,0 включ.	0,82	0,77	0,73	0,62
Св. 4,0	0,92	0,88	0,87	0,84

Таблица 18

Количество пешеходов в час	Коэффициент β_{17} для двухполосной автомобильной дороги при	
	отсутствии светофорного регулирования	наличии светофорного регулирования
60	0,86	0,97
120	0,58	0,88
180	0,27	0,79

Промежуточные значения вышеприведенных коэффициентов определяют интерполяцией.

Фактическая пропускная способность в реальных дорожных условиях для целей организации дорожного движения определяется по формуле:

$$P = w \times V_0 \times g_{\max}, \quad (2)$$

где w – коэффициент, зависящий от загрузки встречной полосы движения ($w = 1,3$ при $Z < 0,4$; $w = 1,0$ при равном распределении интенсивности по встречным полосам; $w = 0,99$ при высокой загрузке встречной полосы $Z > 0,4$);

V_0 – скорость движения в свободных условиях на рассматриваемом участке, км/ч;

g_{\max} – максимальная плотность движения на рассматриваемом участке, шт./км определяется по формуле:

$$g_{\max} = \frac{L}{l}, \quad (3)$$

где L – протяженность участка, км;

l – интервал между ТС, м.

Таблица 19 – Рекомендуемые интервалы между автомобилями

Тип заднего транспортного средства	Интервал между автомобилями l , м		
	легковыми	грузовыми	автопоездами
Легковые	7,3	9,3	13,2
Грузовые	9,0	9,7	14,1
Автопоезда	13,0	14,2	17,3

Уровень загрузки дороги движением – отношение интенсивности движения на участке дороги к его пропускной способности – определяет экономичность работы автомобильного транспорта, удобство и безопасность движения и классифицируется:

Основной характеристикой уровней обслуживания является коэффициент (уровень) загрузки дороги движением Z , который определяется по формуле

$$Z = \frac{N}{P}, \quad (4)$$

где N – интенсивность движения, прив. шт./ч (принимается наибольшее из значений $N_{\text{чmax}}$ и $N_{\text{чпик}}$).

Различают шесть уровней обслуживания движения на дорогах, характеристика которых приведена в таблице 20

Таблица 20

Уровень обслуживания	Коэффициент загрузки Z	Характеристика потока транспортных средств	Состояние потока	Эмоциональная нагрузка водителя	Условия работы водителя
A	До 0,20 включ.	Транспортные средства (далее – ТС) движутся в свободных условиях, взаимодействие между ТС отсутствует	Свободное движение одиночных ТС с большой скоростью	Низкая	Удобно
B	Св. 0,20 до 0,45 включ.	ТС движутся группами, совершается много обгонов	Движение ТС малыми группами (2–5 шт.). Обгоны возможны	Нормальная	Малодобно
C	Св. 0,45 до 0,70 включ.	В потоке еще существуют большие интервалы между ТС, обгоны запрещены	Движение ТС большими группами (5–14 шт.). Обгоны затруднены	Высокая	Неудобно
D	Св. 0,70 до 0,90 включ.	Сплошной поток ТС, движущихся с малыми скоростями	Колонное движение ТС с малой скоростью. Обгоны невозможны	Очень высокая	Очень неудобно
E	Св. 0,90 до 1,00 включ.	Поток движется с остановками, возникают заторы, ограничен режим пропускной способности	Плотное	Очень высокая	Очень неудобно
F	Св. 1,00	Полная остановка движения, заторы	Сверхплотное	Крайне высокая	Крайне неудобно

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

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

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

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

По данным о фактическом состоянии элементов и параметров автомобильных дорог необходимо проводить расчеты по выявлению участков с крайне низкой пропускной способностью («узкие места»). Требуется принятие решения по реконструкции участков автомобильных дорог, на которых коэффициент загрузки их движением превышает значения, приведенные в таблице 2.20.

Расчет коэффициента загрузки следует проводить на наиболее грузонапряженных участках автомобильных дорог, включающих аварийно-опасные участки, пересечения в одном уровне, подъезды к обозначаемым пешеходным переходам, а также на УКДТП.

Таблица 21 – Рекомендуемый уровень обслуживания автомобильной дороги

Тип автомобильной дороги	Коэффициент загрузки автомобильной дороги движением $Z_{\text{опт}}$	Рекомендуемый уровень обслуживания движения
Автомобильные дороги I категории	0,60	B, C
Въезды в города, обходы и кольцевые автомобильные дороги вокруг больших городов	0,65	C
Автомобильные дороги II–VI категорий	0,70	D

Расчет коэффициента загрузки следует проводить на наиболее грузонапряженных участках автомобильных дорог, включающих аварийно-опасные участки, пересечения в одном уровне, подъезды к обозначаемым пешеходным переходам, а также на УКДТП.

Скорость движения. Различают следующие скорости движения:

- *расчетная* скорость – скорость движения одиночного транспортного средства при нормальных условиях погоды и сцепления шин транспортного средства с поверхностью проезжей части, исходя из которой определяются параметры элементов автомобильной дороги, необходимые по условиям обеспечения безопасности дорожного движения (устанавливается [ТКП 45-3.03-19](#));

- *разрешенная* скорость устанавливается в соответствии с Правилами дорожного движения Республики Беларусь (Утверждены Указом Президента Республики Беларусь от 28 ноября 2005 г. № 551);

- *мгновенная* скорость - скорость транспортного средства, зафиксированная на коротком участке автомобильной дороги (20–50 м) или в короткий промежуток времени (2–4 с);

- *допустимая* скорость - наибольшая скорость движения одиночного транспортного средства, определенная по условию безопасности дорожного движения исходя из видимости, ровности, скользкости, ширины проезжей части, уровня загрузки автомобильной дороги, погодных условий и наличия пешеходного движения;

- *средняя техническая* - отношение пройденного пути ко времени движения, без учета остановок и стоянок;

- *скорость сообщения* - отношение пройденного пути ко времени движения с учетом всех остановок и стоянок.

Порядок определения мгновенной скорости движения транспортных средств

Мгновенная скорость движения определяется выборочным измерением скорости движения отдельных транспортных средств (ТС), проходящих заданный короткий участок автомобильной дороги. Место для проведения замеров выбирается на перегоне автомобильной дороги не ближе 150 м от перекрестка. Подыскивается участок, где на расстоянии 15–25 м от проезжей части имеется территория, с которой хорошо просматривается автомобильная дорога на расстоянии 50 м и более. Замеры выполняются для одной полосы движения. Замеры проводятся с использованием секундомера или радиолокационного измерителя скорости по отдельным группам ТС согласно таблице 22, количество замеров – согласно таблице 23.

Таблица 22

Группа транспортных средств	Характеристика
1	Легковые автомобили, грузовые автомобили с технически допустимой общей массой не более 3,5 тонны, автобусы и мотоциклы
2	Автобусы, легковые и грузовые автомобили при их движении с прицепом, грузовые автомобили с технически допустимой общей массой более 3,5 тонны

Таблица 23

Интенсивность движения, шт./ч	Менее 50	50–100	101–200	Более 200
Количество замеров, не менее	150	100	50	30

Подготовка к замерам с помощью секундомера заключается в определении исходных данных и установке ориентиров O_1 и O_2 параллельно оси полосы движения (рис 1). Такими ориентирами могут быть существующие линии электропередач, стволы деревьев, стойки ограждений, вешки и др. С помощью рулетки или иным способом измеряются величины S_0 , H_1 и H_2 . Необходимо, чтобы время прохождения ТС мерного участка находилось в пределах $t = 3–6$ с, для чего протяженность участка S_n должна быть в пределах 40–100 м. Фиксируется начало и окончание прохождения ТС через ориентиры. Результаты замеров заносятся в акт измерения мгновенной скорости ТС с помощью секундомера.

Величина S_n , м, определяется из соотношения:

$$S_n = \frac{S_0 \times H_2}{H_1} \quad (5)$$

Рис 1. Схема проведения замеров мгновенной скорости:
 O_1 и O_2 – ориентиры; S_0 – расстояние между ориентирами;
 H_1 – расстояние между наблюдателем и ориентирами;
 H_2 – расстояние между наблюдателем и осью полосы движения

Измеряется, по возможности, скорость движения каждого проходящего по данной полосе ТС. Если идет плотная группа ТС, то измеряется скорость любого ТС из этой группы, движущегося по исследуемой полосе, которая затем присвоится всем ТС группы.

По каждому замеру, с точностью до 0,1 км/ч, подсчитывается и заносится в акт измерения мгновенная скорость движения:

$$V_{\text{мгн}} = \frac{3,6 \times S_n}{t} \quad (2.5)$$

Измерение скорости движения при помощи радиолокационного измерителя выполняется в соответствии с прилагаемой инструкцией к прибору. Общее количество измеренных мгновенных скоростей движения группируют по количеству (частоте) ТС, движущихся со скоростями, ограниченными в определенных границах скоростей (разрядах). Величина разряда составляет 5 км/ч. Например, группа разряда «35 км/ч» включает скорости от 32,5 до 37,5 км/ч, а группа «40 км/ч» включает скорости от 37,5 до 42,5 км/ч. При этом нижний предел скорости входит в данную группу, а верхний – в последующую.

По полученным данным производится построение кумулятивной кривой распределения скоростей движения ТС (рис.2). По горизонтальной оси откладываются разряды скоростей, по вертикальной оси – накопленная частота.

Частость – отношение частоты, соответствующей рассматриваемому разряду, к общему числу произведенных замеров, выраженное в процентах;

Накопленная частость – последовательная сумма частостей каждого разряда (количество ТС, в процентах, движущихся со скоростями, соответствующими верхним пределам разрядов).

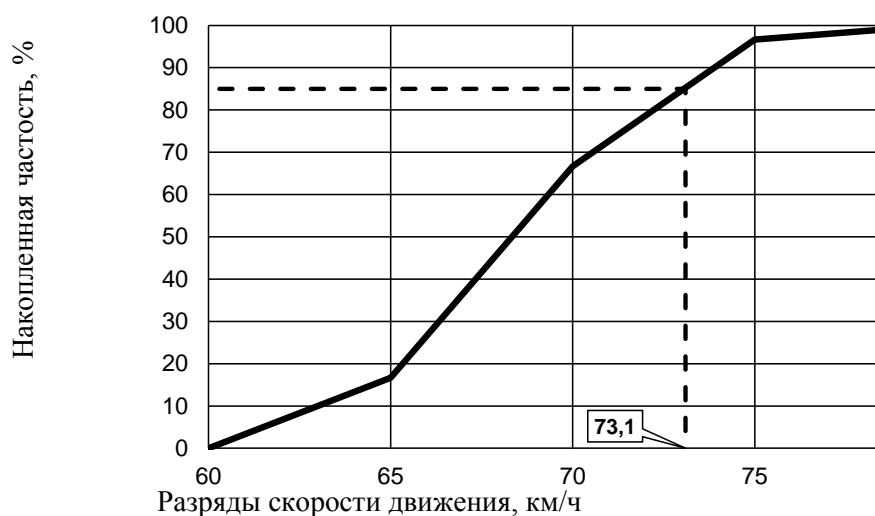


Рис.2 -. Кумулятивная кривая распределения скоростей движения ТС

Допустимая скорость движения должна определяться на характерных участках автомобильных дорог (участки с повышенной неровностью проезжей части, с повышенной аварийностью, участки с большой интенсивностью движения, участки, на которых геометрические параметры ниже предельно допустимых по нормам проектирования, и т. п.) на основании определения:

- мгновенной скорости движения;
- допустимой скорости движения на кривых в плане и профиле.

Допустимая скорость движения на кривых в плане определяется по формуле

$$V_{доп} = \frac{-0,0952 \times R + \sqrt{0,00907 \times x^2 + (101,6 \pm 4i_n) \times R}}{2}, \quad (6)$$

где R – фактический радиус кривой в плане, м;

i_n – поперечный уклон проезжей части (в долях единицы). Принимается со знаком «минус» при двускатном поперечном профиле на кривой, при устройстве виража – со знаком «+».

Допустимая скорость движения на вогнутой вертикальной кривой определяется по формуле

$$V_{доп} = \sqrt{13 \times a \times R}, \quad (7)$$

где a – допустимое центробежное ускорение, $a = 0,5 \text{ м/с}^2$;

R – радиус вогнутой вертикальной кривой, м.

На участках автомобильных дорог с ограниченной видимостью поверхности автомобильной дороги максимальная допустимая скорость движения не должна превышать значений, приведенных на рисунке 2.

Расстояние видимости поверхности автомобильной дороги S_n , м, равно

$$S_n = \frac{S_a}{2}, \quad (8)$$

где S_a – расстояние видимости встречного ТС, м.

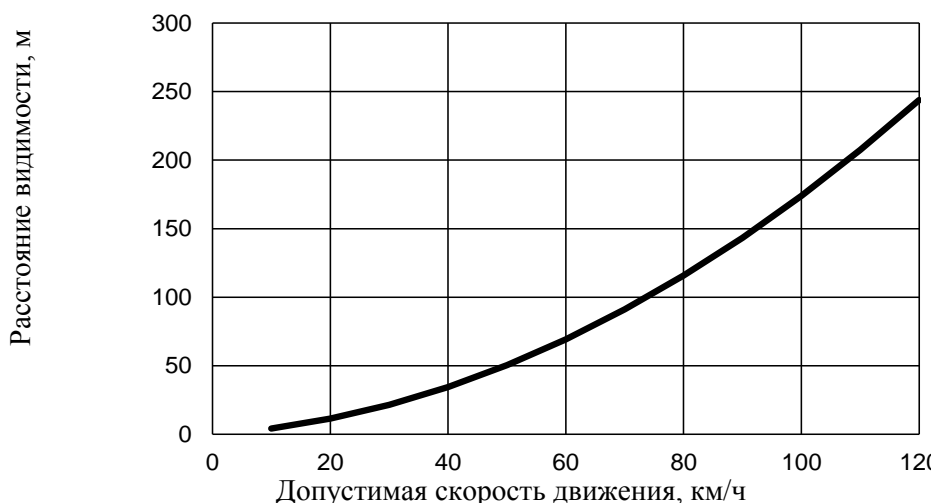


Рисунок 3 – Номограмма для определения допустимой скорости движения на участках с ограниченной видимостью поверхности автомобильной дороги

Порядок определения расстояния видимости встречного ТС на кривых в плане и профиле приведен в приложении Ж.

За допустимую скорость движения по полосам движения следует принимать скорость свободного движения 85 % ТС (85 %-ная обеспеченность) с округлением до кратного значения 10 в меньшую сторону.

Величина ограничения скорости на участке проезжей части должна приниматься по наименьшей величине из измеренных скоростей на каждой полосе.

При необходимости (по просьбе владельцев ТС, грузоотправителей и т. п.) средняя техническая скорость и скорость сообщения могут определяться на отдельных участках автомобильных дорог в соответствии.

С учетом дорожных условий и обеспечения безопасности дорожного движения разрешенная скорость движения на отдельных участках автомобильных дорог может быть повышена. Повышенное значение скорости не должно превышать значения расчетной скорости движения для автомобильной дороги данной категории.

Решение о повышении скоростного режима движения ТС на отдельных участках автомобильных дорог может быть принято при соблюдении следующих условий:

- продольная ровность капитального и облегченного типов покрытия проезжей части должна быть не более нормируемой по [СТБ 1291](#);
- коэффициент сцепления колеса ТС с поверхностью покрытия проезжей части капитального и облегченного типов должен быть не менее нормируемого [СТБ 1291](#);
- дефекты обочин не должны превышать размеры, определенные требованиями [СТБ 1291](#);
- уровень обслуживания движения А, В и С;
- участок автомобильной дороги не является УКДТП;
- участок автомобильной дороги не проходит через населенный пункт;
- геометрические параметры автомобильной дороги соответствуют нормам проектирования присвоенной автомобильной дороге категории по [ТКП 45-3.03-19](#).

Практическая работа №5

Определение, назначение и учет соблюдения нормативных межремонтных сроков службы дорожных одежд

Установление нормативных сроков службы дорожных одежд и покрытий автомобильных дорог

Транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог и мостовых сооружений должны обеспечивать их безопасную эксплуатацию в течение всего нормативного срока службы.

Срок службы дорожных одежд устанавливает период времени между капитальными ремонтами, срок службы дорожных покрытий между текущими ремонтами.

Следует различать гарантийный, расчетный и нормативный срок службы дорожных одежд и покрытий.

Гарантийный срок службы для дорожных одежд после капитального ремонта независимо от конструктивных решений и применяемых технологий согласно ТКП 035 не должен быть менее 5 лет, для дорожных покрытий при текущем ремонте согласно [ТКП 088](#) - не менее 2 лет. В течение гарантийного срока службы, указанного в гарантийном паспорте объекта назначение ремонтных мероприятий может планироваться только с учетом выполнения работ за счет организации производившей ремонт (строительство, реконструкцию) устранения гарантийных случаев.

Расчетный срок службы дорожных одежд применяется при разработке проектов капитального ремонта (строительства, реконструкции). Расчетный срок службы дорожных одежд определяется на основании ТКП 45-3.03.19, [ТКП 45-3.03-112](#), [ТКП 45-3.03-244](#) и задании заказчика. Применение технологии производства работ на объекте обосновывается в проектной документации.

Расчетный срок, предусматриваемый в проектных решениях, не является основанием для назначения ремонтов по его истечении.

Обоснованием проведения капитального или текущего ремонта участка автомобильной дороги являются:

- требования к безопасной эксплуатации дорог по [СТБ 1291](#);
- требования к эксплуатационному состоянию дорожной одежды или дорожного покрытия по [ТКП 140](#) (уровень дефектности и прочность), не указанные в [СТБ 1291](#);
- превышение фактического срока службы дорожной одежды или покрытия над нормативным сроком;
- материалы диагностики автомобильных дорог и сезонных осмотров.

В течение нормативного срока для дорожных одежд не планируется назначения капитального ремонта.

Нормативный срок службы усовершенствованных нежестких дорожных одежд ($T_{НДО}$) определяется по формуле (4.1) на основании начального (при приемочном контроле) и конечного (по условиям безопасной эксплуатации) значений ровности покрытий с учетом ежегодного прироста неровностей для каждой категории дороги.

$$T_{НДО} = \frac{IRI_{норм} - IRI_{нач}}{\Delta IRI}, \quad (4.1)$$

где $IRI_{норм}$ - предельно допустимое значение ровности покрытия по условиям безопасности в соответствии с требованиями [СТБ 1291](#), мм/м;

$IRI_{нач}$ - начальное значение ровности покрытия при сдаче дороги в эксплуатацию после капитального ремонта по [ТКП 059](#), мм/м;

ΔIRI - установленный ежегодный прирост неровностей дорожного покрытия по [ТКП 140](#), принимается по таблице 1, мм/м в год.

Таблица 1 - Ежегодный прирост неровностей дорожного покрытия, мм/м в год

Категория	I	II-III	IV-VI
ΔIRI , мм/м	0.14	0.18	0.21

Нормативный срок переходных и низших типов дорожных одежд определяется по таблице 6.5 [ТКП 45-3.03-112](#).

Нормативный срок службы жестких дорожных одежд рекомендуется принимать не менее 25 лет.

Нормативный срок службы для усовершенствованных типов дорожных покрытий, приведенный в таблице 2, рассчитан на основании анализа фактических сроков службы покрытий, их эксплуатационного состояния и применяемых технологий при текущем ремонте в зависимости от значения расчетной суточной интенсивности движения транспортных средств.

Таблица 2 – Нормативный срок службы дорожных покрытий

Среднегодовая суточная интенсивность движения механизированных транспортных средств (N_p), авт/сут	Срок службы дорожных покрытий при применении текущим ремонтом различных технологий $T_{ндп}$, лет							
	Тонкий слой	Выравнивающий слой с тонким слоем	Выравнивающий слой с пов. обработкой	Мембранная технология	Тонфриз	Холодная литая или эмульсионно-минеральная смесь	Поверхностная обработка	Предупреждение износа переходного и низшего типа дорожной одежды
Св.10000	3	6		4	3	2	2	-
Св.7000-10000	3	6	4	4	4	2	2	-
Св.5000 « 7000	4	7		5	4	3	3	-
Св.3000 « 5000	5	8	4	5	5	3	3	-
Св.2000 « 3000	5	8	4	5	5	3	3	-
Св.1000 « 2000	5	8	5	5	6	4	4	-
Св.700 « 1000	5		5	6	6	4	4	-
Св.300 « 700	6		6	6	6	4	4	2
До 300	6		6	6	6	5	4	3

Примечания:
 1 Для устраиваемых верхних слоев дорожного покрытия из асфальтобетона типа А, щебеночно-мастичного асфальтобетона, асфальтобетона с полимерными добавками срок службы увеличивают на 40 %.
 2 При устройстве двойной поверхностной обработки для интенсивности до 2000 авт/сут включительно срок службы увеличивается на 2 года, свыше 2000 авт/сут на 1 год.
 3 Технология «Сларри Сил» отнесена к холодной литой смеси.

При расхождении величины гарантийного срока с данными приведенными в таблице 2 за нормативный срок службы покрытий следует принимать наибольшую величину.

Расчетная среднегодовая суточная интенсивность движения (N_p) принимается на момент определения нормативного срока службы покрытий по формуле (2)

$$N_p = N_i \cdot q^{T_i - T_{i-1}}, \quad (2)$$

где N_i - интенсивность движения по данным последнего учета, авт./сут;
 q - ежегодный прирост интенсивности движения рассчитывается по формуле (3), при расчетных значениях $q < 1$, принимается $q = 1,0$;

$$q = 1 + \frac{N_i - N_{i-1}}{(T_i - T_{i-1}) \cdot N_{i-1}}, \quad (3)$$

где N_{i-1} - расчетная интенсивность движения по данным предыдущего учета, авт./сут;
 T_i - год последнего учета интенсивности движения;
 T_{i-1} - год предыдущего учета интенсивности движения.

Данные по интенсивности движения транспортного потока принимаются из корпоративной базы данных, по результатам последнего её учета, по данным дорожных измерительных станций, проектной документации и другим достоверным данным.

Рекомендации по применению технологий капитального и текущего ремонта, в зависимости от транспортно-эксплуатационного состояния, приведены в [ТКП 140](#)

Учет соблюдения нормативных сроков службы дорожных одежд и покрытий

Нормативный срок службы нежесткой дорожной одежды считается истекшим при одновременном выполнении условий (4) и (5)

$$Q_\phi < Q_P, \quad (4)$$

где Q_ϕ - допустимая нагрузка на одиночную ось для нежесткой дорожной одежды, рассчитывается по [ТКП 140](#), кН;

Q_P - расчетная нагрузка на одиночную ось для расчета дорожной одежды, принимается по [ТКП 45-3.03-19](#) или по проектной документации на участок дороги, кН.

$$T_{\text{фдо}} > T_{\text{ндо}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{фдо}}$ - фактический срок службы дорожной одежды после последнего капитального ремонта (строительства, реконструкции), лет;

$T_{\text{ндо}}$ - нормативный срок службы дорожной одежды, рассчитывается по формуле 1, лет.

В случае когда несущая способность дорожной одежды снизилась в период до истечения нормативного срока службы, определенного по формуле 1, проводятся мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения по [СТБ 1291](#), включая мероприятия по ограничению допустимой осевой нагрузки до фактических значений. Ремонт может проводиться только при технико-экономическом обосновании.

При эксплуатации участка сети республиканской автомобильной дороги свыше нормативного срока службы дорожной одежды, проводится расчет остаточного срока службы по разделу 6.

Нормативный срок службы дорожного покрытия считается истекшим, и рекомендуется проведение текущего ремонта, если фактический срок службы покрытий ($T_{\text{фдп}}$) превысил нормативный ($T_{\text{ндп}}$), установленный в таблице 2 или фактическое воздействие расчетных осевых нагрузок превысило допустимое, приведенное в таблице 3, и транспортно-эксплуатационное состояние не соответствует нормативным требованиям по [ТКП 140](#) или [СТБ 1291](#) (для переходных и низших типов дорожных одежд).

Таблица 3 - Допускаемое количество расчетных осевых нагрузок на полосу

Расчетная нагрузка	Категория дороги	Допускаемое количество расчетных осевых нагрузок различных групп за срок службы на одну полосу при применении различных технологий, тыс.ед.							
		Тонкий слой	Выравнивающий слой с тонким слоем	Выравнивающий слой с пов. обработкой	Мембранная технология	Тонфриз	Холодная литая или, эмульсионно-минеральная смесь	Поверхностная обработка	Предупреждение износа переходного и низшего типа дорожной одежды
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	I	70	1500	750	1100	810	530	510	-
	II	30	1200	730	950	800	460	440	-
	III	10	1100	610	730	750	440	430	-
	IV	50	880	530	570	660	440	400	180
	V	50	390	240	270	275	165	75	120
	VI	10	170	110	130	135	95	155	60
2	I	20	830	410	590	440	290	275	-
	II	00	650	390	510	430	250	240	-
	III	90	610	330	400	410	240	230	-
	IV	00	480	290	310	360	230	215	-
	V	30	210	130	150	150	90	85	-
	VI	0	90	60	70	75	50	40	-
3	I	40	470	230	340	250	165	155	-
	II	30	370	220	290	245	140	135	-
	III	20	350	190	230	220	135	130	-
	IV	70	270	160	170	170	135	125	-
	V	0	120	70	80	80	50	45	-
	VI	5	50	35	40	40	30	25	-

Практическая работа №6

Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог

Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания осуществляется по пяти-балльной системе в следующей последовательности:

Первоначально определяется оценка фактического состояния конструктивного элемента дороги по каждому виду выявленных при осмотрах дефектов в баллах с учетом фактической и предельно допустимой величины согласно [приложению Б](#) ДМД 02191.2.010-2008. При оценке «отлично» устанавливается 5 баллов; «хорошо» - 4 балла; «удовлетворительно» - 3 балла; «плохо» - 2 балла; «очень плохо» - 1 балл.

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

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

- от 4,51 до 5 соответствует оценке «отлично»;
- от 3,51 до 4,5 соответствует оценке «хорошо»;
- от 2,51 до 3,5 соответствует оценке «удовлетворительно»;
- от 1,51 до 2,5 соответствует оценке «плохо»;
- от 1,0 до 1,5 соответствует оценке «очень плохо».

Эксплуатационное состояние автомобильных дорог оценивается по всем видам дефектов (Р и С), выявленных при сезонных осмотрах, а качество содержания автомобильных дорог оценивается по всем видам дефектов «С», выявленных при сезонных осмотрах.

Предельно допустимая величина дефекта для каждого уровня требований с оценкой, равной 3 баллам, соответствует величине дефекта, допустимого на автомобильной дороге по уровням обеспечения безопасности движения согласно [СТБ 1291](#).

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

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

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

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

Перечень видов дефектов и условия, при которых они относятся к критическим, приведены в [приложении Б](#) в примечаниях по каждому конструктивному элементу автомобильной дороги.

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

- проезжей части $t_1 = 1,0$
- земляного полотна $t_2 = 0,65$
- мостов $t_3 = 1,0$
- труб $t_4 = 0,45$

– обустройства $t_5 = 0,9$

Средняя оценка эксплуатационного состояния и качества содержания осмотренных автомобильных дорог, а также труб на осмотренных автомобильных дорогах принимается в качестве средней оценки эксплуатационного состояния и качества содержания всей сети автомобильных дорог филиала.

Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания участков автомобильных дорог, находящихся на реконструкции и ремонте без закрытия движения, не определяется.

Расчет оценки эксплуатационного состояния автомобильных дорог

На основании ведомости дефектов, составленной при сезонном осмотре автомобильных дорог, составляется ведомость оценки эксплуатационного состояния конструктивных элементов автомобильной дороги по видам дефектов ([приложение Г](#) ДМД 02191.2.010-2008.) с учетом фактической и предельно допустимой величины дефектов для соответствующей оценки и уровня требований по данной автомобильной дороге в следующем порядке:

а) оценка проезжей части, земляного полотна и обустройства по видам дефектов определяется по каждому километру автомобильной дороги.

Номер километра автомобильной дороги, получившего определенную оценку по конкретному виду дефекта, записывается в ведомость оценки эксплуатационного состояния конструктивных элементов по видам дефектов ([приложение Г](#)) в графе на пересечении строки с наименованием дефекта и графы с соответствующей оценкой.

Километры автомобильных дорог, на которых отсутствуют дефекты, оцениваются на «отлично». Для их отражения в ведомости ([приложение Г](#)) после перечисления видов дефектов по конструктивному элементу дороги в графе 2 вводится строка "Дефекты отсутствуют", и номера километров, по которым отсутствуют дефекты, указываются в графе 4 "отлично" на пересечении с данной строкой;

б) оценка мостов на автомобильной дороге определяется по каждому сооружению;

в) при составлении ведомости на участки дорог I категории оценка проезжей части и мостов по видам дефектов осуществляется по каждому направлению движения;

г) оценка труб по видам дефектов

д) оценка транспортной развязки в разных уровнях по видам дефектов

На основании ведомости оценки эксплуатационного состояния конструктивных элементов по видам дефектов ([приложение Г](#)) составляется ведомость оценки эксплуатационного состояния автомобильной дороги ([приложение Д](#)). В ведомость заносятся оценки конструктивных элементов на каждом километре автомобильной дороги, которые определяются в следующем порядке:

а) оценка эксплуатационного состояния конструктивного элемента на каждом километре дороги обозначается символами $\mathcal{E}_i^n, \mathcal{E}_i^z, \mathcal{E}_i^m, \mathcal{E}_i^t, \mathcal{E}_i^o$, которые обозначают:

\mathcal{E} – эксплуатационное состояние, в баллах;

n – проезжая часть;

z – земляное полотно;

m – мосты;

t – трубы;

o – обустройство;

i – каждый километр дороги под своим номером;

$\mathcal{E}_i^n, \mathcal{E}_i^z, \mathcal{E}_i^o$ – оценки эксплуатационного состояния проезжей части, земляного полотна и обустройства на каждом километре, устанавливаются равными наименьшей оценке любого

вида дефектов этих конструктивных элементов на данном километре автомобильной дороги. Оценка проезжей части автомобильных дорог I категории определяется среднеарифметической величиной оценок каждого направления (П, Л) на данном километре автомобильной дороги.

\mathcal{E}_i^m – оценка эксплуатационного состояния мостов. При наличии на километре одного моста, его оценка является оценкой данного километра по мостам. При наличии на кило-

метре двух и более мостов, оценка данного километра по мостам определяется средневзвешенной величиной оценок имеющихся мостов по формуле

$$\mathcal{E}_i^M = \frac{\mathcal{E}_1^M \cdot L_1 + \mathcal{E}_2^M \cdot L_2 + \dots + \mathcal{E}_n^M \cdot L_n}{L_1 + L_2 + \dots + L_n}, \text{ баллов}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_1^M, \mathcal{E}_2^M, \dots, \mathcal{E}_n^M$ – оценка каждого моста, имеющегося на данном километре дороги, в баллах;

L_1, L_2, \dots, L_n – протяженность каждого моста, имеющегося на данном километре дороги, в м;

Если на оцениваемом километре автомобильной дороги отсутствуют мосты, в графе 4 ведомости ставится прочерк (–).

\mathcal{E}_i^m – оценка эксплуатационного состояния труб на каждом километре. При осмотре одной трубы на одном километре ее оценка является оценкой данного километра автомобильной дороги по трубам. При осмотре двух и более труб на километре оценка данного километра автомобильной дороги по трубам устанавливается равной среднеарифметической величине оценок осмотренных труб по формуле

$$\mathcal{E}_i^m = \frac{\mathcal{E}_1^m + \mathcal{E}_2^m + \dots + \mathcal{E}_n^m}{N}, \text{ баллов}, \quad (2)$$

где $\mathcal{E}_1^m, \mathcal{E}_2^m, \dots, \mathcal{E}_n^m$ – оценка каждой осмотренной трубы на данном километре, устанавливается равной наименьшей оценке любого вида дефекта трубы;

N – количество осмотренных труб на данном километре;

б) средняя оценка конструктивных элементов по всей автомобильной дороге обозначается символами $\mathcal{E}_n, \mathcal{E}_3, \mathcal{E}_m, \mathcal{E}_o$ и определяется по формуле (3) как среднеарифметическая величина оценок конструктивных элементов на каждом километре автомобильной дороги, за исключением мостов, и приводится в итоговой строке ведомости ([приложение Д](#))

$$\mathcal{E}_{(n,3,m,o)} = \frac{\sum \mathcal{E}_i^{(n,3,m,o)}}{N}, \text{ баллов}, \quad (3)$$

где N – число оценок, равное числу километров осмотренной автомобильной дороги для $\mathcal{E}_n, \mathcal{E}_3, \mathcal{E}_o$ и равное числу километров, на которых осмотрены трубы, для \mathcal{E}_m ;

\mathcal{E}_m – определяется средневзвешенной величиной оценок всех мостов, имеющихся на автомобильной дороге (осмотренном участке дороги);

в) средняя оценка эксплуатационного состояния автомобильной дороги (осмотренного участка автомобильной дороги) \mathcal{E}_o определяется расчетом по формуле (4) и приводится в конце ведомости ([приложение Д](#))

$$\mathcal{E}_o = \frac{\mathcal{E}_n \cdot t_1 + \mathcal{E}_3 \cdot t_2 + \mathcal{E}_m \cdot t_3 + \mathcal{E}_o \cdot t_4 + \mathcal{E}_o \cdot t_5}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}, \text{ баллов}, \quad (4)$$

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

Средняя оценка эксплуатационного состояния участков автомобильных дорог с различными уровнями требований к эксплуатационному состоянию определяется отдельно по каждому участку.

На основании ведомостей оценки эксплуатационного состояния автомобильных дорог ([приложение Д](#)) составляется справка об эксплуатационном состоянии сети автомобильных дорог, находящихся в ведении филиала ([приложение Е](#)).

При составлении справки об эксплуатационном состоянии автомобильных дорог каждая транспортная развязка перечисляется как отдельная автомобильная дорога ниже автомобильной дороги, к которой она относится, с указанием в графе 6 общей фактической протяженности всех элементов развязки.

Участки автомобильной дороги с различными уровнями требований к эксплуатационному состоянию перечисляются в справке как отдельные автомобильные дороги.

Средняя оценка эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог филиала, в ведении которого они находятся, определяется как средневзвешенная величина оценок осмотренных автомобильных дорог с учетом их протяженности по формуле (6) и обозначается индексом \mathcal{E}_ϕ

$$\mathcal{E}_\phi = \frac{\sum_n^1 (\mathcal{E}_\delta \cdot L_\delta)}{\sum_n^1 L_\delta}, \text{ баллов,} \quad (5)$$

где n – число осмотренных автомобильных дорог в филиале;
 \mathcal{E}_δ – оценка каждой осмотренной автомобильной дороги;
 L_δ – протяжённость каждой осмотренной автомобильной дороги, км.

При определении средней оценки эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог филиала по формуле (6) транспортные развязки участвуют как отдельные дороги, имеющие свою оценку в баллах и фактическую протяженность всех элементов развязки.

При определении средней оценки сети автомобильных дорог филиала в протяженность дорог не включаются дороги, осмотренные без составления ведомости дефектов.

На основании документов составляется акт сезонного осмотра автомобильных дорог, находящихся в ведении филиала ([приложение Ж](#)).

При осмотре менее 100% протяженности автомобильных дорог, находящихся в ведении филиала или автодора (облдорстроа), оценка эксплуатационного состояния осмотренных автомобильных дорог (сети автомобильных дорог) распространяется на всю сеть автомобильных дорог, находящихся в ведении соответствующих организаций государственного дорожного хозяйства.

Все документы по сезонному осмотру автомобильных дорог филиала оформляются в электронном виде. На бумаге издаются в одном экземпляре и подписываются всеми членами комиссии ведомости дефектов по каждой автомобильной дороге и мостам ([приложение В](#)), включая ведомости и справки по осмотру автомобильных дорог, справка об эксплуатационном состоянии автомобильных дорог ([приложение Е](#)) и акт сезонного осмотра ([приложение Ж](#)), включая прилагаемый к акту перечень автомобильных дорог, требующих ремонта.

Оформленные документы сезонных осмотров автомобильных дорог на электронных носителях и в бумажном виде хранятся в филиале и могут быть тиражированы в полном составе или отдельными документами для передачи организациям, представители которых принимали участие в работе комиссии, по их запросу.

Председатель комиссии непосредственно после завершения осмотра и оформления документов передает их по электронной почте в РУП «Белдорцентр» и областной отдел управления технического надзора РУП «Белдорцентр» для формирования банка. На основании документов сезонных осмотров, представленных комиссиями по сети автомобильных дорог каждого филиала автодора и облдорстроа, РУП «Белдорцентр» определяет эксплуатационное состояние сети автомобильных дорог.

Оценка эксплуатационного состояния сети дорог автодора и облдорстроа обозначается \mathcal{E}_{np} и определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{np} = \frac{\sum_n^1 (\mathcal{E}_\phi \cdot L_\phi)}{\sum_n^1 L_\phi}, \text{ баллов,} \quad (6)$$

где n – число филиалов, подведомственных автодору или облдорстроу, в которых проводится осмотр;
 \mathcal{E}_ϕ – оценка эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог в каждом подведомственном филиале;
 L_ϕ – протяженность сети осмотренных автомобильных дорог в каждом подведомственном филиале, км.

Определение соответствия уровню содержания автомобильной дороги

Уровень содержания автомобильной дороги оценивается по наличию дефектов и несоответствий показателей с определением их соответствия допустимым значениям.

Таблица 1 – Критерии соответствия достигнутого уровня содержания автомобильной дороги.

Характеристика уровня содержания	Критерии соответствия уровню содержания
1	2
Высокий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Содержание автомобильной дороги обеспечивает требуемые потребительские свойства дороги. 2. Автомобильная дорога, каждый ее конструктивный элемент и их составляющие в состоянии, обеспечивающем круглосуточное, бесперебойное и безопасное движение транспорта. 3. Не допускается снижение установленной скорости движения автомобилей по причинам, связанным с дефектами содержания. 4. Отсутствуют дорожно-транспортные происшествия с сопутствующими неудовлетворительными дорожными условиями, зависящими от дефектов содержания. 5. Уровень дефектности автомобильной дороги не превышает максимально допустимое значение для высокого уровня содержания
Средний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Содержание автомобильной дороги обеспечивает поддержание потребительских свойств дороги на уровне выше допустимого. 2. Состояние конструктивных элементов автомобильной дороги зависящих от их содержания, не вызывает необходимость временного ограничения или прекращения движения транспорта. 3. Отсутствуют дорожно-транспортные происшествия с сопутствующими неудовлетворительными дорожными условиями, зависящими от дефектов содержания. 4. Уровень дефектности автомобильной дороги не превышает максимально допустимое значение для среднего уровня содержания
Допустимый	<ol style="list-style-type: none"> 1. Содержание автомобильной дороги обеспечивает выполнение требований СТБ 1291. 2. Допускается временное ограничение или перерывы в движении транспорта на отдельных участках по условиям их содержания при неблагоприятных погодных-климатических условиях. 3. Отсутствуют дорожно-транспортные происшествия с сопутствующими неудовлетворительными дорожными условиями, зависящими от дефектов содержания. 4. Уровень дефектности автомобильной дороги не превышает максимально допустимое значение для допустимого уровня содержания (таблица 3).
Недопустимый	<ol style="list-style-type: none"> 1. Содержание автомобильной дороги не обеспечивает требования СТБ 1291. 2. Ограничения или перерывы в движении транспорта, связанные с неудовлетворительным содержанием. 3. Зафиксированы дорожно-транспортные происшествия с сопутствующими неудовлетворительными дорожными условиями, зависящими от дефектов содержания. 4. Уровень дефектности автомобильной дороги соответствует недопустимому согласно требований.

Определяется уровень дефектности автомобильной дороги в целом O_d , в процентах, по формуле

$$O_d = \frac{O_1q_1 + O_2q_2 + O_4q_4 + O_5q_5 + O_6q_6 + O_7q_7 + O_8q_8 + O_9q_9 + O_Mq_3}{n}, \quad (7)$$

где $q_1 \dots q_9$ - коэффициенты значимости конструктивных элементов;
 n - количество конструктивных элементов на автомобильной дороге, шт.

Таблица 3 – Максимальные значения уровня дефектности для заданных уровней содержания автомобильных дорог.

Характеристика уровня содержания	Максимальные допускаемые значения O_d для заданного уровня содержания, %				
	1	2	3	4	5
Автомобильные дороги					
Высокий	10	15	20	25	
Средний	15	20	25	30	
Допустимый	20	25	30	35	
Недопустимый	более 20	более 25	более 30	более 35	

Практическая работа №7

Определение параметров эксплуатационного состояния автомобильных дорог в зависимости от их сроков службы

Прочность дорожных одежд

Расчетные сроки службы дорожных одежд регламентированы в [ТКП 45-3.03-112](#). Дорожная одежда на характерном участке проектируется с одинаковыми значениями модуля упругости. Фактически, после устройства, дорожная одежда имеет различные значения модуля упругости.

Вновь устроенная дорожная одежда должна иметь значение модуля упругости в начале срока службы на всем участке не менее значения заложенного в проекте.

Определение модуля упругости осуществляется по результатам измерения упругого прогиба. Линейные испытания необходимо проводить в соответствии с требованиями [СТБ 1566](#).

Если на характерном участке дороги модули упругости различаются более чем в 1,5 раза, модули необходимо рассматривать отдельными участками длиной не менее 300 метров. При большой неоднородности модулей упругости, с частым чередованием их значений различающихся более чем в 1,5 раза, характерный участок рассматривается единым.

Расчетный модуль упругости E_p на характерном участке вычисляется по зависимости

$$E_p = \bar{E} - t\delta, \quad (1)$$

где \bar{E} - среднее значение модуля упругости на характерном участке, МПа

t - коэффициент нормированного отклонения, принимаемый в зависимости от уровня надежности по таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение коэффициента нормированного отклонения в зависимости от уровня надежности			
	0,85	0,90	0,95	0,98
Уровень надежности	0,85	0,90	0,95	0,98
Коэффициент нормированного отклонения (t)	1,06	1,32	1,71	2,19

δ - стандартное отклонение, рассчитываемое по зависимости

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (\bar{E} - E_i)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где E_i – единичное значение модуля упругости на характерном участке, мПа;
 n - количество измерений на характерном участке.

Общее количество допускаемых осевых нагрузок $\sum N_D$ зависит от модуля упругости конструкции дорожной одежды и влияния воздействия динамики транспортного средства и рассчитывается по зависимости

$$\sum N_D = \frac{10^{\frac{E_p}{98,65K_{PR}} + c}}{1 + (K_D - 1,3)}, \quad (3)$$

где c – коэффициент, зависящий от группы нагрузки, принимается по [ТКП 45-3.03-112](#);

K_{PR} – коэффициент прочности, принятый в проекте (при отсутствии данных принимать по таблице 1);

K_D - коэффициент динамичности нагрузки вводится в расчет, если значение международного индекса ровности IRI более 2,40 мм/м и рассчитывается по зависимости

$$K_D = 0,19R + 0,85 \quad (4)$$

R – показатель международного индекса ровности IRI;

При значении коэффициента динамичности 1,3 и менее, значение знаменателя зависимости 4 принимается равное единице.

Таблица 2

Тип дорожной одежды	Значение коэффициента прочности для категорий дорог											
	I		II		III		IV			V		
	0,95	0,90	0,95	0,90	0,95	0,90	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
Капитальный	1,15	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0	1,05	0,95	0,85	-	-	-
Облегченный	-	-	-	-	1,17	1,1	1,06	1,02	1,0	0,98	0,94	0,90

Остаточный срок службы дорожной одежды в годах (Т) рассчитывается по зависимости

$$T = \frac{\ln\left[1 + \frac{\sum N_D (q-1)}{T_R N_1}\right]}{\ln q} \quad (5)$$

где T_R - расчетное число дней в году, в которых сочетание состояния грунта земляного полотна по влажности и температуре асфальтобетонных слоев конструкции обеспечивает возможность накопления остаточной деформации в грунте земляного полотна или малосвязанных слоях дорожной одежды. Принимается в количестве: 125 дней для северного дорожно-климатического района Республики Беларусь, 130 дней для центрального района и 135 дней для южного. Дорожно-климатическое районирование приведено в приложении А [ТКП 45-3.03-19](#);

q – показатель ежегодного изменения интенсивности движения, следует принимать по данным двух последних учетов интенсивности движения из корпоративной базы данных дорожного хозяйств;

N_1 - количество расчетных нагрузок в сутки на первый год;

В процессе эксплуатации снижается прочность конструкции дорожной одежды, соответственно, уменьшается значение модуля упругости. Допускаемое снижение модуля упругости до значения за определенный срок службы рассчитывается по зависимости

$$E^T = 98,65 \left\{ \lg \left(\sum N_D - \sum_1^T N \right) - c \right\} K_{PR}, \quad (6)$$

где E^T – допускаемое значение модуля упругости за срок службы – Т лет, мПа;

$\sum_1^T N$ - суммарное количество расчетных осевых нагрузок за Т лет, рассчитывается по зависимости

$$\sum_1^T N = 0,7 N_T \times \frac{K_C}{q^{T-1}} \times T_R \times K_V, \quad (7)$$

где N_T – расчетная суточная интенсивность движения на срок Т, на одну полосу;

K_C – коэффициент суммирования, учитывает средневзвешенную суточную интенсивность движения за рассматриваемый период (t) и рассчитывается по зависимости

$$K_C = \frac{q^T - 1}{q - 1}, \quad (8)$$

K_V – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого, принимается по таблице 4.3.

Таблица 3

Тип дорожной одежды	Значение коэффициента K_V для категорий дорог				
	I	II	III	IV	V
Капитальный	1,49	1,49	1,38	1,31	-
Облегченный	-	-	1,32	1,26	1,06

Если допускаемый модуль упругости E^T больше или равен расчетному модулю упругости E_P прочность конструкции дорожной одежды соответствует нормативным требованиям (проектному решению).

При отсутствии данных о планируемом сроке службы, рекомендуется выполнять расчет на перспективный срок 3 года. Требуемый модуль упругости E_{TR} рассчитывается в зависимости от запланированного срока службы (количества расчетных нагрузок) по зависимости

$$E_{TR} = 98,65 \left\{ \lg \left(\sum_1^T N \right) - c \right\} K_{PR}, \quad (9)$$

где $\sum_1^T N$, c , K_{PR} смотри пункт 4.1.6.

Для определения соответствия прочности конструкции дорожной одежды нагрузкам рассчитывается коэффициент прочности по зависимости

$$K_{PR} = \frac{E_P}{E_{TR}}, \quad (10)$$

Значение коэффициента прочности должно быть более или равно значению, приведенному в таблице 4.2. В случае если рассчитанное значение коэффициента прочности менее требуемых значений, рекомендуется снизить срок службы (количество расчетных нагрузок) до значений, удовлетворяющих требованиям по коэффициенту прочности, либо снизить допускаемые осевые нагрузки.

Допускаемые осевые нагрузки

Допускаемая осевая нагрузка Q_D (кН) для расчетного периода года рассчитывается по зависимости

$$Q_D = 20,513 \ln \left(\frac{\sum_1^T N_D}{\sum_1^T N} \right) + Q_R, \quad (11)$$

где Q_R - расчетная нагрузка, к которой приведены транспортные средства, кН.

T - период, в годах, за который рассчитывается суммарное количество воздействия расчетных нагрузок, рекомендуется принимать не менее 3 лет;

Коэффициент сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием

Износ поверхности покрытия происходит в большей степени в полосе наката.

Рекомендуемое значение коэффициента сцепления для различных скоростей движения рассчитывается по зависимости

$$K_S = \frac{V^2}{254 * S_T}, \quad (12)$$

где V – расчетная скорость движения, км./час, рекомендуемая для I и II категорий - 120 км/час; для III категории - 100 км/час, для IV и V категорий - 80 км/час;

S_T – длина тормозного пути, рекомендуемая: для I и II категорий - 135 метров; для III категории - 100 метров; для IV и V категорий - 70 метров.

Минимальное значение коэффициента сцепления для эксплуатируемых дорог рекомендуется принимать по таблице 4.4.

Таблица 4

Наименование параметра	Допускаемое значение коэффициента K_S сцепления для категорий дорог		
	I - II	III	IV-V
Значение коэффициента сцепления (K_S)	0,42	0,40	0,36
<i>Примечания:</i> Значения, приведенные в таблице, соответствуют предельной безопасной эксплуатации автомобильных дорог и установлены с целью недопущения отказа дороги по критерию коэффициента сцепления.			

Прогноз снижения коэффициента сцепления во времени (K_S^T) рекомендуется выполнять по зависимости

$$K_S^T = K_S - 0,0213 \times A \times \left(\frac{\sum_1^T N_F}{10^6} \right), \quad (13)$$

где $\sum_1^T N_F$ – суммарная интенсивность транспортных средств, в физических единицах, рассчитывается по зависимости

$$\sum_1^T N_F = 365 N_T \frac{K_C}{q^{(T-1)}} \quad (14)$$

где K_C – коэффициент суммирования

K_S – значение коэффициента сцепления на момент его измерения;

A – коэффициент учитывающий процент грузовых транспортных средств в потоке (таблица 4.5);

N_T – интенсивность движения на последний год срока службы, авт./сутки;

T – расчетный срок службы, не должен превышать 10 лет;

q – показатель ежегодного изменения интенсивности движения.

Таблица 5

Процент грузовых транспортных средств в потоке	Значение коэффициента А
До 20 включительно	1,00
Свыше 20 до 30 «	1,10
« 30 до 40 «	1,18
« 40 до 50 «	1,24

Ровность дорожных покрытий

Ожидаемое изменение показателя ровности R_{PR} дорожного покрытия после проведения ремонта определяется по зависимости

$$R_{PR} = B \times R_{DR} + C, \quad (15)$$

где R_{DR} – значение показателя ровности IRI до ремонта, мм/м;

B и C – эмпирические коэффициенты, приведенные в приложении А.

Изменение ровности дорожного покрытия во времени определяется по зависимости

$$R_T = R_0 + K \times \frac{\sum_1^T N}{10^6} \times \frac{R_0}{R_H}, \quad (16)$$

где: R_T – прогнозируемое значение ровности через T лет, мм/м;

R_0 – значение ровности на момент измерения, мм/м;

R_H – значение ровности после ремонта, при отсутствии данных принимать по [ТКП 059](#), мм/м;

$\sum_1^T N$ – суммарное количество расчетных нагрузок на 1 полосу за период T , для дорог имеющих три и более полосы коэффициент полосности принимается по [ТКП 45-3.03-112](#);

K – коэффициент изменения ровности, характеризующий изменение ровности при воздействии на дорожную одежду 1 миллиона расчетных единиц, для нагрузок группы А2 рекомендуется принимать: для дорог I категории – 0,089; II кат. – 0,290; III кат. – 1,011; IV кат – 2,176; V кат. – 6,053. Для нагрузок других групп рассчитывается по коэффициенту приведения относительно нагрузки группы А2.

Максимальное значение ровности по международному индексу IRI для эксплуатируемых покрытий рекомендуется принимать по таблице 6.

Таблица 6

Наименование параметра	Максимальное значение IRI для эксплуатируемых покрытий в зависимости от категории дороги				
	I	II	III	IV	V
Показатель ровности (IRI), мм/м	3,6	4,8	5,5	6,2	7,0

Колейность дорожных покрытий

Прогнозирование развития колейности на дорожных покрытиях рекомендуется выполнять по зависимости

$$h_k = K_1 \left(\frac{\sum_1^T NM}{10^6} \right)^D, \quad (17)$$

где K_1 и D – коэффициенты, принимаемые по таблице 7;

M – коэффициент, учитывающий расчетную нагрузку, следует принимать: для нагрузок группы А1 - 1,0; А2 – 1,85; А3 – 3,17.

Таблица 7

Наименование параметра	Значения коэффициентов K_1 и D в зависимости от категории дороги				
	I	II	III	IV	V
K_1	7,04	9,2	28,39	52,76	114,46
D	0,84	0,97	0,76	0,89	0,86

Практическая работа №8

Формирование информационного банка дорожных данных

Банк данных (далее – БД) - централизованное хранилище информации, оптимизированное для многопользовательского доступа для организаций и предприятий дорожного хозяйства.

Ведение баз данных осуществляется на основе входной информации.

Сбор входной информации включает в себя:

- отбор информации для ввода в базу данных;
- неавтоматизированные передача/прием данных (бланки, машинные носители, факсовые сообщения);
- автоматизированный перенос данных из других баз;
- регистрация, проверка входных данных на полноту, корректность;
- проверка справочников на полноту и корректность.

Источниками входной информации являются:

- постановления Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, приказы Холдинга «Белавтодор»;
- решения областных исполнительных комитетов в части реализации требований;
- ведомости технического учета и паспортизации автомобильных дорог в соответствии с [РД 0219.1.12](#);
- акты приемки в эксплуатацию автомобильных дорог и искусственных сооружений (очереди, пускового комплекса), законченных строительством (реконструкцией), в соответствии с [ТКП 035](#);
- акты приемки автомобильных дорог и искусственных сооружений (очереди, пускового комплекса), законченных капитальным ремонтом в соответствии с [ТКП 035](#);
- акты приемки автомобильных дорог и искусственных сооружений, законченных текущим ремонтом в соответствии с [ТКП 088](#);
- данные диагностики, сезонных и специальных осмотров автомобильных дорог и сооружений;
- дислокация дорожных знаков и проект организации дорожного движения;
- данные учета и инвентаризации автомобильных дорог;
- документы государственной регистрации земельных участков;
- картографическая основа Республики Беларусь М 1:100000 Геоинформационной системы кадастра автомобильных дорог;
- другие документы и информация, образующиеся в результате деятельности предприятия (филиалов), проектных и научно-исследовательских, иных организаций.

Создание, корректировка базы данных осуществляется на основании отдельного документа или совокупности документов, в том числе предоставленных в электронном виде, содержащих достоверные сведения об автомобильных дорогах и сооружениях по форме и в объеме, достаточном для ввода в базу данных, могут быть представлены:

- сведениями о вводе дорог после строительства, реконструкции, капитального и текущего ремонтов на основании актов приемки;
- сведениями об автодорогах и сооружениях, принятых (переданных) на баланс организаций с указанием наименования, юридического адреса организации государственного дорожного хозяйства, номера и даты решения о принятии (передаче) на баланс, границ обслуживания дорог (в том числе подрядными организациями);
- ведомостями технического учета и технической инвентаризации автомобильных дорог;
- перечнем транзитных участков дорог;
- данными для формирования Государственного реестра автомобильных дорог;

- ведомостями переездных сооружений, расположенных на автомобильных дорогах;
- данными диагностических, специальных, текущих осмотров автомобильных дорог и искусственных сооружений;
- перечнями объектов дорожного и придорожного сервиса с указанием наименования, места расположения и владельца объекта сервиса;
- другими документами.

В случае отсутствия информации о технических характеристиках существующих объектов, в виде исключения допускается заносить данные, основываясь на ведомостях технического учета и паспортизации автомобильных дорог утвержденного ранее Технического паспорта, выполненного в соответствии с [РД 0219.1.12](#).

База данных содержит:

- наименования и номера республиканских автомобильных дорог в соответствии с [3], с указанием координат оси автомобильной дороги;
- наименования и номера местных автомобильных дорог на основании решений областных исполнительных комитетов, с указанием координат оси автомобильной дороги;
- адреса участков дорог по принадлежности предприятиям автомобильных дорог и филиалам;
- адреса участков дорог по принадлежности организациям, осуществляющим содержание автомобильной дороги;
 - информацию об основных технических параметрах:
 - категории автомобильной дороги;
 - уровнях требования к эксплуатационному состоянию;
 - интенсивности движения транспортных средств;
 - типах и конструкции дорожной одежды;
 - видах покрытия;
 - сроках строительства, реконструкции, капитального и текущего ремонтов;
 - местоположении мостов и путепроводов, их характеристиках, в том числе и их координаты;
 - местоположении водопропускных труб, их характеристиках, в том числе и их координаты;
 - ширине и площади полосы отвода;
 - геометрических параметрах плана, продольного и поперечного профилей, ширины проезжей части, переходно-скоростных полос, обочин, разделительной полосы и др. и их координаты;
 - элементах инженерного оборудования и обустройства автомобильных дорог (трогуарах, пешеходных и велосипедных дорожках, дорожных знаках, ограждениях, сигнальных столбиках и др.);
 - снегозадерживающих и декоративных посадках;
 - пересечениях и примыканиях;
 - пересечениях с железнодорожными путями и инженерными коммуникациями;
 - проездам по населенным пунктам;
 - технологической связи и дорожно-измерительных станциях;
- информацию об объектах дорожного и придорожного сервиса;
 - данные о дорожно-транспортных происшествиях;
 - данные диагностики, сезонных и специальных осмотров автомобильных дорог и сооружений;
 - информацию об автодорожных пунктах пропуска через Государственную границу Республики Беларусь;
 - фото и видео материалы об объектах автомобильных дорог.

Основанием для ввода новых объектов и корректировки базы данных (дороги, искусственные сооружения, объекты сервиса) и их технических характеристик или параметров являются

ся следующие события: строительство, реконструкция, ремонт, инвентаризация, выполненное обследование или осмотр, паспортизация.

Ведение базы данных осуществляется с помощью программного обеспечения, которое состоит из:

- базы данных дорог и искусственных сооружений, а также их характеристик и параметров;
- системы управления базой данных (СУБД);
- интерфейса пользователя;
- интерфейса администратора базы данных.

Ввод и (или) корректировка данных осуществляется в соответствии с инструкциями пользователя программного средства.

Ведение базы данных осуществляется на основе документированной информации и классификаторов.

Для корректировки базы данных организациям и (или) владельцам дороги предоставляется доступ к базе данных на соответствующую сеть автомобильных дорог и сооружений на них. Обладатели информации несут ответственность за актуальность и достоверность информации в базе данных.

Организации, обладатели информации:

а) Предоставляют оператору корпоративного ресурса дорожного хозяйства сведения для корректировки данных по составу, адресам владения и обслуживания автомобильных дорог в следующем порядке:

- не позднее 15-дневного срока с даты ликвидации, смены формы собственности либо отчуждения автомобильных дорог и сооружений, при изменениях адресов владения и обслуживания;
- в случае получения информации о выявленных несоответствиях, в 15-дневный срок обязаны устранить выявленные несоответствия и повторно представить данные в РУП «Белдорцентр» для дальнейшего рассмотрения, либо указать сроки, требуемые для внесения исправлений.

б) При включении новой дороги или участка дороги в состав республиканских дорог, производят внесение данных:

- в срок не позднее 1 месяца после получения от РУП «Белдорцентр» сообщения о изменении состава и обслуживания автомобильных дорог - о категории дороги, типам покрытий, видам и конструкции дорожной одежды, уровням требований к содержанию, административно-территориальной принадлежности;
- в срок не позднее 1 месяца после утверждения технического паспорта дороги – данные, в соответствии с ведомостями технического учета и паспортизации автомобильных дорог.

в) В срок не позднее 1 месяца после подписания акта приемки выполненных работ, вносят в базу данных информацию о сроках выполнения ремонтных мероприятий и производят актуализацию параметров дорог, изменившихся в результате выполнения ремонтных мероприятий.

г) В срок не позднее 1 месяца после выполнения диагностики дорог и искусственных сооружений, обследований или осмотров, вносят в базу данных информацию о их результатах.

д) В срок не позднее 1 месяца после выполнения учета интенсивности движения и состава транспортного потока вносят в базу данных информацию о их результатах.

е) В срок не позднее 1 месяца после согласования списков с областными исполнительными комитетами, вносят в базу данных информацию об объектах придорожного сервиса.

ж) Осуществляют ввод схем и фотографий искусственных сооружений, автобусных остановок, объектов сервиса и транспортных развязок.

з) Обеспечивают поддержание в рабочем состоянии технических средств.

Направление оператору информации осуществляется посредством отправки уведомления на бланке предприятия почтовой связью в произвольной форме, либо по электронной почте, либо иным способом, подтверждающим, что документы исходят от организации.

К уведомлению прилагаются документированная информация на бумажном носителе или указывается имя файла и электронный адрес, на который отправлен указанный файл. Форматы документов в электронном виде, а также виды используемых материальных носителей для их хранения определяются организацией.

Обеспечение информационной безопасности и организация защиты базы данных базируются на требованиях действующих нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, инструктивно-методических материалов владельца базы данных и уполномоченной организации.

База данных хранится и обрабатывается в условиях, обеспечивающих предотвращение несанкционированной модификации информации. В целях предотвращения полной утраты сведений, содержащихся в базе данных на машинных носителях, формируются резервные копии базы данных, которые хранятся в местах, исключающих их утрату.

В целях защиты информации от несанкционированного использования, допуск пользователей к информационному ресурсу осуществляется после ввода уникального идентификатора и проведения процедуры сеансовой аутентификации.

Уровень доступа определяется индивидуально, в соответствии с установленным уровнем и присвоенными полномочиями.

Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Определение геометрических элементов автомобильных дорог

Лабораторная работа №2. Оценка прочности нежестких дорожных одежд

Лабораторная работа №3. Оценка ровности дорожного покрытия

Лабораторная работа №4. Оценка сцепных качеств дорожного покрытия. Определение фактического коэффициента сцепления на автомобильной дороге

Лабораторная работа №5. Оценка сцепных качеств дорожного покрытия. Определение шероховатости на моделях дорожных покрытий

Лабораторная работа №6. Паспортизация автомобильных дорог с использованием передвижной лаборатории на базе ГАЗ-32213 с измерительным комплексом КП-514 СМП-07

Лабораторная работа №7. Определение дефектности дорожных покрытий. «Видеодефектовка покрытия» с использованием передвижной лаборатории на базе ГАЗ-32213 с измерительным комплексом КП-514 СМП-07

Лабораторная работа №8. Оценка эксплуатационных показателей автомобильных дорог с использованием передвижной лаборатории на базе ГАЗ-32213 с измерительным комплексом КП-514 СМП-07.

Лабораторная работа №1

Определение геометрических элементов автомобильных дорог

Для определения геометрических элементов автомобильных дорог используются следующие средства испытания, вспомогательные устройства и материалы:

- теодолит по ГОСТ 10529, тахеометр электронный по ГОСТ 23543;
- лента мерная по ГОСТ 7502,
- дальномер по ГОСТ 19223, дорожный курвиметр;
- веха геодезическая, отражатель с материалом световозвращающим (размеры даны в миллиметрах) (рисунок 3.1);
- легковой автомобиль;
- средства мобильной связи.

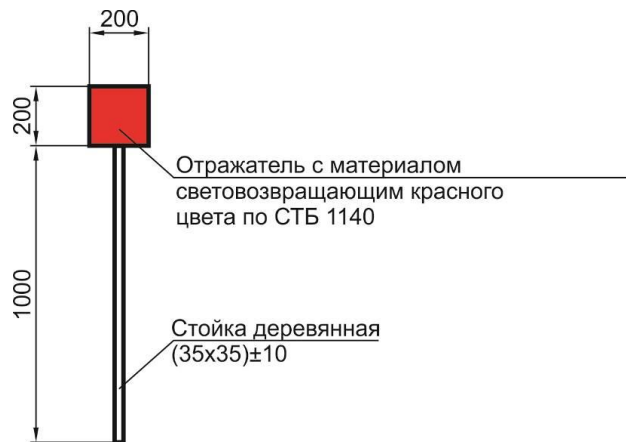


Рис. 1.1 – Отражатель световозвращающий

Порядок определения радиуса кривой в плане

При помощи теодолита или тахеометра по внешней кромке проезжей части определяется входной (A1–O) и выходной (A2–O) створы кривой в плане (рисунок 1.2).

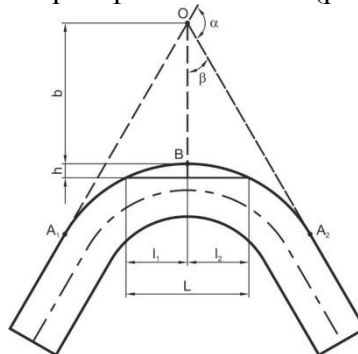


Рис.1.2 – Схема определения радиуса кривой в плане

На пересечении створов в точке O определяется угол оворота α , в который вписана кривая в плане. При помощи теодолита или тахеометра определяется середина кривой B путем откладывания угла β , вычисляемого по формуле:

$$\beta = \frac{180 - \alpha}{2}, \text{ град} \quad (1.1)$$

Мерной лентой или дальномером получают расстояние b . По кромке проезжей части отсекается сегмент окружности высотой h и длиной хорды L . При этом должно соблюдаться условие: $l_1 = l_2$.

Радиус кривой в плане определяется по формуле:

$$R = \frac{L^2 + 4 \times h^2}{8 \times h}, \text{ м} \quad (1.2)$$

За результат измерения принимают среднеарифметическое значение результатов трех измерений, округленное до 10 м.

Проверка найденного значения радиуса проводится по формуле:

$$R = \frac{b \times \cos \frac{\alpha}{2}}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}}, \text{ м} \quad (1.3)$$

Разница в определении радиуса закругления в плане не должна превышать 10 %. При неудовлетворительном результате проверки проводятся повторные измерения.

При наличии на закруглении в плане переходных кривых надежные значения радиуса кривой могут быть получены только при измерениях в средней части. Конец переходной кривой и начало круговой кривой могут быть установлены путем последовательных измерений высоты сегмента окружности h , со смещением каждый раз ленты на 5–10 м к середине кривой. Постоянные ее значения будут свидетельствовать о замерах в пределах круговой кривой.

Порядок определения расстояния видимости встречного автомобиля в плане

При помощи курвиметра или мерной ленты на проезжей части автомобильной дороги в пределах кривой и за 100 м от ее начала и конца производится разбивка пикетажа через 25–50 м с привязкой к имеющемуся на автомобильной дороге километражу (рисунок 1.3).

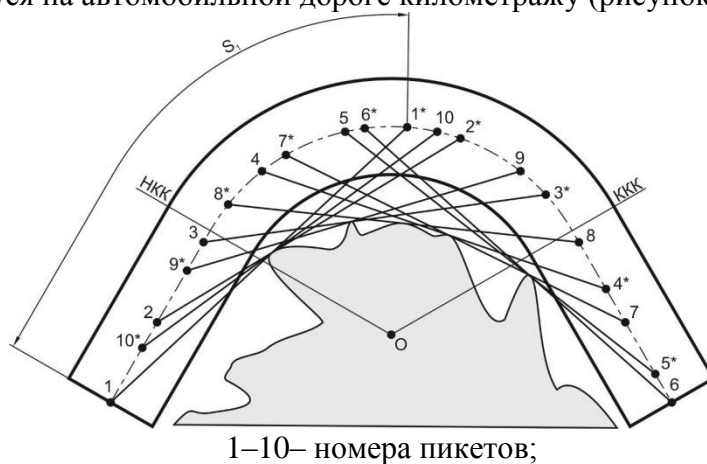


Рис. 1.3. Схема определения расстояния видимости встречного транспортного средства в плане:

1*–10*– номера точек после определения расстояния видимости встречного ТС; НКК – начало круговой кривой; ККК – конец круговой кривой; S_1 – расстояние видимости встречного ТС от пикета 1 до точки 1*

Легковой автомобиль с первым работником устанавливается на середине проезжей части на пикете 1. Второй работник со световозвращающим отражателем перемещается по осевой линии от ТС к середине закругления до тех пор, пока не скроется видимость ТС для первого работника, о чем первый работник информирует по мобильной связи второго. Второй работник отмечает на оси проезжей части положение точки 1*.

В дальнейшем последовательно производятся указанные действия на пикетах 2–10 и определяется местоположение точек 2*–10*.

Расстояние видимости встречного ТС S1 от пикета 1 определяется расстоянием, измеренным по осевой линии до точки 1*, S 2 от пикета 2 до точки 2* и т. д. (рисунок 1.3).

На основании полученных данных строится эпюра изменения видимости встречного ТС (рисунок 1.4).

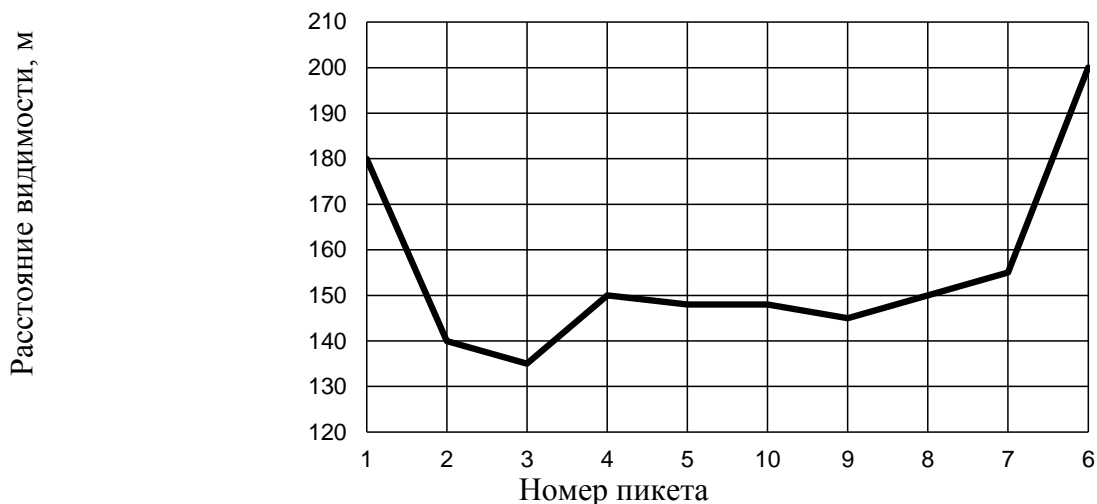


Рис. 1.4. Эпюра изменения видимости встречного транспортного средства в плане

Для определения объемов работ по обеспечению нормативной видимости встречного ТС вычерчивается в масштабе план закругления с указанием границ препятствия, ограничивающего видимость.

От начала (конца) закругления по оси проезжей части откладывается протяженность нормативного расстояния видимости встречного ТС S_0 и отмечается точка 0. Перпендикуляр, проложенный из центра кривой O к линии 0–НКК (0–ККК) является радиусом R0. Построенная с данным радиусом окружность является границей, до которой должна быть обеспечена срезка откосов, вырубка деревьев и т. п. для обеспечения нормативной видимости на закруглении в плане (рисунок 1.5).

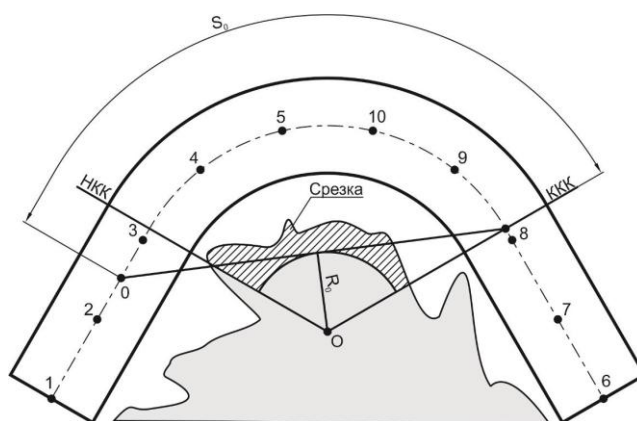


Рис. 1.5. Схема определения объемов работ для обеспечения видимости встречного транспортного средства:
 S_0 – нормативное расстояние видимости

Определение расстояния видимости встречного автомобиля в продольном профиле

От предполагаемой вершины выпуклой кривой в профиле при помощи курвиметра или мерной ленты на проезжей части автомобильной дороги в оба конца через 25–50 м на протяжении 300 м с привязкой к имеющемуся на автомобильной дороге километражу производится разбивка пикетажа (рисунок 1.6).

Автомобиль с первым работником устанавливается на правой полосе проезжей части на пикете 1. Второй работник со световозвращающим отражателем перемещается по правой полосе проезжей части от автомобиля с вершины закругления до тех пор, пока не скроется видимость рабочего инструмента для первого работника, о чем первый работник информирует по мобильной связи второго работника. Второй работник отмечает на оси проезжей части положение точки 1*. В дальнейшем последовательно производятся указанные действия на пикетах 2–6 и определяется местоположение точек 2*–6*. Расстояние видимости встречного ТС S_1 определяется расстоянием, измеренным по линии от пикета 1 до точки 1*, S_2 от пикета 2 до точки 2* и т. д.

В соответствии с полученными данными строятся эпюры изменения видимости встречного ТС (рисунок 1.7).

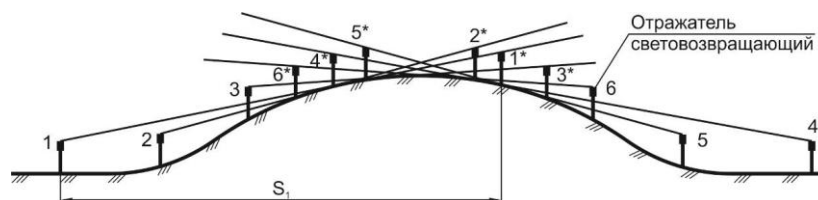


Рис. 1.6. Схема определения видимости встречного транспортного средства в продольном профиле:
1–6–номера пикетов; 1*–6* – номера точек после определения расстояния видимости встречного ТС; S_1 – расстояние видимости встречного автомобиля

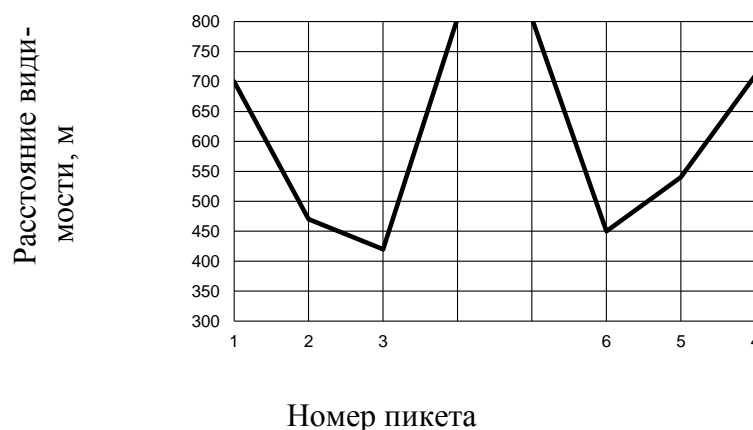


Рис. 1.7 Эпюра изменения видимости встречного ТС в продольном профиле

Лабораторная работа №2

Оценка прочности нежестких дорожных одежд

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют на основании данных измерения упругого прогиба конструкции: для дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием – в соответствии с СТБ 1566; для дорожных одежд с гравийным покрытием, оснований и грунтов земляного полотна – в соответствии с СТБ 1501. При оценке прочности дорожных одежд расчетные нагрузки принимаются в соответствии с ТКП 45-3.03-19.



Для измерений упругого прогиба дорожных одежд рекомендуется применять динамические установки, позволяющие проводить измерения прогибов на всей деформируемой площади дорожного покрытия. Прочность конструктивных слоев дорожной одежды при динамическом методе оценивают по модулям упругости. При применении статического метода измерения упругих прогибов определяется только общий модуль упругости всей конструкции дорожной одежды. При сетевой диагностике измерение упругих прогибов дорожной одежды выполняют с шагом не более 200 м. При детальной диагностике измерение упругих выполняется с частотой не более чем через 50 м, при этом количество измерений на характерном участке должно быть не менее чем в десяти точках. Измерение упругих прогибов выполняют по крайней правой полосе движения.

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют по коэффициенту прочности $K_{пр}$, который рассчитывается по формуле:

$$K = E_p / E_{тр} \quad (2.1)$$

где E_p – общий модуль упругости дорожной одежды, МПа;

$E_{тр}$ – минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа.

Минимальный требуемый модуль для эксплуатируемых дорог принимается по ТКП 45-3.03-112.

При детальной диагностике оценка прочности дорожной одежды проводится в два этапа.

На **первом этапе** выполняется расчет общего модуля упругости всей конструкции и модулей упругости конструктивных слоев дорожной одежды в соответствии с приложением Б ТКП 140.

На **втором этапе** выполняется перерасчет прочностных характеристик дорожной одежды с учетом уточненного модуля упругости грунта земляного полотна и толщин слоев дорожной одежды, установленных по данным детального обследования. При этом модули упругости конструктивных слоев основания и асфальтобетона принимаются по данным, рассчитанным по чаше прогиба. При детальной диагностике дополнительно выполняется расчет на сопротивление сдвигу в грунте и в пакете несвязных слоев основания, и сопротивление монолитных материалов усталостному сопротивлению при изгибе в соответствии с ТКП 45-3.03-112.

Прочность дорожной одежды по критерию упругого прогиба соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие:

$$K_{\phi} \geq K_{\text{тр}}, \quad (2.2)$$

где K_{ϕ} – фактический коэффициент прочности, рассчитываемый по формуле (2.1);

$K_{\text{тр}}$ – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды, принимаемый по таблицам 2.1–2.4 ТКП 45-3.03-112.

Коэффициенты надежности принимаются по таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Значение коэффициента надежности

Категория дороги	I–II	III	IV	V–VI
Коэффициент надежности	0,95	0,90	0,80	0,70

По результатам оценки прочности дорожной одежды формируется перечень участков дорог с прочностью, не соответствующей нормативным требованиям.

Статический метод измерения упругого прогиба

При статическом методе величина упругого прогиба определяется от действия статической нагрузки, передаваемой на дорожную одежду нежесткого типа через гибкий штамп. Настоящий метод обеспечивает получение значений упругих прогибов с точностью до 5%.

Испытательная установка включает:

- гибкий штамп с нагрузкой $Q = (50,0 \pm 0,5)$ кН, эквивалентным диаметром отпечатка на дорожном покрытии (33 ± 3) см и давлением в колесе $(0,60 \pm 0,05)$ МПа;
- прогибомер длиннобазовый с диапазоном измерения прогибов от 0 до 20 мм, погрешностью измерения 0,02 мм;
- индикатор часового типа ИЧ по ГОСТ 577 с диапазоном измерения от 0 до 10 мм, ценой деления 0,01 мм.

Средства измерений:

термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646 с диапазоном измерения от 0°C до 55°C, ценой деления 1°C;

рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502;

манометр шинный ручного пользования типа МТИ по ГОСТ 9921 с диапазоном измерения от 0 до 1 МПа, ценой деления 0,01 МПа.

Условия испытаний: испытания необходимо проводить на полосе наката (на расстоянии от 1,0 до 1,5 м от края проезжей части). Температура дорожного покрытия при испытаниях должна быть в пределах от 0°C до 50°C.

Порядок подготовки к проведению испытаний: При подготовке к проведению испытаний необходимо выполнить следующие работы:

- определить границы характерных участков, длины характерных участков следует принимать протяженностью от 0,5 до 3,0 км;
- определить с помощью рулетки местоположение точек измерения упругого прогиба (далее – точка) на характерном участке, расстояние между точками должно быть не более 50 м;
- установить гибкий штамп на точку;
- устроить отверстие в дорожном покрытии глубиной 3-4 см на расстоянии не более 1,0 м от точки, заполнить отверстие смесью воды и глицерина 3:1, вставить термометр, снять показания температуры дорожного покрытия.

Порядок проведения испытаний: При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

- установить опору прогибомера по центру гибкого штампа;
- 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 гибкий штамп на точке до стабилизации показаний индикатора i_0 ;
- значение отсчета зафиксировать с точностью до 0,01 мм и занести показания в таблицу 4.2.;
- продвинуть гибкий штамп вперед на расстояние не менее 5 м;
- дождаться пока показания индикатора i_1 стабилизируются;
- значение отсчета зафиксировать с точностью до 0,01 мм и занести показания в таблицу 1.

Аналогично выполнять испытания на следующих точках характерного участка. Количество испытаний на характерном участке должно быть не менее 10.

Схема проведения испытаний приведена на рисунке 2.1.

Таблица 2.2.

Местоположение точки измерения упругого прогиба, км+м	Дата проведения испытаний и время	Отсчеты по индикатору, мм		Упругий прогиб, мм	Температура дорожного покрытия, °С
		i_0	i_1		

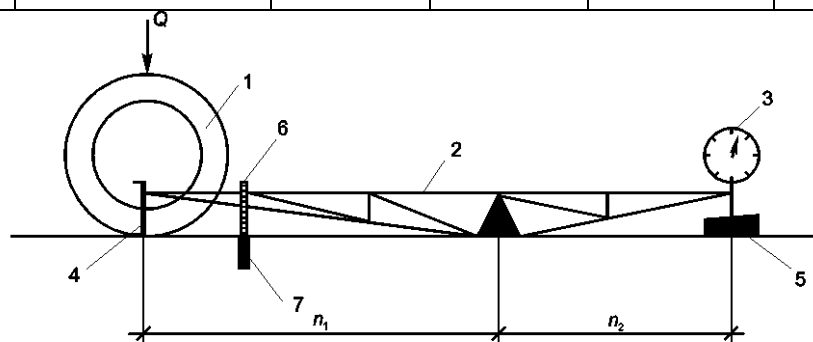


Рис.2.1. Схема проведения испытаний по определению упругого прогиба статическим методом:

Q – нагрузка на гибкий штамп; n_1 – длина грузового плеча; n_2 – длина измерительного плеча; 1 – гибкий штамп; 2 – прогибомер; 3 – индикатор часового типа; 4 – опора прогибомера; 5 – опорная подкладка; 6 – термометр; 7 – смесь глицерина с водой

Алгоритм обработки результатов испытаний

Результаты испытаний должны быть сгруппированы по каждому характерному участку. При длине характерного участка более 1 км, результаты испытаний группируют по каждому километровому участку отдельно.

Обработку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности.

Рассчитать на каждой точке упругий прогиб L_i , мм, с точностью до 0,01 мм по формуле:

$$L_i = \frac{n_1}{n_2} (i_1 - i_0), \quad (2.3.)$$

где n_1 – длина грузового плеча;

n_2 – длина измерительного плеча;

i_0, i_1 – отсчеты по индикатору, мм.

Рассчитать среднеквадратическое отклонение упругих прогибов на характерном участке по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{L} - L_i)^2}{n-1}}, \quad (2.4)$$

где \bar{L} – среднеарифметическое значение упругого прогиба на характерном участке, мм;
 L_i – значение упругого прогиба в i -той точке, мм;
 n – количество измерений упругих прогибов на характерном участке.

Рассчитать упругий прогиб L , характеризующий участок дороги, с точностью до 0,01 мм по формуле:

$$L = \bar{L} + t\sigma, \quad (2.5)$$

где t – коэффициент Стьюдента.

Для дорог с различными типами дорожных одежд по ТКП 45-3.03-19 значение t принимают равным: с капитальными типами – 2,0; с облегченными типами – 1,7; с переходными и низшими типами – 1,6.

Динамический метод измерения упругого прогиба

При динамическом методе величина упругого прогиба определяется от действия динамической нагрузки, передаваемой на дорожное покрытие через гибкий или жесткий штамп. Настоящий метод обеспечивает получение значений упругих прогибов с точностью до 10%.

Испытательная установка, включающая:

- гибкий штамп с эквивалентным диаметром отпечатка в динамике (37 ± 1) см и давлением в колесе ($0,60 \pm 0,05$) МПа или жесткий штамп с диаметром (33 ± 1) см;
- устройство управления процессом испытаний и регистрации результатов измерений и их записи;
- устройство создания нагрузки ($50,0 \pm 0,5$) кН;
- устройство измерения нагрузки с точностью до 0,5 кН;
- устройство измерения упругих прогибов с диапазоном измерения от 0 до 2 мм и точностью 0,02 мм;
- рабочее программное обеспечение.

Средства измерений:

- устройство для измерения расстояния с погрешностью измерения 2 %;
- устройство измерения температуры дорожного покрытия с диапазоном измерения от 0°C до 55°C и точностью 1°C;
- манометр шинный ручного пользования (для гибкого штампа) по ГОСТ 9921 с диапазоном измерения от 0 до 1 МПа, ценой деления 0,01 МПа.

Материалы, вещества:

- глицерин по ГОСТ 6259;
- вода по СТБ 1114 или СТБ 1188.

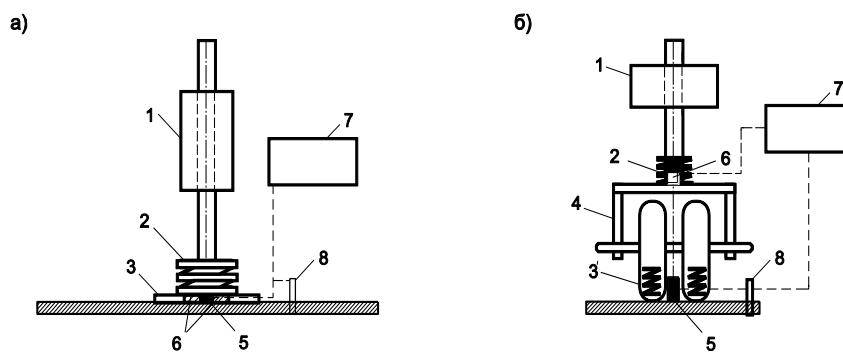


Рис.2.2. Схема проведения испытаний по определению упругого прогиба динамическим методом:

а – испытательная установка с жестким штампом;
 б – испытательная установка с гибким штампом

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

Порядок проведения испытаний

При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

- опустить гибкий (жесткий) штамп на точку;
 - настроить оборудование на требуемую нагрузку путем пробного сбрасывания груза на гибкий (жесткий) штамп;
 - выполнить три измерения упругого прогиба в одной точке;
- проконтролировать результаты записанных измерений

Результаты испытания записываются и сохраняются автоматически с помощью программного обеспечения в файл по форме, приведенной в таблице 2.3..Количество испытаний на характерном участке должно быть не менее 10. Величину прогиба на каждой точке следует определять как среднее арифметическое значение из трех измерений.

Таблица 2.3.

Местоположение точки измерения упругого прогиба, км+м	Значения упругого прогиба, мм			Нагрузка на гибкий (жесткий) штамп, кН	Температура дорожного покрытия, °С
	1 измерение	2 измерение	3 измерение		

Лабораторная работа №3

Оценка ровности дорожного покрытия

Продольная ровность дорожных покрытий – качественная характеристика состояния покрытия, обратная величине неровности. Оценка продольной ровности покрытия проезжей части осуществляется по каждой полосе движения на участках длиной 100 м по международному индексу ровности IRI (International Roughness Index).

Международный индекс ровности IRI – это показатель продольной ровности дорожного покрытия, основанный на моделировании реакции эталонного транспортного средства, движущегося со скоростью 80 км/ч по имеющимся на проезжей части неровностям. Данный показатель выражается отношением суммарного движения подвески эталонного транспортного средства к расстоянию, преодоленному за время измерений. Для оценки ровности дорожных покрытий рекомендуется применять профилометрический метод измерений в соответствии с СТБ 1566. Для определения показателя продольной ровности с переходными и низшими типами дорожных одежд следует применять толчкомер типа ПКРС.

Ровность покрытия при измерении профилометрическим методом соответствует нормативным требованиям для асфальтобетонных и цементобетонных покрытий, если выполняется условие

$$IRI_{\phi} \leq IRI_{\text{норм}}, \quad (3.1)$$

где IRI_{ϕ} – измеренное значение ровности покрытия, мм/м;

$IRI_{\text{норм}}$ – требуемое значение ровности покрытия для эксплуатируемых дорог (по таблице 3.1), мм/м.

Таблица 3.1 – Требуемые значения продольной ровности для эксплуатируемых автомобильных дорог

Категория автомобильной дороги	I	II	III	IV–VI
Значение ровности IRI, мм/м	3,6	4,8	5,5	6,2

Требования к ровности покрытия по условиям безопасности установлены в СТБ 1291 и представлены в таблице 5.2, для участков дорог вводимых в эксплуатацию, при возведении и ремонте, установлены в ТКП 059.

Таблица 3.2 – Требования к ровности по условиям обеспечения безопасности дорожного движения

Показатель продольной ровности, измеренный	Предельно допустимая величина по уровням требований				
	1	2	3	4	5
1. По ГОСТ 30412 : а) количество просветов под 3-метровой рейкой, превышающих указанное в ТКП 059 , %, не более	7	9	14	20	25
б) максимальный просвет под 3-метровой рейкой, мм, не более	10	12	14	20	30
2. По ГОСТ 30412 – установкой типа ПКРС-2 (далее – ПКРС-2), см/км, не более	540	660	860	1200	–
3. По СТБ 1566 – профилометрическим методом (IRI), м/км, не более	4,50	5,50	6,20	6,70	7,90
4. По СТБ 1566 – измерительным оборудованием типа толчкомер, см/км, не более	100	120	170	240	265

Определение продольной ровности профилометрическим методом

Метод основан на моделировании реакции эталонного транспортного средства, движущегося со скоростью 80 км/ч по неровностям дорожного покрытия. Значения IRI рассчитываются по отметкам продольного профиля дороги, полученным с помощью лазерных сенсоров. Настоящий метод обеспечивает получение результатов измерений с точностью до 5%.

Измерительная установка включает:

- легковой автомобиль или микроавтобус;
- лазерные сенсоры (один и более) для измерения отметок продольного профиля дорожного покрытия с диапазоном измерения не менее 200 мм, дальностью измерения не менее 300 мм, частотой не менее 133 Гц, шагом сбора данных по продольному профилю не менее 250 мм при скорости движения измерительной установки до 120 км/ч, погрешностью измерения до 3%;
- устройство для измерения расстояния с погрешностью измерения 1%;
- инерционный блок, включающий гироскопы и акселерометры, для учета влияния колебательных ускорений автомобиля в различных направлениях при движении;
- устройство для контроля, хранения и просмотра информации;
- блок питания;
- программное обеспечение.

Вспомогательные средства измерения:

- термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646 с диапазоном измерения от 0°С до 55°С, ценой деления 1°С;



Измерения следует производить при температуре воздуха не ниже 0°С. Покрытие дороги должно быть очищено от пыли и грязи. Покрытие дороги не должно быть мокрым. Измерения следует выполнять по каждой полосе движения дороги.

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы:

- измерить температуру воздуха;
- проверить надежность крепления оборудования;
- очистить лазерные сенсоры от пыли и грязи;
- подать питание на измерительное оборудование не менее чем за 15 мин до начала измерений;
- проверить работоспособность оборудования и программного обеспечения путем пробного проезда измерительной установки по участку дороги длиной 300 м. Результаты пробных измерений проконтролировать на мониторе.

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

- установить измерительную установку на расстоянии не менее 200 м от точки начала измерений;

- активизировать программное обеспечение и зафиксировать местоположение начала измерений;
- начать движение с ускорением, чтобы к точке начала измерения скорость измерительной установки соответствовала требуемой. Требуемая скорость движения измерительной установки при измерениях должна быть от 40 до 120 км/ч, рекомендуемая скорость движения измерительной установки при проведении измерений – (80 ± 5) км/ч;
- контролировать по монитору скорость движения измерительной установки и измеренное расстояние;
- фиксировать каждый километровый знак, установленный на дороге;
- по окончании измерений дезактивировать программное обеспечение и проверить наличие информации.

Значения IRI рассчитываются по отметкам продольного профиля дороги с точностью до 0,01 м/км по каждому 100-метровому участку дороги. По результатам проведенных измерений следует оформлять протокол.

Расчет IRI выполняется путем вычисления четырех переменных в качестве функции измеренного продольного профиля покрытия автомобильной дороги. Данные переменные моделируют динамическую реакцию эталонного транспортного средства, перемещающегося по измеренному профилю.

Уравнения по четырем переменным (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4) необходимо решать по каждой точке профиля в соответствии с интервалом сбора данных dx , за исключением первой точки профиля:

$$Z_1 = s_{11}Z_1 + s_{12}Z_2 + s_{13}Z_3 + s_{14}Z_4 + p_1Y', \quad (\text{A.1})$$

$$Z_2 = s_{21}Z_1 + s_{22}Z_2 + s_{23}Z_3 + s_{24}Z_4 + p_2Y', \quad (\text{A.2})$$

$$Z_3 = s_{31}Z_1 + s_{32}Z_2 + s_{33}Z_3 + s_{34}Z_4 + p_3Y', \quad (\text{A.3})$$

$$Z_4 = s_{41}Z_1 + s_{42}Z_2 + s_{43}Z_3 + s_{44}Z_4 + p_4Y', \quad (\text{A.4})$$

где Z_1', Z_2', Z_3', Z_4' – значения переменных Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 рассчитанных на предыдущей точке профиля;

s_{ij} и p_j – коэффициенты, рассчитываемые для интервала dx между точками профиля ;

Y' – продольный уклон между рассчитываемой и предыдущей точками профиля, определяемый по формуле:

$$Y' = \frac{(Y_k - Y_{k-1})}{dx} \quad (\text{A.5})$$

здесь Y_k, Y_{k-1} – отметки профиля рассчитываемой и предыдущей точек.

Для первой точки профиля переменные уравнений (A.1)-(A.4) определяют по формулам:

$$Z_1' = Z_3' = \frac{(Y_2 - Y_1)}{11}, \quad (\text{A.6})$$

$$Z_2' = Z_4', \quad (\text{A.7})$$

$$a = \frac{11}{dx} + 1, \quad (\text{A.8})$$

где Y_1 – отметка первой точки профиля;

Y_a – отметка точки профиля на расстоянии a от начальной точки, определенном по формуле (A.8);

dx – интервал между точками профиля.

Определение ровности измерительным оборудованием типа толчкомер

Метод основан на воздействии неровностей дорожного покрытия на подвеску автомобиля.

Продольная ровность дорожного покрытия при использовании данного метода характеризуется суммарным перемещением подвески микроавтобуса, которое регистрирует толчкомер на километр дороги. Настоящий метод обеспечивает получение результатов измерений с точностью до 10%.

Измерительная установка, включающая:

- микроавтобус;
- информационно-регистрирующее устройство;
- толчкомер с погрешностью измерения продольной ровности дорожных покрытий 5%;
- устройство для измерения расстояния с погрешностью измерения 1%;
- рабочее программное обеспечение, обеспечивающее фиксацию значения продольной ровности дорожного покрытия по каждому 100-метровому участку дороги.

– Вспомогательные средства измерения:

- манометр шинный ручного пользования типа МТИ по ГОСТ 9921 с диапазоном измерения от 0 до 1 МПа, ценой деления 0,01 МПа;
- термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646 с диапазоном измерения от 0°С до 55°С, ценой деления 1°С;
- набор гирь по ГОСТ 7328 с диапазоном измерения от 0 до 6 кг, классом точности 6.

Измерения следует производить при температуре воздуха не ниже 0°С. Покрытие дороги не должно быть мокрым. Измерения следует выполнять по каждой полосе движения транспортных средств.

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы:

- измерить температуру воздуха;
- измерить давление воздуха в шинах колес микроавтобуса измерительной установки манометром; давление воздуха в шинах колес микроавтобуса измерительной установки должно быть в пределах от 0,22 до 0,25 МПа;
- проверить кузов микроавтобуса измерительной установки на наличие посторонних предметов, при измерениях продольной ровности дорожного покрытия нагрузка в кузове микроавтобуса измерительной установки не должна превышать 2,5 кН;
- очистить толчкомер от пыли и грязи;
- проверить надежность креплений измерительного оборудования;
- проверить натяжение троса толчкомера при помощи подвешивания гирь общей массой 6 кг к концу троса, при этом фиксируют положение пружины, которое должно быть таким же и при подсоединении троса к заднему мосту микроавтобуса измерительной установки;
- подключить и проверить работоспособность программного обеспечения измерительного оборудования;
- проверить работоспособность измерительного оборудования и программного обеспечения путем пробного проезда измерительной установки по участку дороги длиной 300 м. Результаты пробных измерений проконтролировать на мониторе.

Порядок проведения измерений

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

- установить микроавтобус измерительной установки на расстоянии не менее 100 м от точки начала измерений;
- активизировать программное обеспечение и зафиксировать местоположение начала измерений;
- начать движение измерительной установки с ускорением, чтобы к точке начала измерения скорость соответствовала требуемой; скорость движения измерительной установки при измерениях должна быть (50 ± 5) км/ч;

- контролировать по монитору скорость движения измерительной установки и измеренное расстояние, значения продольной ровности дорожного покрытия по каждому 100-метровому участку дороги;
- фиксировать каждый километровый знак, установленный на дороге;
- по окончании измерений дезактивировать программное обеспечение и проверить наличие информации.
- Запись информации по каждому 100-метровому участку дороги в файле должна производиться по форме, представленной в таблице 5. 3.

Таблица 3. 3

Участок дороги, км		Значение продольной ровности, см	Скорость измерительной установки, км/ч
начало	конец		

Алгоритм обработки результатов измерений

Обработку результатов измерений необходимо выполнять по значениям продольной ровности дорожного покрытия 100-метровых участков.

Рассчитать значение продольной ровности дорожного покрытия на 100-метровом участке, приведенное к значению продольной ровности на 1 км дороги с точностью до 1 см/км по формуле

$$S_{100} = \frac{S_{изм.i} \cdot 1000}{100} \quad (3.2)$$

где S_{100} – значение продольной ровности дорожного покрытия 100-метрового участка, приведенное к километровому, см/км;

$S_{изм}$ – измеренное значение продольной ровности дорожного покрытия на 100-метровом участке, см/км.

Рассчитать значение продольной ровности дорожного покрытия километрового участка $S_{км}$ с точностью до 1 см/км по формуле

$$S_{км} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{изм.i} \cdot 1000}{L_{изм}}, \quad (3.3)$$

где $S_{изм i}$ – измеренные значения продольной ровности дорожного покрытия 100-метровых участков, см/км;

$L_{изм}$ – измеренное расстояние между километровыми знаками, установленными на дороге, м.

По результатам проведенных измерений оформляют протокол.

Лабораторная работа №4

Оценка сцепных качеств дорожного покрытия. Определение фактического коэффициента сцепления на автомобильной дороге.

Сцепные качества дорожных покрытий характеризуются коэффициентом сцепления и шероховатостью дорожного покрытия.

Коэффициент сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием – отношение максимального касательного усилия, действующего вдоль дорожного покрытия на площади контакта сблокированного колеса автомобиля с дорожным покрытием, к нормальной реакции в площади контакта колеса автомобиля с дорожным покрытием.

Коэффициент сцепления на покрытии соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие:

$$K_{\text{сц, ф}} \geq K_{\text{сц, норм}}, \quad (4.1)$$

где $K_{\text{сц, ф}}$ – измеренное значение коэффициента сцепления с учетом температурной поправки;

$K_{\text{сц, норм}}$ – требуемое значение коэффициента сцепления для эксплуатируемых дорог, принимаемое по таблице 6.1.

Таблица 4.1 – Требуемые значения коэффициента сцепления для эксплуатируемых автомобильных дорог

Категория автомобильной дороги	I	II–III	IV–VI
Коэффициент сцепления	0,45	0,42	0,40

Требования к коэффициенту сцепления на покрытии по условиям безопасности установлены в СТБ 1291, для участков дорог вводимых в эксплуатацию, при возведении и ремонте, установлены в ТКП 45-3.03-19.

При измерении коэффициента сцепления применяется оборудование с полной или частичной блокировкой рабочего колеса, оснащенное системой увлажнения покрытия.

Измерение коэффициента сцепления прибором ПКРС выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 30413. Измерение портативными приборами выполняют в соответствии с требованиями СТБ 1566. Значение коэффициента сцепления, измеренное различными методами, должно приводиться к стандартизированному методу.

Участки дорог, на которых невозможно обеспечить установленную нормами безопасную скорость движения транспортного средства и не позволяющих выполнять измерения передвижными лабораториями, а также на участках с дефектностью 3-го уровня допускается применять портативные приборы для измерения коэффициента сцепления. Эти участки классифицируют как участки со стесненными условиями проведения работ.

Определение коэффициента сцепления прибором ПКРС



Основные параметры прицепного прибора и краткая характеристика установки:

- размеры шины по ГОСТ 20993, дюймы — 6,00—13; 6,15—13; 6,40— 13 и 6,45-13;
- тип протектора — с рисунком при глубине его не менее 1,0 мм; давление воздуха в шине, кПа — 170 ± 20 ($1,7 \pm 0,2$ кгс/см²);
- нагрузка на колесо, кН — $3 \pm 0,03$ (300 ± 3 кгс);
- максимальное радиальное биение обода и шины колеса, мм — $2 \pm 0,2$;
- максимальный статический дисбаланс колеса, г/см — 50 ± 5 ; норма увлажнения покрытия, л/м² — $1 \pm 0,2$;
- скорость движения, км/ч — 60;
- общая погрешность измерений, % — ± 4 ;
- пределы измерения величины коэффициента сцепления — 0,1 — 1,0.

Подготовка к испытаниям

Новая шина должна пройти обкатку не менее 300 км при скорости 60—80 км/ч, после чего колесо шины должно быть отбалансировано. Подготовленное колесо не должно использоваться при переездах автомобильной установки на дальние расстояния (более 100 км). При износе протектора до оставшейся глубины рисунка менее 1,0 мм дальнейшее использование шины для измерения коэффициента сцепления должно быть прекращено. Перед началом испытаний установка должна проехать не менее 5 км со скоростью 60 км/ч. Во время проведения испытаний необходимо измерять температуру воздуха.

Проведение испытаний

На дорогах и улицах, находящихся в эксплуатации, испытания проводят при движении испытательного колеса по полосе наката левых колес автотранспортных средств, использующих данную полосу движения, а на дорогах и улицах с вновь устроенным покрытием — в пределах всей ширины полосы движения. Испытания следует проводить при температуре воздуха не ниже 0 °С. Во время проведения испытаний скорость поступательного движения испытательного колеса не должна отклоняться от заданной величины более чем на ± 5 км/ч. На каждом из испытываемых участков длиной не менее 1 км необходимо выполнить не менее пяти испытаний. Продолжительность каждого испытания должна составлять 3 - 4 с. При проведении испытания увлажнение поверхности дороги следует начинать не позже чем за 0,5 с до начала торможения испытательного колеса и заканчивать одновременно с окончанием его торможения. Ширина полосы увлажнения должна быть не менее удвоенной ширины шины испытательного колеса. Полученные величины коэффициента сцепления следует откорректировать в соответствии с данными таблицы 4.1.

Таблица 4.2. — Величина температурной поправки к коэффициенту сцепления

Температура воздуха, °С	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
Величина поправки	-0,06	-0,04	-0,03	-0,02	0	+0,01	+0,02	+0,02	+0,02

Определение коэффициента сцепления прибором ударного действия типа ППК

Метод основан на имитации процесса скольжения сблокированного колеса автомобиля по дорожному покрытию. Метод испытаний обеспечивает получение значений коэффициента сцепления с точностью до 10%.

Портативный прибор Кузнецова (ППК) имеет диапазоном измерения коэффициента сцепления от 0,05 до 0,65, ценой деления 0,01, погрешностью измерения 5%.

Средства измерений

- нивелир Н-3 по ГОСТ 10528 с погрешностью измерения ± 2 мм;
- рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502;
- рейка нивелирная по ГОСТ 10528 с диапазоном измерения от 0 до 3000 мм, ценой деления 10 мм;
- термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646 с диапазоном измерения от 0°C до 55°C , ценой деления 1°C ;

Материалы, вещества:

вода по СТБ 1114 или СТБ 1188.

Условия проведения испытаний

Испытания проводят на каждой полосе движения по полосе наката. Температура воздуха должна быть не ниже 0°C . Коэффициент сцепления следует определять через каждые 200 м. Дорожное покрытие в местах измерения должно быть мокрым.

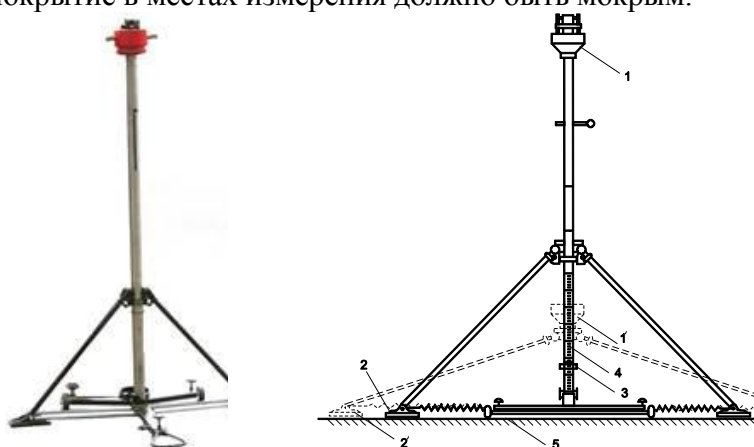


Рис. 4.1. Схема проведения испытаний по определению коэффициента сцепления прибором ППК

1 – положение груза до проведения испытаний; 1' – положение груза после проведения испытаний; 2 – положение имитаторов до проведения испытаний; 2' – положение имитаторов после проведения испытаний; 3 – измерительное кольцо; 4 – шкала прибора; 5 – мокрое покрытие

Порядок подготовки к проведению испытаний

При подготовке к проведению испытаний необходимо выполнить следующие работы:

- измерить температуру воздуха;
- установить с помощью рулетки местоположение точек измерения коэффициента сцепления;
- определить с помощью нивелира и рейки продольный уклон участка дороги;
- результаты измерений занести в таблицу 4.3.

Порядок проведения испытаний

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 6.3.
- Схема проведения испытаний приведена на рисунке 6.1

Таблица 4.3 Результаты испытаний

Местоположение точек измерения Ксц, км+м	Значения коэффициента сцепления Ксц				Продольный уклон участка дороги, ‰	Температура воздуха, °С	Поправки к коэффициенту сцепления Ксц в зависимости		Значение коэффициента сцепления Ксц с учетом поправок
	1 испытание	2 испытание	3 испытание	Среднее			от продольного уклона участка	от температуры воздуха	

Алгоритм обработки результатов испытаний

- Обработку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:
- вычислить среднее арифметическое значение коэффициента сцепления на каждой точке по результатам трех измерений;
- откорректировать значение коэффициента сцепления с учетом поправок на продольный уклон участка дороги (по таблице 4.4.) и на температуру воздуха согласно ГОСТ 30413 и занести в таблицу 4.3.

Таблица 4.4. – Поправки к коэффициенту сцепления в зависимости от продольного уклона участка дороги

Значения продольного уклона участка дороги, ‰	От 30 до 50	От 51 до 70	От 71 до 100
Поправка к коэффициенту сцепления	–0,01	–0,02	–0,03

Примечание – При уклонах менее 30 ‰ поправка к коэффициенту сцепления принимается равной нулю.

Определения коэффициента сцепления прибором маятникового типа

Метод основан на трении резинового образца в виде маятника с поверхностью дорожного покрытия. Метод обеспечивает получение значений коэффициента сцепления с точностью до 10%.

Средства испытаний

Прибор TRRL с диапазоном определения показателя сцепления от 0 до 160, погрешностью измерения 5%.

Средства измерений:

- нивелир Н-3 по ГОСТ 10528 с погрешностью измерения 2 мм;
- рейка нивелирная по ГОСТ 10528 с диапазоном измерения от 0 до 3000 мм, ценой деления 10 мм;

- термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646 с диапазоном измерения от 0°С до 55°С, ценой деления 1°С;
- рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502.
- Материалы, вещества:
- вода по СТБ 1114 или СТБ 1188.

Схема проведения испытаний приведена на рисунке 4.2.

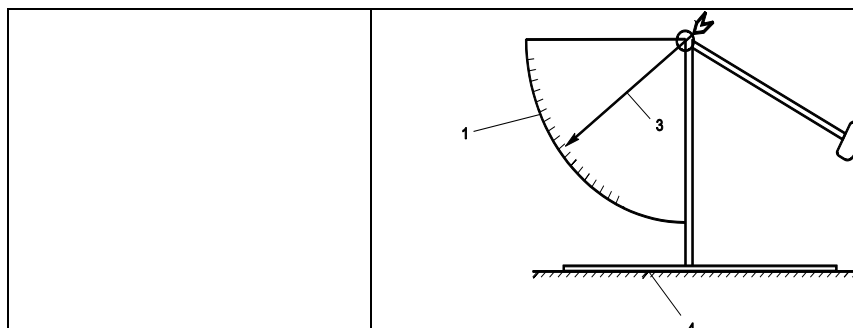


Рис. 4.2. Схема проведения испытаний по определению коэффициента сцепления прибором маятникового типа: 1 – шкала прибора; 2 – маятник; 3 – стрелка; 4 – мокрое покрытие

Условия проведения испытаний

Испытания следует проводить по полосе наката на каждой полосе движения дороги с продольным уклоном на участке не более 10%. Температура воздуха должна быть не ниже 0°С. Коэффициент сцепления следует измерять через каждые 200 м. Дорожное покрытие в местах измерения должно быть мокрым.

Порядок проведения испытаний

При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

- измерить температуру воздуха;
- установить прибор в точке измерения коэффициента сцепления;
- зафиксировать маятник прибора в верхнем положении;
- увлажнить дорожное покрытие водой по траектории движения маятника, из расчета 0,05 л на каждое измерение;
- отпустить маятник, чтобы он совершил одно колебание по покрытию, остановив рукой обратное движение;
- по стрелке на шкале прибора зафиксировать значение показателя сцепления;
- в каждой точке выполнить по три измерения;

Алгоритм обработки результатов испытаний

Обработку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- вычислить среднее арифметическое значение показателя сцепления на каждой точке по результатам трех измерений;
- откорректировать значение показателя сцепления с учетом поправки на температуру воздуха по таблице 4.5 ;
- откорректированные значения показателя сцепления привести к значениям коэффициента сцепления.

Таблица 4.5 – Значение поправки к показателю сцепления в зависимости от температуры воздуха

Температура воздуха, °С	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Поправка к показателю сцепления	-7	-5	-3	-2	0	+1	+2	+3	+4

Лабораторная работа №5

Оценка сцепных качеств дорожного покрытия. Определение шероховатости на моделях дорожных покрытий

Оценка **шероховатости покрытия** проезжей части характеризуется значением средней глубины впадин $h_{\text{ср}}$ по методу «песчаное пятно». Предельно допустимые значения средней глубины впадин эксплуатируемых покрытий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Предельно допустимые значения шероховатости для эксплуатируемых дорожных покрытий

Категория автомобильной дороги	I–II	III	IV	V–VI
Минимальное значение средней глубины впадин $h_{\text{ср}}$, мм	0,45	0,43	0,40	0,35

Определение шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»

Метод основан на определении средней глубины впадин покрытия с помощью песка. Настоящий метод измерений обеспечивает получение значений шероховатости дорожных покрытий с точностью до 5%.

Средства измерений:

- линейка металлическая с верхним пределом измерений 300 мм по ГОСТ 427;
- термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646 с диапазоном измерения от 0°С до 55°С, ценой деления 1°С;
- два мерных стаканчика объемом 10 и 25 см³ по ГОСТ 1770.
- Вспомогательное оборудование:
- диск диаметром 100 мм.

Материалы, вещества:

- диск металлический с резиновой накладкой диаметром 100 мм.
-

Условия измерений

Измерения следует производить при температуре воздуха не ниже 0 °С. Дорожное покрытие и песок должны быть сухими. Измерение шероховатости дорожного покрытия следует выполнять на каждой полосе движения по одной полосе наката дороги из расчета не менее 5 точек на 1 км.

Порядок подготовки к проведению измерений

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.



Порядок проведения измерений

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 5.2;
- выполнить два повторных измерения шероховатости дорожного покрытия.

Схема проведения измерений приведена на рисунке 5.1.

Таблица 5.2. - Результаты испытаний

Местоположение точек км+м	Номер полосы движения дороги	Диаметр песчаного пятна, мм												Значение средней глупины впадин $h_{срi}$, мм			$h_{ср}$, мм
		1 измерение				2 измерение				3 измерение				1 измерение	2 измерение	3 измерение	
		D1,	D2	D3	D _{ср}	D1	D2	D3	D _{ср}	D1,	D2	D3	D _{ср}				

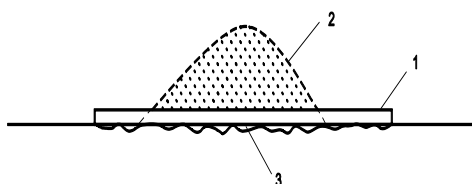


Рис .5.1. Схема проведения измерений по определению шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»:

1 – диск; 2 – песок до распределения диском; 3 – песок после распределения диском

Обработку результатов измерений следует выполнять в следующей последовательности:

- рассчитать среднее арифметическое значение диаметра песчаного пятна $D_{ср}$ с точностью до 0,01 см.
- рассчитать среднюю глубину впадин $h_{срi}$ по каждому измерению с точностью до 0,01 мм по формуле

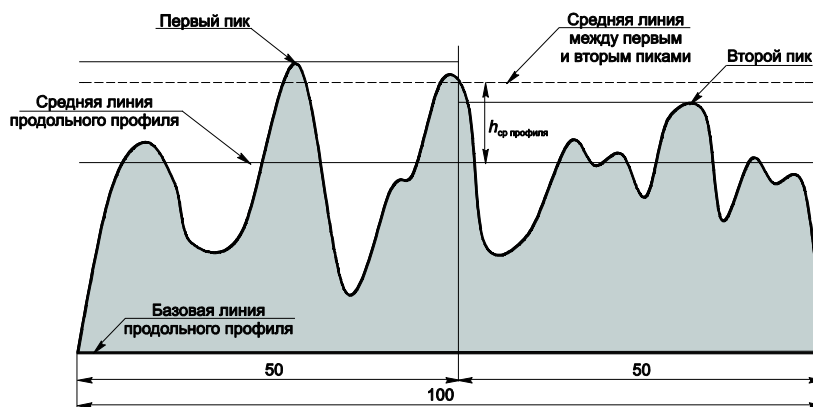
$$h_{cp,i} = \frac{40V}{\pi D_{cp}^2}, \quad (5.1.)$$

где V – объем песка, распределенного по поверхности дорожного покрытия, см^3 ;
 D_{cp} – средний диаметр песчаного пятна, см .

Рассчитать среднее арифметическое значение средней глубины впадин h_{cp} в каждой точке.

Определение шероховатости дорожных покрытий методом профилирования

Метод основан на определении бесконтактным способом, с помощью лазерного сенсора, величины, образованной средней линией продольного профиля дорожного покрытия и средней линией между двумя максимальными пиками базовой линии. Метод обеспечивает получение результатов измерений с точностью до 5%.



Размеры в миллиметрах

При применении метода профилирования оценка шероховатости выполняется по каждому десятиметровому участку дорожного покрытия.

Измерительная установка, включает: микроавтобус; лазерный сенсор с диапазоном измерения от 0 до 375 мм, дальностью измерения не менее 200 мм, погрешностью измерения до 3%; управляющее устройство лазерного сенсора; информационно-регистрирующее устройство; блок питания; программное обеспечение.

Схема определения шероховатости дорожных покрытий методом профилирования приведена на рисунке 5.2. Дорожное покрытие должно быть очищено от пыли и грязи. На вновь уложенных асфальтобетонных дорожных покрытиях измерения следует выполнять не ранее чем через месяц после их устройства. Измерения следует выполнять по каждой полосе движения дороги при температуре воздуха не ниже 0°C . Отметки продольного профиля должны измеряться с шагом не менее 0,3 мм.

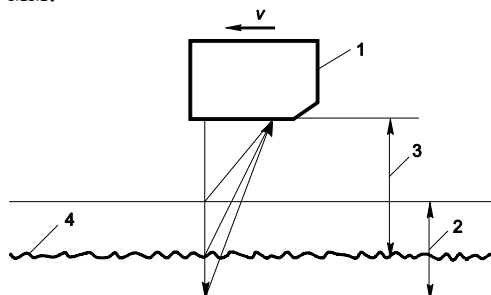


Рис. 5.2. Схема определения шероховатости дорожных покрытий методом профилирования:

v – скорость движения измерительной установки; 1 – лазерный сенсор; 2 – диапазон измерений; 3 – дальность измерения; 4 – профиль дороги

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы:

- определить максимальную скорость движения измерительной установки v , м/сек, при измерении с точностью до 1 м/сек по формуле 5.2.

$$v = fl, \quad (5.2)$$

где f – частота лазерного сенсора, Гц;

l – шаг измерений, м;

- измерить температуру воздуха;
- проверить надежность крепления оборудования;
- очистить лазерные сенсоры от пыли и грязи;
- подать питание на измерительное оборудование не менее чем за 15 мин до начала измерений;
- проверить работоспособность оборудования и программного обеспечения путем пробного проезда измерительной установки по участку дороги длиной 300 м. Результаты пробных измерений проконтролировать на мониторе.

Порядок проведения измерений

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

- установить измерительную установку на расстоянии 50 м от начала измерений;
- активизировать программное обеспечение;
- начать движение измерительной установки, чтобы к началу измерений скорость ее не превышала максимальную, определенную по формуле (5.2.);
- зафиксировать местоположение начала измерений;
- фиксировать каждый километровый знак, установленный на дороге;
- контролировать по монитору скорость движения измерительной установки и измеренное расстояние.
- по окончании измерений дезактивировать программное обеспечение и проверить наличие информации.

Алгоритм обработки результатов измерений

Обработку результатов измерений следует выполнять в следующей последовательности:

- принять для расчета шероховатости дорожного покрытия длину базовой линии равной 100 мм.
- определить для каждой базовой линии среднюю линию продольного профиля дорожного покрытия;
- разделить базовую линию на два равных участка протяженностью по 50 мм;
- определить максимальный пик выступа продольного профиля дорожного покрытия на каждом из двух участков базовой линии (первый пик и второй пик);
- определить среднюю глубину продольного профиля дорожного покрытия $h_{\text{ср. профил}}$, как расстояние от средней линии между первым и вторым пиками до средней линии продольного профиля дорожного покрытия;
- привести значение шероховатости дорожного покрытия, определенной методом профилирования, к значению по методу «песчаное пятно» с точностью до 0,01 мм по формуле:

$$h_{\text{ср. профил}} = 0,2 + 0,8h_{\text{ср. профил}} \quad (5.3.)$$

Лабораторная работа № 6

Паспортизация автомобильных дорог с использованием передвижной лаборатории на базе ГАЗ-32213 с измерительным комплексом КП-514 СМП-07

1.1. Назначение системы

Модуль «**Электронный полевой журнал**» является составной частью программно-измерительного комплекса «Дорога – 2011», установленного на передвижной диагностической лаборатории.

Данная программа предназначена для фиксации объектов инженерного оборудования и обустройства дороги, объектов сервиса и автотранспортной службы, элементов придорожной полосы и полосы отвода.

Для фиксации объектов используется специализированная клавиатура, которая значительно упрощает работу, снижает риск ошибки оператора при фиксации объектов и характеристик автодороги.

В основу клавиатуры для фиксации характерных точек выбрана одна из надежных и долговечных клавиатур фирмы Preh (Германия). Данная клавиатура проста и удобна в использовании.

Ввод объектов в программу осуществляется по нажатию одной клавиши или простейшей комбинации нескольких клавиш. Все клавиши специализированной клавиатуры подписаны и имеют наглядное изображение характерного объекта или участка.



Рис. 1.1. Образец клавиатуры для фиксации объектов

1.2. Запуск программы

Для запуска программно-измерительного комплекса «Дорога - 2011» необходимо, либо на

рабочем столе компьютера щелкнуть левой кнопкой мыши по пиктограмме программы ПИК Дорога 2011, либо запустить исполняемый файл –Road2011.exe, либо выбрать соответствующий пункт из меню Пуск – ПИК «Дорога – 2011».

В результате откроется окно инициализации пользователей, по умолчанию:

- в строке ввода **Пользователь** необходимо ввести «user»;
- в строке ввода **Пароль** – оставить не заполненной.

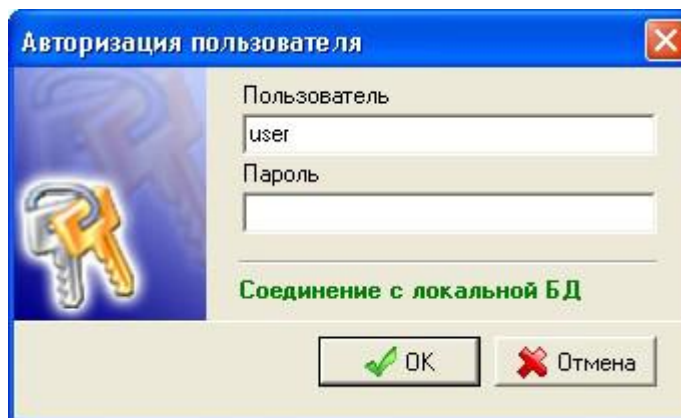


Рис. 1.2. Окно инициализации пользователей

В следующих версиях программ, имена и пароли будут устанавливаться системным администратором. В случае неверно указанных данных, в соответствующем окне, программа выведет

сообщение об ошибке (рис. 1.3), где нажав кнопку [OK], вы сможете повторно ввести имя и пароль.

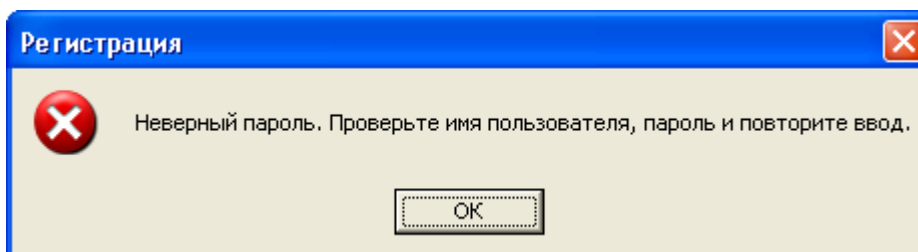


Рис. 1.3. Сообщение о неверно введенном имени пользователя и пароле

При правильно введенных данных открывается главное окно программы (см. Рис. 1.4).

1.3. Главное окно программы

После запуска программы открывается главное окно программы (см. Рис. 1.4), которое включает в себя следующие панели:

- главное меню – команды программы, разделенные на несколько групп по логическим признакам;
- панель списка настроек программы – обеспечивает быстрый доступ к настройке любой измерительной системы;
- панель списка руководств пользователя – обеспечивает быстрый доступ к документации по работе с измерительными системами;
- информационная панель – панель отображает информацию о назначении системы, разработчике программного обеспечения, обладателе лицензии, текущем составе дорожной лаборатории. Кроме того включает в себя информацию о последнем измерении, последней обработанной дороге, памятку о проведении тарировок;
- **панель состояния измерительных систем** – показывает рабочее состояние измерительных систем, входящих в комплектацию дорожной лаборатории.



Рис. 1.4. Главное окно программы

2. РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ

2.1. Включение режима фиксации характерных точек

Перед началом фиксации дорожных объектов необходимо включить данный режим в список систем измерений, для этого:

- Запустите программно-измерительный комплекс «Дорога-2011» (см. п. 1).
- В меню главного окна программы из меню **Параметры** выберите пункт **Параметры системы измерения**.
- В открывшемся одноименном окне «**Параметры системы измерения**» перейдите на вкладку [Система измерения] и поставьте флажок в кнопке **Фиксация характерных точек**.

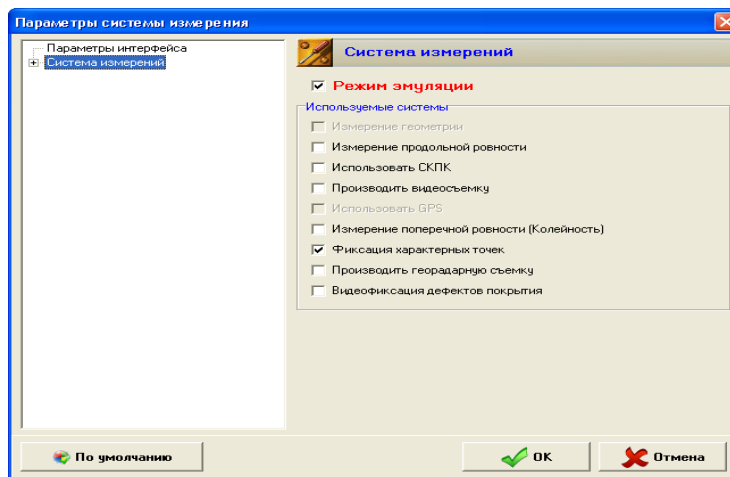


Рис. 2.1. Окно настроек системы измерения

– В окне «**Параметры системы измерения**» перейдите на вкладку [**Фиксация характерных точек**], на которой будет указан IP Адрес планшетного компьютера, но только в том случае, если в поставку лаборатории для ведения полевого журнала входит планшетный компьютер.

Система с использованием планшетного компьютера позволяет:

- выполнить экспресс проезд по дороге;
- зафиксировать с использованием специализированной клавиатуры максимально возможное количество характерных точек;
- синхронизировать базы между рабочим компьютером, установленным на лаборатории, и планшетным компьютером;
- с помощью «планшетника» зафиксировать дополнительные объекты, с использованием Web-камеры получить фотоснимки объектов или характерных участков.

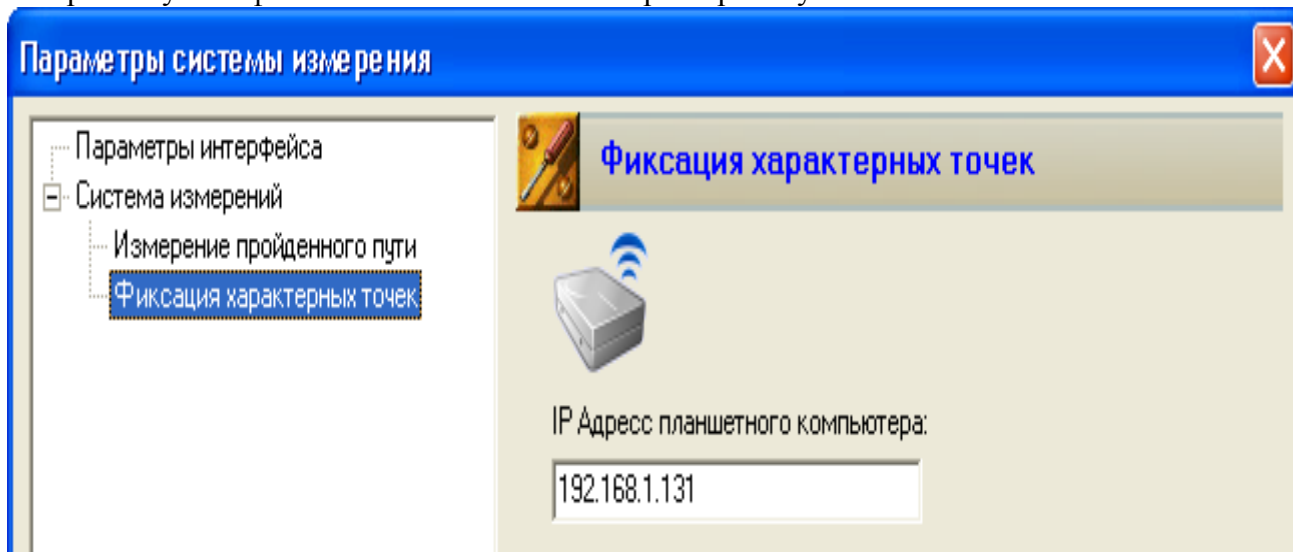
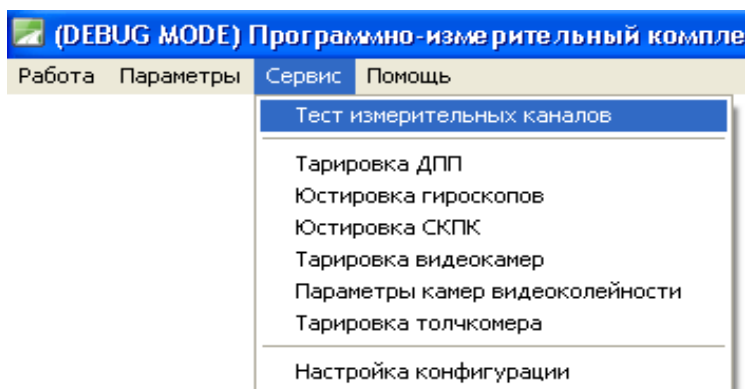


Рис. 2.2. Фрагмент окна настроек для фиксации характерных точек

2.2. Тест каналов

Перед проведением измерения необходимо убедиться в работоспособности оборудования.

Проверить поступление импульсов от датчиков измерения пройденного пути:



– Выберите из меню главного окна программы **Сервис** пункт **Тест измерительных каналов**.

– В открывшемся окне (см. Рис. 2.7) останьтесь на вкладке **/Общие/**.

– Проверьте поступление импульсов от датчика пройденного пути.

Значение импульса должно не прерывно меняться. Значение импульса «0» свидетельствует о нерабочем состоянии датчика. Отрицательное значение, говорит о том, что произошел сбой в настройке реверса для датчика пройденного пути.

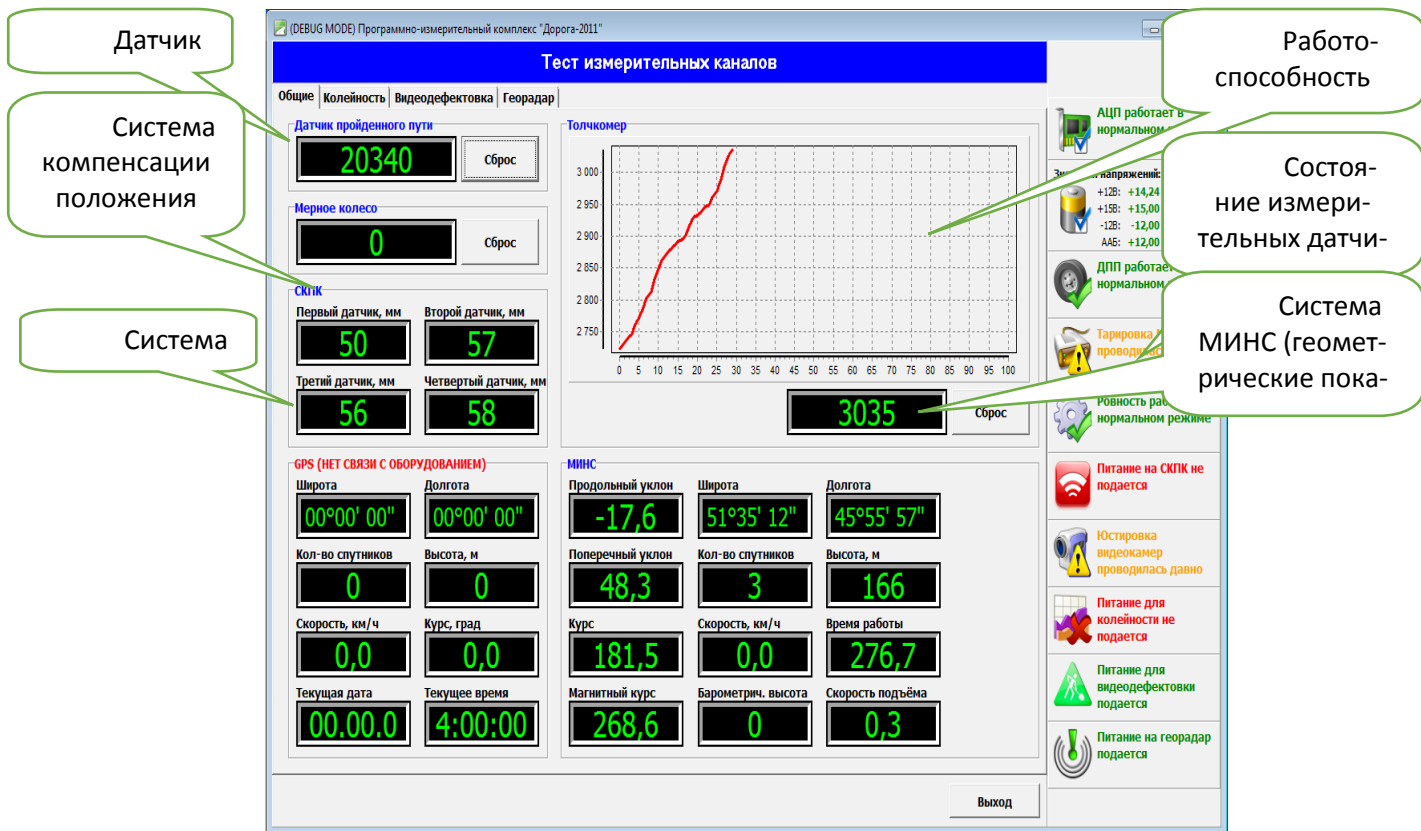


Рис. 2.3. Окно для теста каналов ровности и пройденного пути

2.3. Тарировка датчика пути

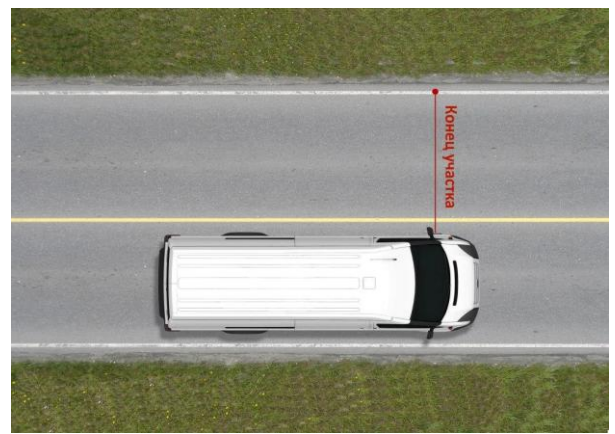
Данный режим позволяет на мерном участке подобрать поправочный коэффициент для используемого датчика измерения пройденного пути.

Данная операция должна осуществляться при эксплуатации лаборатории не реже чем 1 раз в день, при резких перепадах температуры в течение рабочего дня – порядка 2-х –3-х раз (утро, обед и вечер).

Для тарировки датчика пройденного пути необходимо выполнить следующие действия:

- Предварительно выбрать эталонный участок, участок с известной длиной. Протяженность участка должна составлять не менее 500 м. Промер эталонного участка должен проводиться с помощью сертифицированных средств измерения, имеющих соответствующее свидетельство о поверке или калибровке.

- Закрепить начало и конец мерного участка на местности и краской отметить его положение на покрытии. – Выставить лабораторию в начало измерительного участка (см. Рис. 2.4).

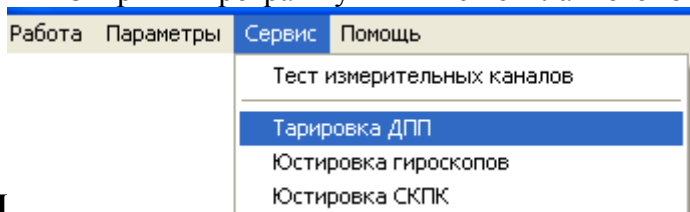


находиться на отметке начала участка.

Рис. 2.4. Положение лаборатории в начале и конце измерительного участка

Вертикальная ось колеса автомобиля должна

– Открыть программу и в меню главного окна **Сервис** выбрать пункт **Тарировка**



ДПП

– В открывшемся окне (см. Рис. 2.5) на панели **/Вид расчёта/** указать способ тарировки датчиков пройденного пути:

- ✓ **Только выбранный датчик на мерном участке** – при выборе этого режима ниже в списке датчиков необходимо выбрать тип самого датчика . В комплектацию лаборатории

Датчик пройденного пути: может входить один из трех датчиков: мерное колесо, энкодер и коробка передач. В последних версиях комплектации лаборатории используется датчик – «энкодер».

Принцип действия энкодеров основан на оптическом методе измерения угла поворота линейных перемещений, что обеспечивает высокую точность полученных.

- ✓ **Одновременно все датчики на мерном участке** – при выборе данного режима одновременно будет тарироваться все датчики измерения пройденного пути.

✓ **По эталонному датчику** – при выборе данного режима, используемые в измерительной системе датчики, будут тарироваться по эталонному (при его наличии). За эталонный датчик принимается мерное колесо, в связи с тем, что его показания не зависят от погодных условий.

– В том же окне мастера тарировки (Рис. 2.5) указать длину участка, используемого в качестве эталона **Длина мерного участка (м):** . Как было сказано ранее, длина мерного участка не должна составлять не менее 500 м.

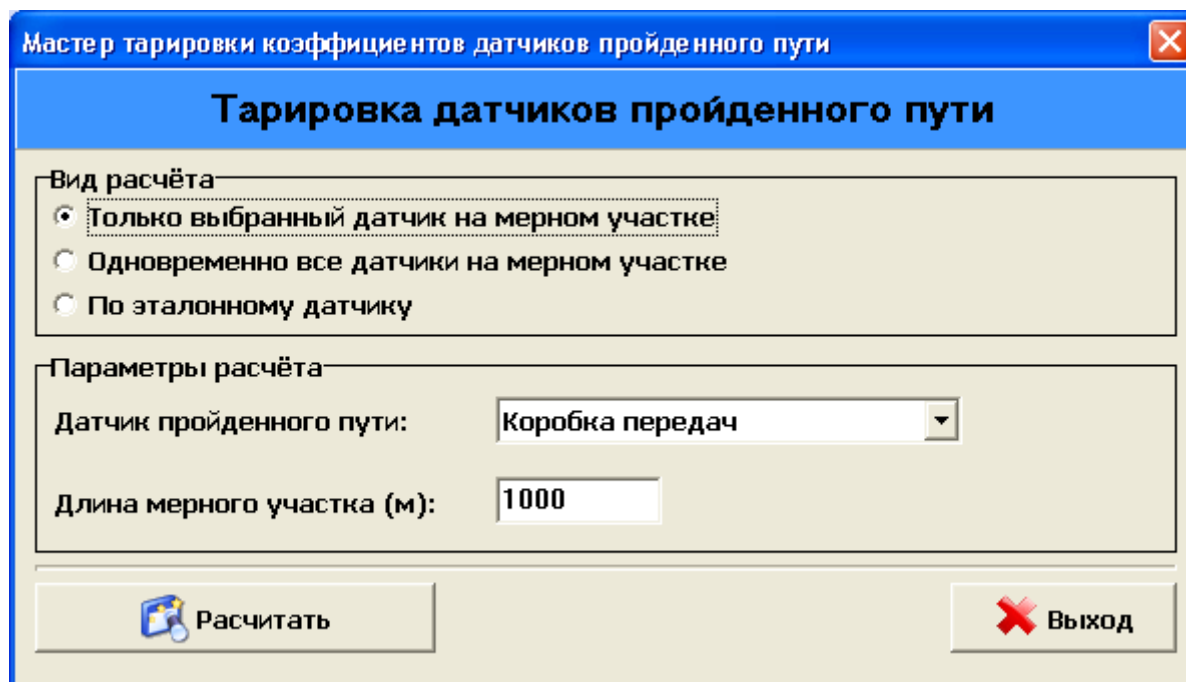


Рис. 2.5. Окно предварительных настроек тарировки датчика пройденного пути

– Выставив необходимые настройки, для продолжения работы в окне мастера тарировки нажать кнопку .

– Если лаборатория готова к проезду, в следующем окне мастера (см. Рис. 2.10) нажать кнопку **Начало участка** и начать движение лаборатории.

– Приближаясь к концу мерного участка, рекомендуется сбросить скорость и лабораторию выставить СТРОГО в конце мерного участка (см. Рис. 2.4), чтобы вертикальная ось колеса автомобиля находилась на отметке конца участка, не допуская переездов линии, нажать кнопку **Конец участка**. Программа перейдет в окно поправочных коэффициентов (см. Рис. 2.7).

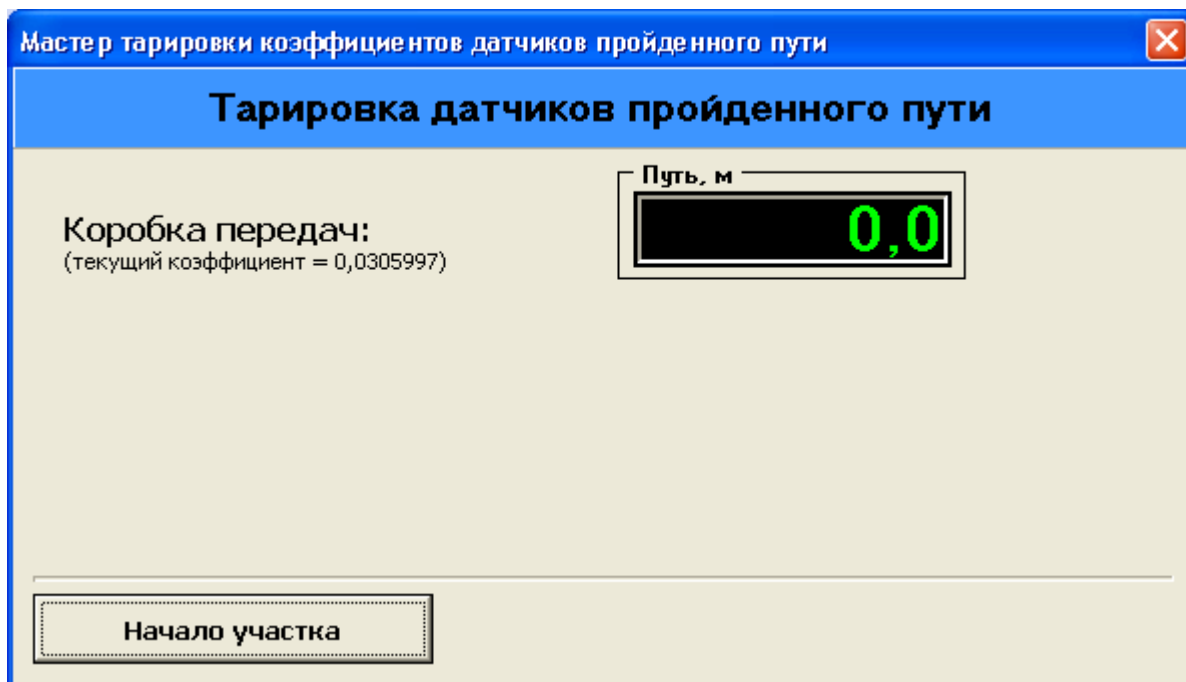


Рис. 2.6. Окно запуска подсчета пройденного пути

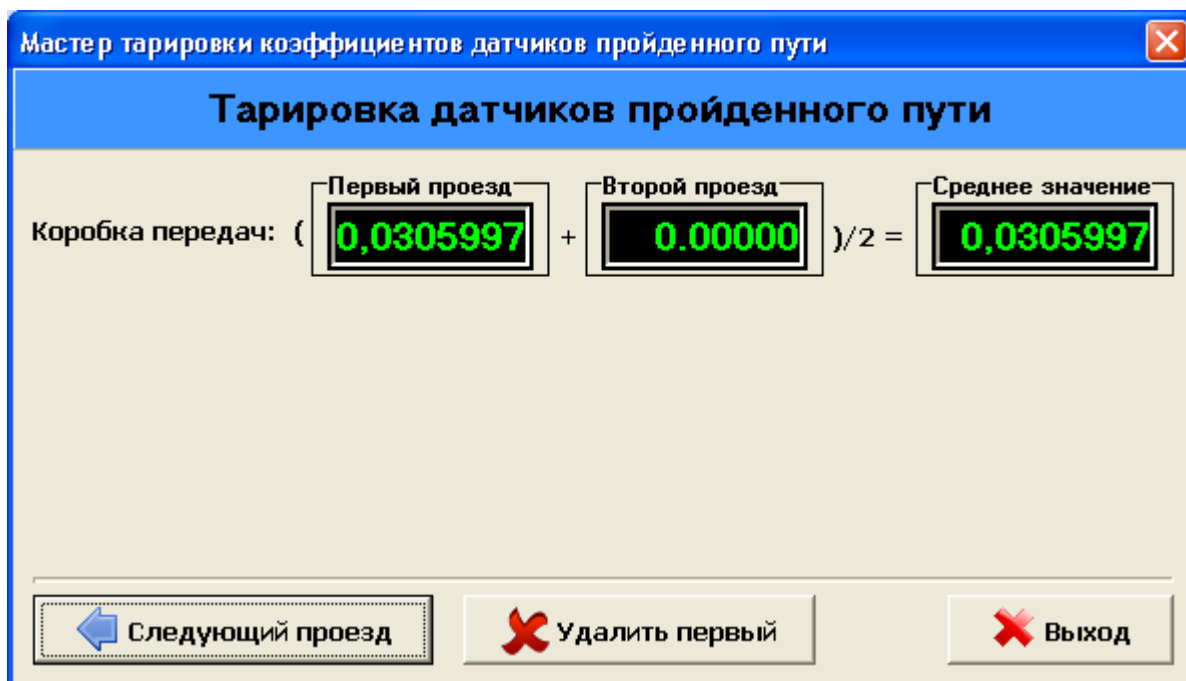
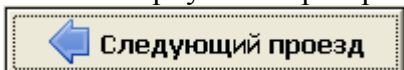


Рис. 2.7. Окно вывода поправочных коэффициентов

– Развернуть лабораторию и выставить её в начале конца мерного участка, нажать кнопку




ку (см. Рис. 2.7) и снова выполнить проезд, фиксируя начало и конец эталонного участка.

– Итоговый поправочный коэффициент на путь будет равен среднему значению между двумя проездами.

– Если какой-то из проездов выполнен не корректно, необходимо в окне вывода попра-

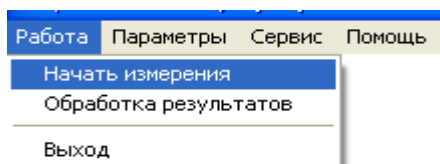
вочных коэффициентов нажать кнопку  и снова выполнить контрольный проезд.

– Для выхода из режима тарировки необходимо нажать кнопку .

2.4. Запуск режима измерения

Для проведения съемки необходимо выполнить следующие действия:


– В меню **Работа** главного окна программы выбрать пункт – **Начать измерения**



– В открывшемся окне указать код и название дороги, полосу (см. Рис. 2.9) и направление движения, категорию и тип дорожной одежды (см. Рис. 2.8). Для продолжения работы нажать кнопку [OK].

Занесение информации о дороге

Информация о дороге

Код дороги: * 0807010  Изменить

Наименование: * Подъезд к д. Белоносова от км 22+710 а/д

Начало участка (м): * 0

Направление: Прямое направление

Номер полосы: 1 полоса

Категория: I-а

Тип дорожной одежды: Капитальный

* Поля обязательные для заполнения

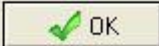
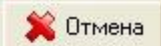
 

Рис. 2.8. Занесение информации о дороге

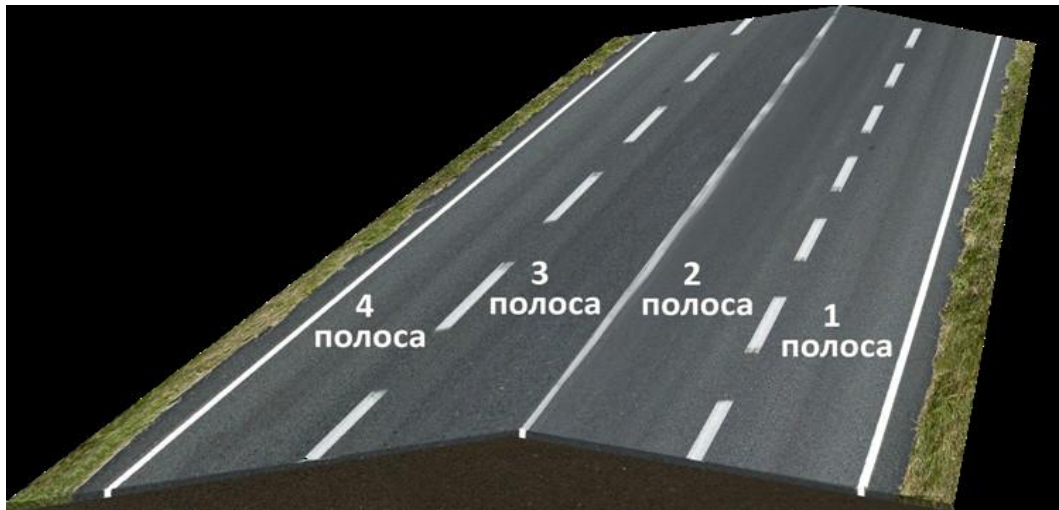


Рис. 2.9. Схема нумерации полос

– После ввода информации о дороге откроется окно проведения измерений. В открывшемся окне выбрать подходящий для работы шаблон

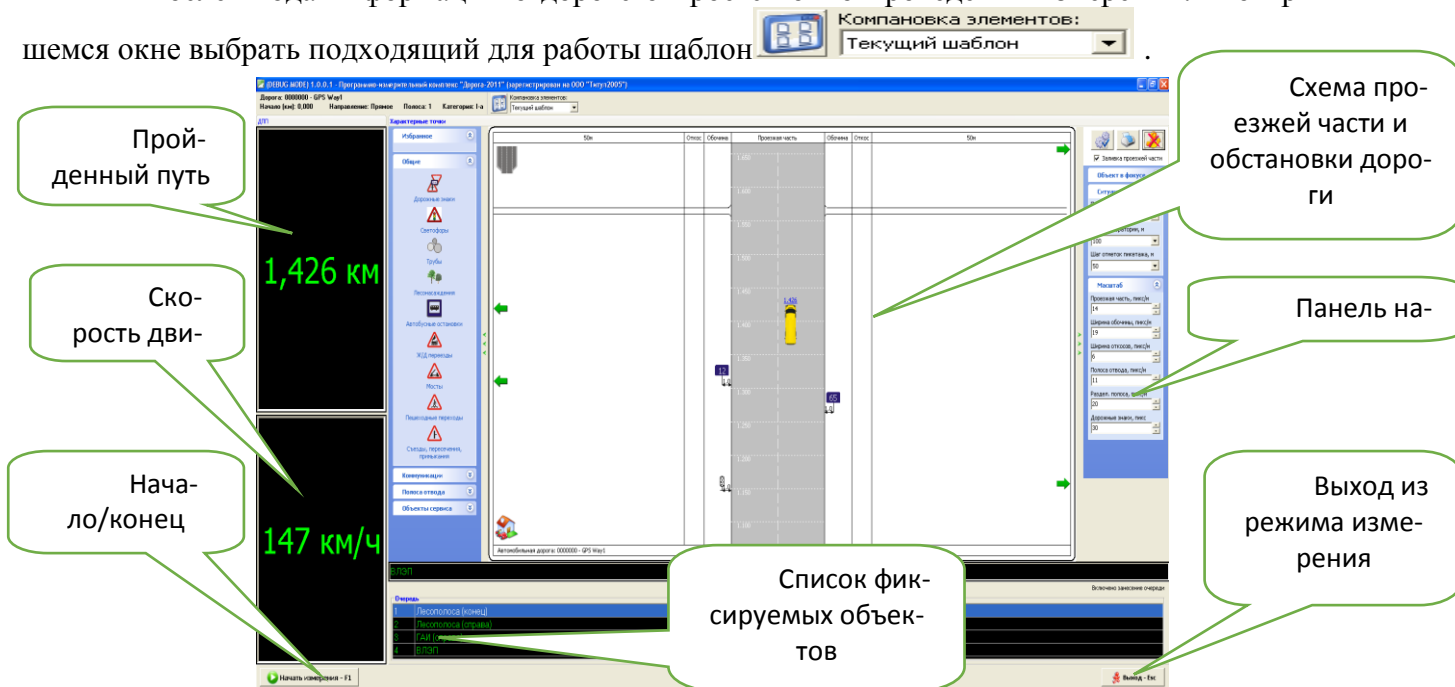





Рис. 2.10. Окно фиксации характерных точек

– При проезде начала участка необходимо нажать кнопку  **Начать измерения - F1** или клавишу на клавиатуре **<F1>**. С левой стороны окна отображается текущая скорость и пройденный путь в километрах.

– Объекты придорожного сервиса фиксируются с использованием специализированной клавиатуры, на которую размещено большинство наиболее часто используемых объектов дороги.

– По завершению участка измерения необходимо снова нажать клавишу **<F1>** или кнопку  **Конец участка - F1**.

– Для выхода из режима измерения нажать кнопку  **Выход - Esc** или клавишу **<Esc>**.

3. РЕЖИМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

3.1. Перенос информации на стационарный компьютер

Обработка данных может производиться сразу после проведения испытаний непосредственно в дорожной лаборатории или в камеральных условиях на стационарном компьютере.

При обработке данных в дорожной лаборатории достаточно перейти в режим обработки данных (см. п. 3), для обработки данных в камеральных условиях необходимо скопировать рабочие файлы с компьютера, установленного в дорожной лаборатории, на любой внешний носитель с последующим копированием на стационарный компьютер.

Для переноса информации по электронному полевому журналу с рабочего компьютера на стационарный необходимо выполнить следующие действия:

– На рабочем компьютере зайти в папку **Дорога 2011/ result/ код дороги**, как правило, она находится на диске **D/...**

– Скопировать на переносной винчестер или флэш карту все файлы с расширением ***.mes**, например . Имена рабочих файлов формируются по следующему принципу **XXXXXXXX_Zz_N_Y**, где:

- **XXXXXXXX** – код дороги;

- **Zz** – местоположение начала участка в метрах;

- **N** – номер полосы;

- **Y** – признак направления (0 - для прямого направления, 1 – для обратного направления).

Для четырех полосной дороги, при проезде по всем полосам, в указанной папке будет сформировано четыре рабочих файла.

– На стационарный компьютер рабочие файлы должны быть скопированы в ту же папку, что и на рабочем компьютере, **Дорога 2011/ result/ код дороги**.

3.2. Переход в режим просмотра и обработки данных

Для перехода в режим просмотра и обработки данных по видеофиксации дефектов необходимо выполнить следующие действия:

– Запустить программу (см. п. 1);

– Зайти в меню **Работа – Обработка результатов**.

– В правой части окна раскрыть список измеренных характеристик интересующей дороги и выбрать пункт **Поперечная ровность** (см. Рис. 3.1).

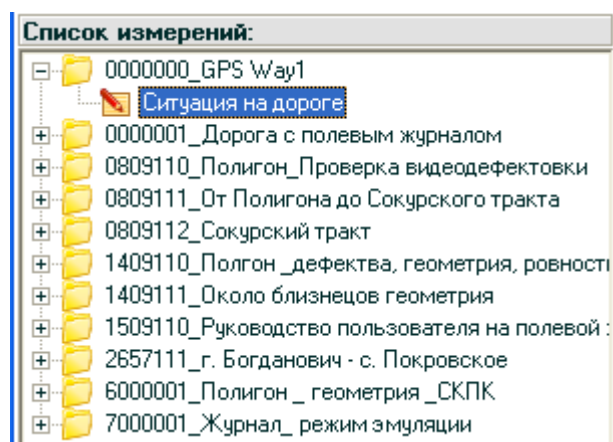


Рис. 3.1. Выбор информации о ситуации на дороге

– При желании можно подгрузить файлы видеосъемки автомобильной дороги (см. Рис. 3.2).

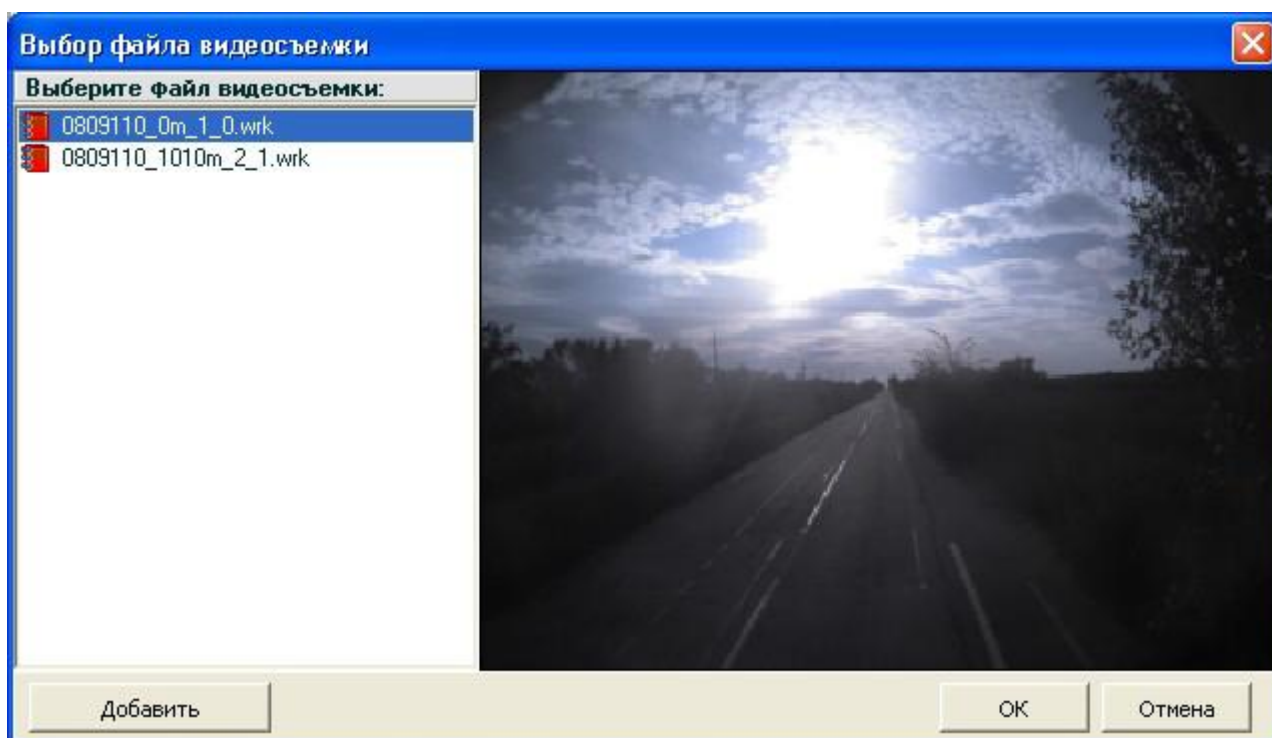


Рис. 3.2. Выбор файла видеосъемки

– В результате откроется окно, в котором представлена ситуация на автомобильной дороге со всеми зафиксированными во время измерения элементами, в верхней части окна отображается видеoinформация с трех камер. Для работы с видеoinформацией предусмотрены инструменты навигации. Описанные в руководстве пользователя на видеосистему.

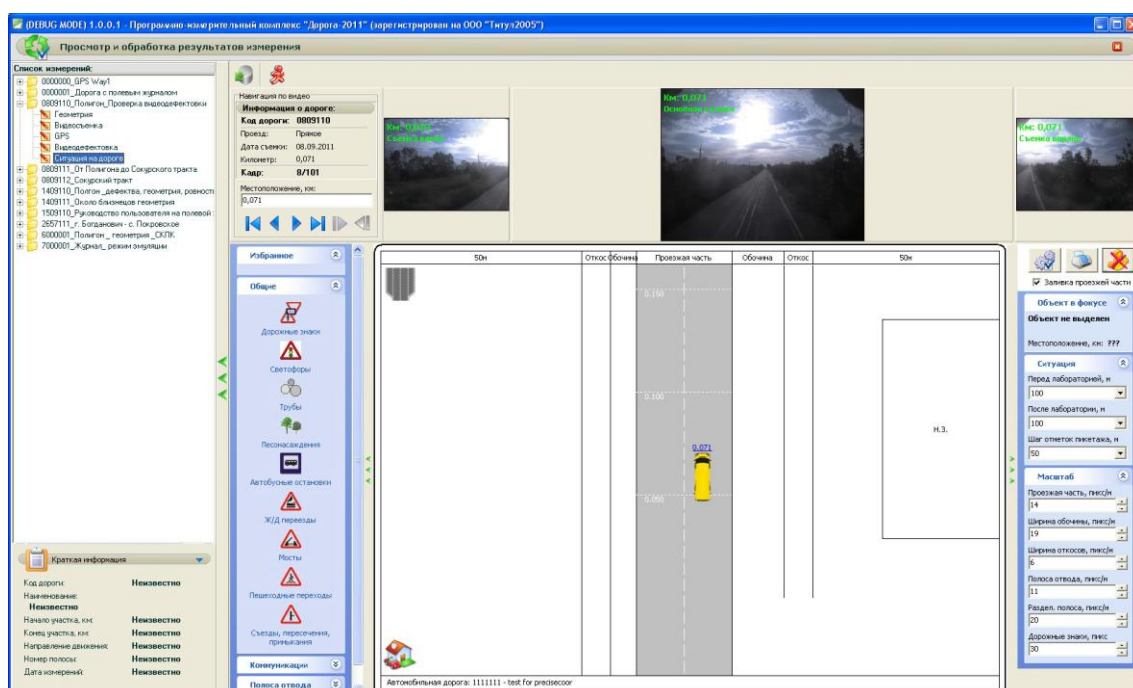


Рис. 3.3. Просмотр полевого журнала

– Инструменты редактирования, настройки, печати, добавления новых объектов аналогичные, как и в режиме измерения (см. п. 2).

Лабораторная работа № 7

Определение дефектности дорожных покрытий.

«Видеодефектовка покрытия» с использованием передвижной лаборатории на базе ГАЗ-32213 с измерительным комплексом КП-514 СМП-07

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ
 - 1.1. Назначение программы
 - 1.2. Запуск программы
2. РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЙ
 - 2.1. Настройка режима видеофиксации дефектов
 - 2.2. Тест каналов
 - 2.3. Начало съемки
3. РЕЖИМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
 - 3.1. Перенос информации на стационарный компьютер
 - 3.2. Переход в режим просмотра и обработки данных
 - 3.3. Фиксация дефектов
 - 3.4. Фиксация поперечных трещин
 - 3.5. Фиксация продольных трещин
 - 3.6. Фиксация сетки трещин
 - 3.7. Фиксация участков просадок и пучин дорожной одежды
 - 3.8. Фиксация участков проломов дорожной одежды
 - 3.9. Фиксация выбоин на покрытии
 - 3.10. Фиксация карт заделанных выбоин
 - 3.11. Фиксация залитых трещи на покрытии
 - 3.12. Фиксация поперечных волн/сдвигов
 - 3.13. Фиксация участков шелушения/выкрашивания
 - 3.14. Фиксация разрушений и ступенек в швах
 - 3.15. Фиксация мест скола и перекоса плит
 - 3.16. Группа дефектов по характерным участкам
 - 3.17. Объединение однотипных дефектов в характерные участки
 - 3.18. Классификация дефектов по группам
 - 3.19. Объединение характерных участков и исключение технологически коротких участков
 - 3.20. Определение бальной оценки состояния покрытия на каждом характерном участке
 - 3.21. Оценка соответствия состояния покрытия нормативным требованиям
 - 3.22. Объединение участков с однотипными баллами
4. ФОРМИРОВАНИЕ ВЕДОМОСТИ ДЕФЕКТОВ
5. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ РЕЖИМА ПРОСМОТРА И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ
 - 5.1. Удаление зафиксированных дефектов
 - 5.2. Копирование и сохранение изображения
 - 5.3. Навигация по видеокадрам проезжей части
 - 5.4. Выход из режима и обработки видеодефектовки

1. ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Назначение программы

Одной из задач мониторинга автомобильных дорог является выявление дефектов дорожного

покрытия. Данная информация лежит в основе объективной оценки состояния дорог, прогнозирования его изменения и планирования ремонтных работ.

Модуль «Видеодефектовка покрытия» является составной частью программно-измерительного комплекса «Дорога – 2011», установленного на передвижной диагностической лаборатории. Данная программа позволяет:

- производить видеосъемку покрытия автомобильной дороги линейной камерой с шириной захвата полосы 3,75 м и фиксацией дефектов размеров от 1 мм;
- выявлять дефекты дорожного покрытия (трещины, выбоины, просадки, проломы дорожной одежды и др.) и их геометрические характеристики (площадь, длина и др.);
- группировать дефекты по характерным участкам, с возможностью объединения соседних и исключения технологически коротких участков;
- выполнять оценку состояния покрытия и формировать отчетные документы в виде дефектной ведомости.

1.2. Запуск программы

Для запуска программно-измерительного комплекса «Дорога - 2011» необходимо, либо на рабочем столе компьютера щелкнуть левой кнопкой мыши по пиктограмме программы, либо запустить исполняемый файл – **Road2011.exe**, либо выбрать соответствующий пункт из меню **Пуск – ПИК «Дорога – 2011»**.

2. РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ

2.1. Настройка режима видеофиксации дефектов

Перед проведением видеофиксации дефектов дорожного покрытия необходимо выполнить

проверку настроек параметров измерения, для этого:

- Запустите программно-измерительный комплекс «Дорога-2011» (см. п. 1).
- В меню главного окна программы (см. п. 1) из меню **Параметры** выберите пункт **Параметры системы измерения**.
- В открывшемся одноименном окне «**Параметры системы измерения**» перейдите на

вкладку [**Система измерения**] и поставьте флажок в кнопке **Видеофиксация дефектов покрытия**.

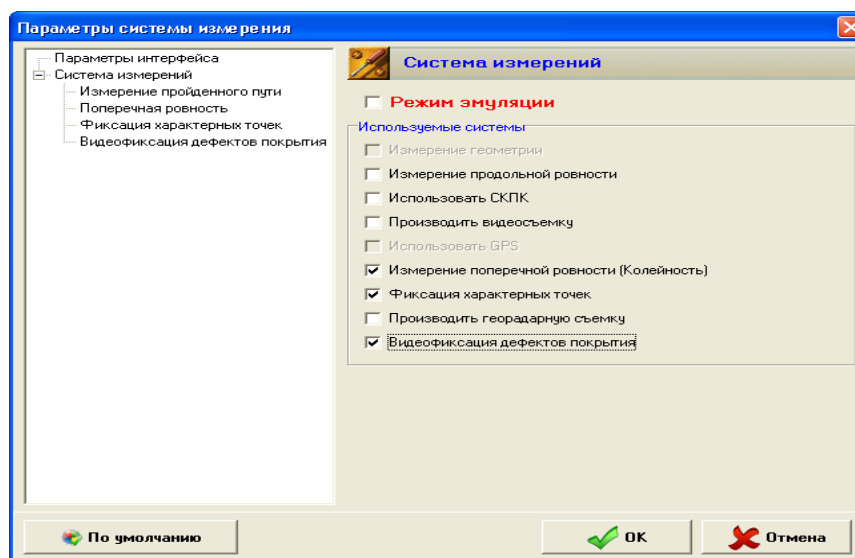


Рис. 2.1. Окно настроек системы измерения

– В окне «**Параметры системы измерения**» перейдите на следующую вкладку [**Видеофиксация дефектов покрытия**] и снимите галочку в кнопке **Включать осветитель**, если съемка будет производиться в дневное время суток, поставьте галочку в указанной кнопке, если съемка будет производиться в темное время суток.

2.2. Тест каналов

Перед проведением измерения необходимо убедиться в работоспособности оборудования. Проверить связь с линейной камерой, выставить экспозицию, частоту съемки кадров и т.п.

Для тестирования измерительных каналов:

– Выберите из меню главного окна программы (см. п. 2) **Сервис пункт Тест измерительных каналов**.

– В открывшемся окне перейдите на вкладку **/Видеодефектовка/**.

– Выберите режим экспозиции:

- **Внутренняя синхронизация (2)** – данный режим должен использоваться только при тестировании каналов, когда лаборатория находится в статическом состоянии (состоянии покоя). При переходе в режим измерения, галочка должна быть установлена на режим внешней синхронизации.
- **Внешняя синхронизация (6)** – данный режим устанавливается при проведении измерений.

– Выберите частоту съемки кадров . Цифра 10000 соответствует скорости 10 000 мм в 1 секунду. От выбранной частоты съемки зависит скорость измерения:

- 10 000 – соответствует скорости движения лаборатории $V \approx 36 \text{ км/ч} (10 \text{ м/с})$.
- 15 000 – соответствует скорости движения лаборатории $V \approx 54 \text{ км/ч} (15 \text{ м/с})$.

Внимание! Чем выше частота съемки, тем темнее получается кадр.

– Настройка аппаратного усиления , чем выше значение, тем снимки получаются светлее, рекомендуется аппаратное усиление выставлять по максимуму «+10».

– Настройка режима отображения кадра во время съемки. Рекомендуется выставлять полный размер.

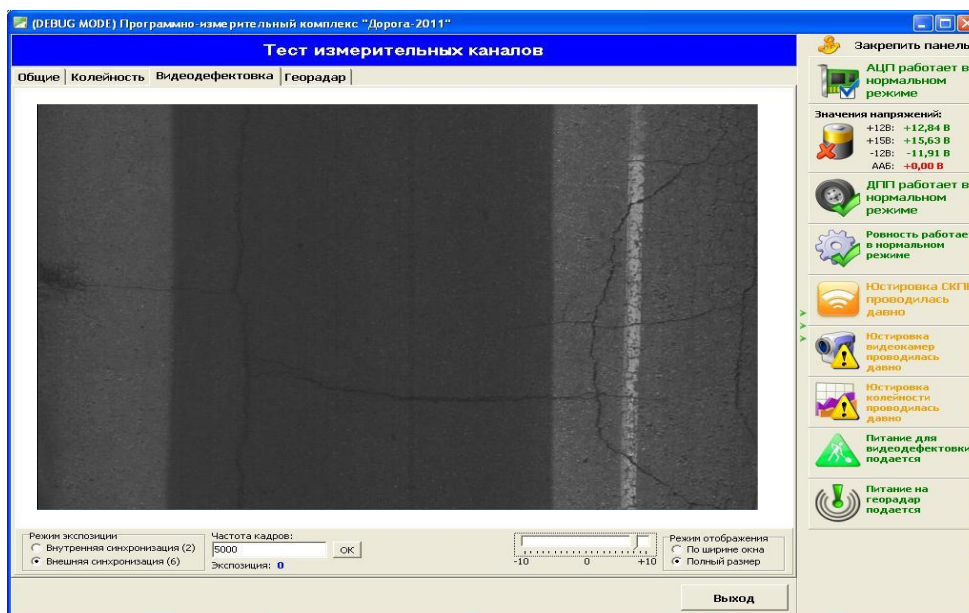


Рис. 2.2. Тест каналов для видеодефектовки

2.3. Начало съемки

Для проведения съемки необходимо выполнить следующие действия:

- В меню **Работа** главного окна программы выбрать пункт – **Начать измерения**
- В открывшемся окне указать код и название дороги, полосу и направление движения, категорию и тип дорожной одежды (см. Рис. 2.3). Для продолжения работы нажать кнопку [OK].

Занесение информации о дороге

Информация о дороге

Код дороги: * 0807010 Изменить

Наименование: * Подъезд к д. Белоносова от км 22+710 а/д

Начало участка (м): * 0

Направление: Прямое направление

Номер полосы: 1 полоса



Категория: I-а


Тип дорожной одежды: Капитальный

* Поля обязательные для заполнения

OK Отмена

Рис. 2.3. Занесение информации о дороге

– В открывшемся окне выбрать подходящий для работы шаблон  Компановка элементов: Текущий шаблон и нажать кнопку  **Начать измерения - F1** или клавишу на клавиатуре <F1>.

– По завершению участка измерения необходимо снова нажать клавишу <F1> или кнопку  **Конец участка - F1**.

3. РЕЖИМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

3.1. Перенос информации на стационарный компьютер

Обработка данных может производиться сразу после проведения испытаний непосредственно в дорожной лаборатории или в камеральных условиях на стационарном компьютере.

При обработке данных в дорожной лаборатории достаточно перейти в режим обработки данных (см. п. 3), для обработки данных в камеральных условиях необходимо скопировать рабочие файлы с компьютера, установленного в дорожной лаборатории, на любой внешний носитель с последующим копированием на стационарный компьютер.

Для переноса информации по видеофиксации дефектов покрытия с рабочего компьютера на стационарный необходимо выполнить следующие действия:

- На рабочем компьютере зайти в папку **Дорога 2011/ result/ код дороги**, как правило, она находится на диске **D/...**

– Скопировать на переносной винчестер или флэш карту все файлы с расширением *.vdef, например . Имена рабочих файлов формируются по следующему принципу XXXXXXXX_Zz_N_Y, где:

- XXXXXXXX – код дороги;
- Zz – местоположение начала участка в метрах;
- N – номер полосы;
- Y – признак направления (0 - для прямого направления, 1 – для обратного направления).

Для четырех полосной дороги, при проезде по всем полосам, в указанной папке будет сформировано четыре рабочих файла.

– На стационарный компьютер рабочие файлы должны быть скопированы в ту же папку, что и на рабочем компьютере, **Дорога 2011/ result/ код дороги**.

3.2. Переход в режим просмотра и обработки данных

Для перехода в режим просмотра и обработки данных по видеофиксации дефектов необходимо выполнить следующие действия:

- Запустить программу (см. п. 1);
- Зайти в меню **Работа – Обработка результатов**.

– В правой части окна раскрыть список измеренных характеристик интересующей дороги и выбрать пункт **Видеодефектовка** (см. Рис. 3.1).

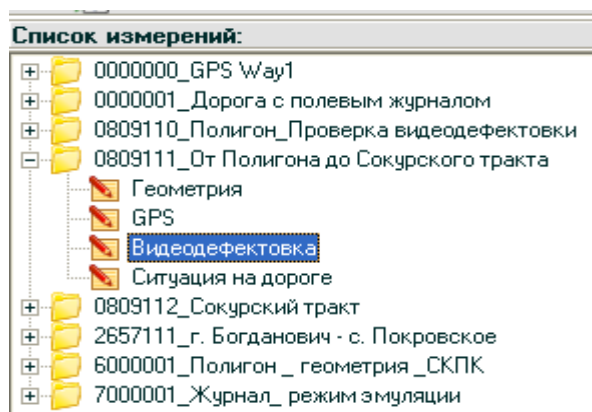


Рис. 3.1. Выбор информации о видеофиксации дефектов из списка измерений

– В левой части экрана выбрать интересующую полосу движения и сделать двойной щелчок мыши по линии, отображающей наличие данных (см. Рис. 3.2).

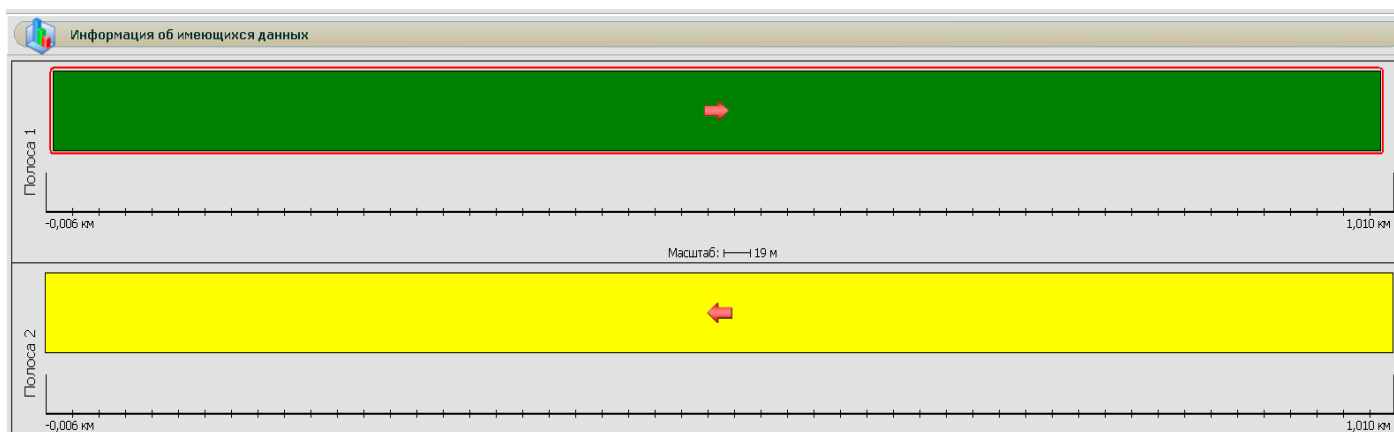


Рис. 3.2. Выбор полосы движения

– В следующем окне необходимо указать тип полосы относительно проезжей части: крайняя слева, крайняя справа или центральная (см. Рис. 3.6). Будьте внимательны при выборе

типа!!! Данная информация используется при классификации продольных трещин на центральные и боковые.

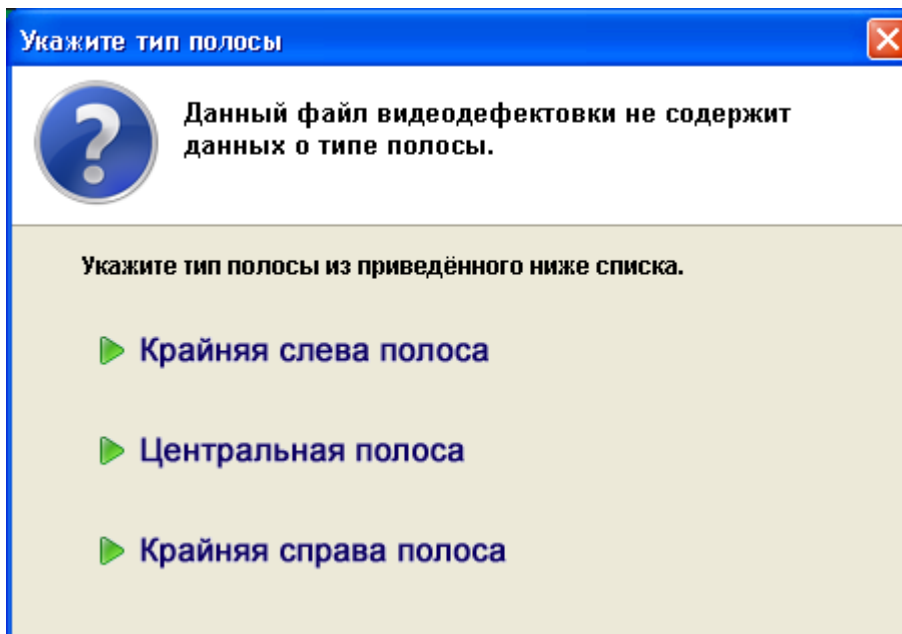


Рис. 3.3. Выбор типа полосы движения

– После выбора типа полосы откроется окно с видеоизображением дорожного покрытия (см. Рис. 3.4). Окно просмотра и обработки данных видеodefектовки состоит из следующих элементов:

- **панель инструментов** – клавиши быстрого доступа к общим командам программы;
- **область просмотра и редактирования** – область, в которой пользователь просматривает видеоизображение дорожного полотна каждого 5-ти метрового участка и отмеченные дефекты покрытия;
- **панель общего просмотра полотна дороги** – на данной панели можно посмотреть полотно дороги в разрезе 50-ти, 100-а, 200-от и так далее метров;
- **информационная панель** – панель отображения информации о коде дороги, направлении проезда, направлении камеры, дате съемки, местоположении, номере кадра;
- **панель списка дорог** – панель, на которой представлен список обследованных дорог (код и название);
- **панель фиксации дефектов** – содержит ряд кнопок для фиксации различных видов дефектов;
- **панель обработки данных** – содержит инструменты для обработки данных, различные настройки, инструменты анализа и удаления отмеченных дефектов, инструменты навигации по видеопроезду.

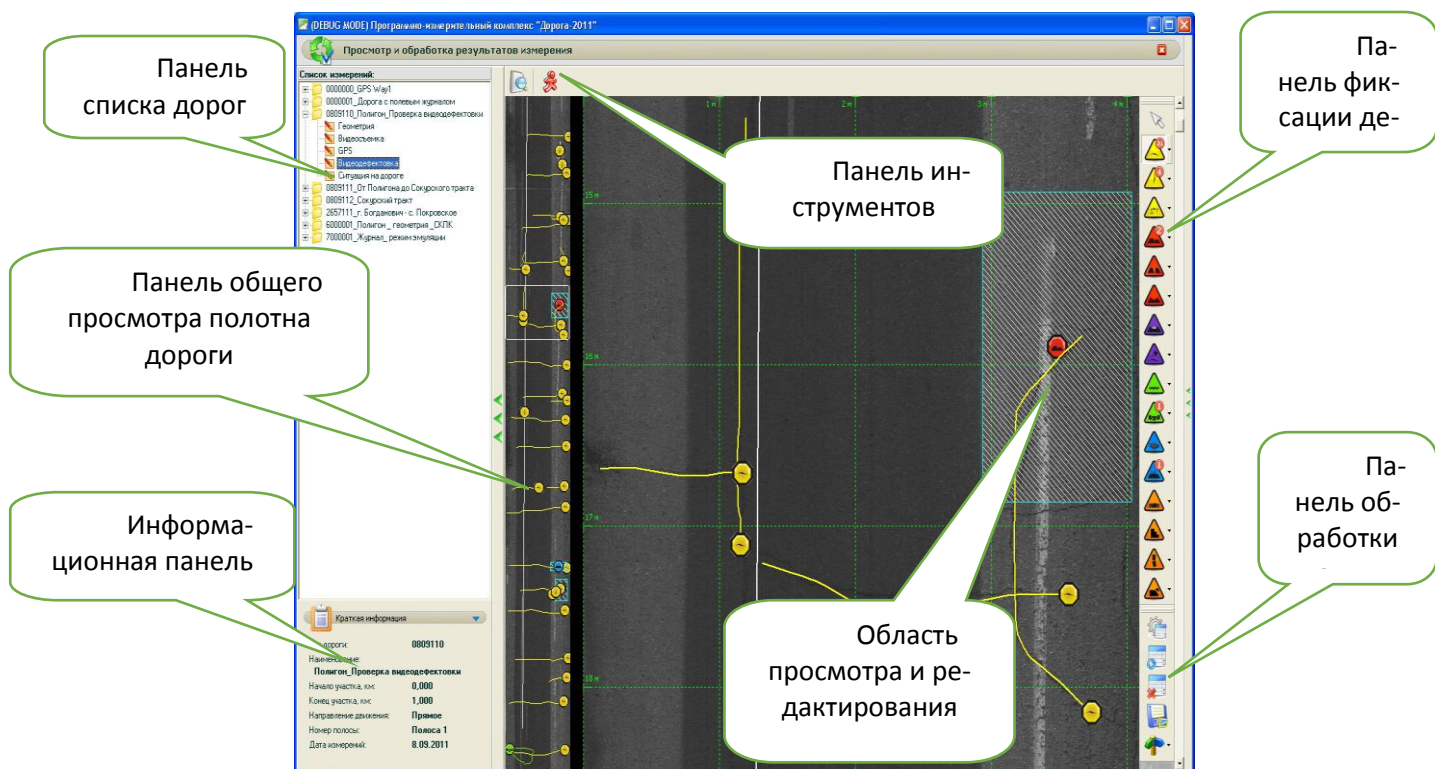


Рис. 3.4. Окно просмотра и обработки дефектов покрытия

3.3. Фиксация дефектов


Для получения оценки состояния дорожного покрытия необходимо с помощью специальных инструментов зафиксировать дефекты, присутствующие на дороге. В программе фиксируются следующие виды:

-  — поперечные трещины;
-  — продольные трещины;
-  — сетка трещин;
-  — просадки (пучины)
-  — проломы дорожной одежды;
-  — выбоины;
-  — карты заделанных выбоин;
-  — залитые трещины;
-  — поперечные волны;
-  — сдвиг;
-  — шелушение;
- — выкрашивание;

-  – разрушение швов;
-  – ступеньки в швах;
-  – перекося плит;
-  – скол углов плит.

3.4. Фиксация поперечных трещин

Для фиксации на проезжей части поперечных трещин необходимо выполнить следующие действия:

– Либо на панели фиксации дефектов нажать кнопку  , либо на клавиатуре компьютера клавишу <Q>.

– Можно просто зафиксировать местоположение трещины, для этого достаточно начиная с начала дороги последовательно щелкнуть левой кнопкой мыши на каждой поперечной трещине. В каждой зафиксированной точке должен появиться характерный значок (см. Рис. 3.5).

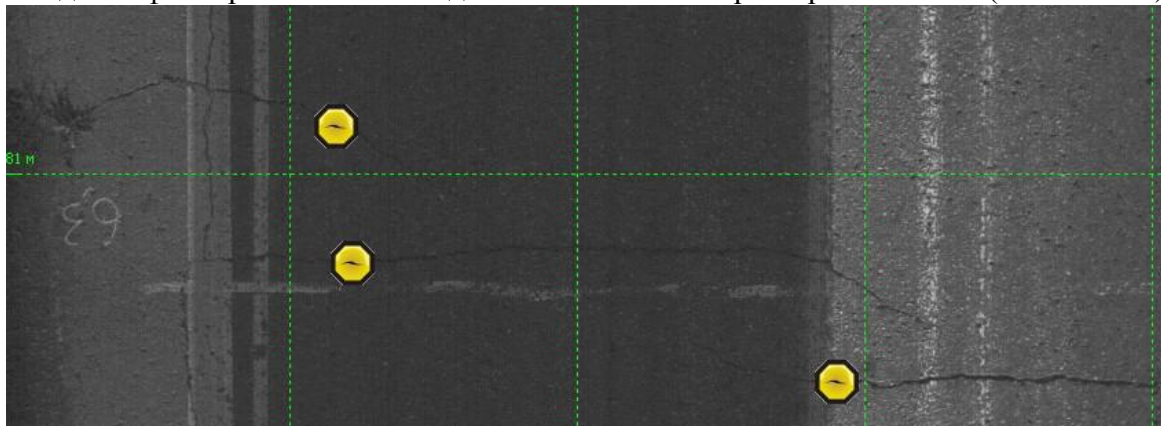


Рис. 3.5. Пример фиксации местоположения поперечных трещин

– Можно обрисовать трещины, для этого удерживая левую кнопку мыши обвести контур каждой трещины начиная с начала дороги. На покрытии должна появиться характерная линия желтого цвета, в конце которой отрисовывается специальный значок (см. Рис. 3.5).

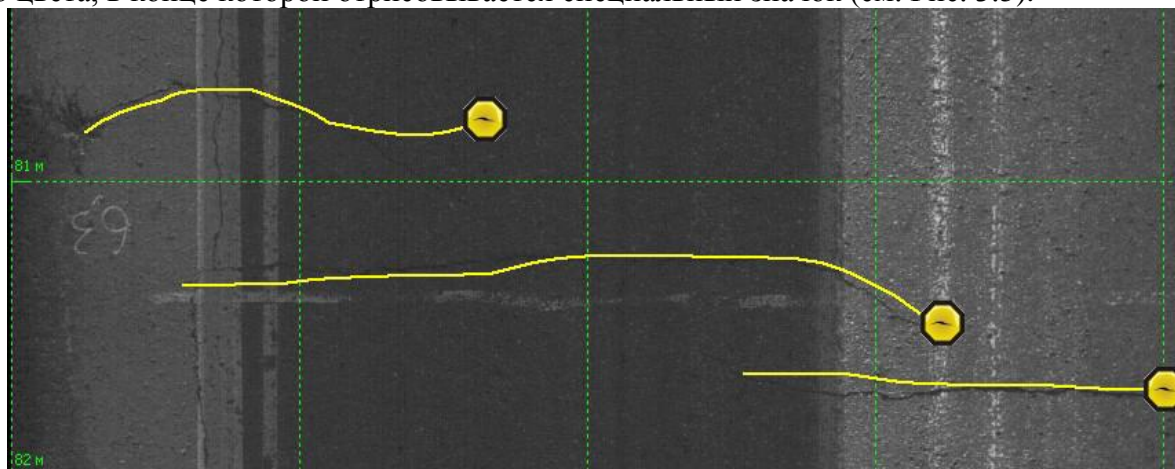



Рис. 3.6. Пример обрисовки поперечных трещин

3.5. Фиксация продольных трещин

Для фиксации на проезжей части продольных трещин необходимо выполнить следующие действия:

- Либо на панели фиксации дефектов нажать кнопку , либо на клавиатуре компьютера клавишу <W>.
- Для фиксации продольной трещины необходимо с помощью курсора мыши последовательно указать начало и конец трещины. На видеокадре должна появиться характерная линия белого цвета, в середине которой отрисовывается специальный значок (см. Рис. 3.7).

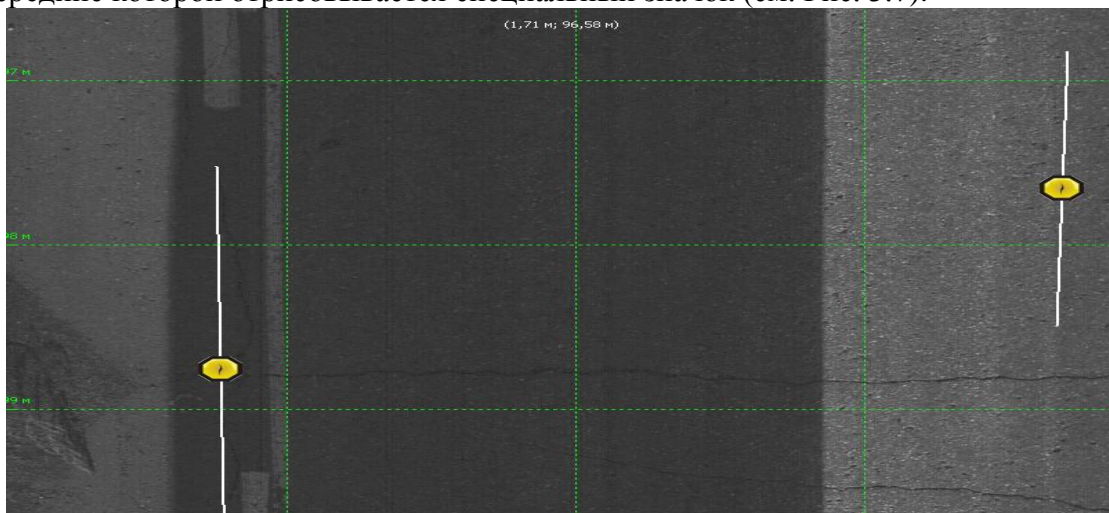



Рис. 3.7. Пример фиксации продольных трещин

3.6. Фиксация сетки трещин

Для фиксации на проезжей части участков с сеткой трещин необходимо выполнить следующие действия:

- Либо на панели фиксации дефектов нажать кнопку , либо на клавиатуре компьютера клавишу <E>.
- Сетка трещин относится к площадным дефектам. Для выделения участка необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши вначале участка и удерживая кнопку мыши растянуть прямоугольник до местоположения конца участка и отпустить кнопку мыши (см. Рис. 3.8).

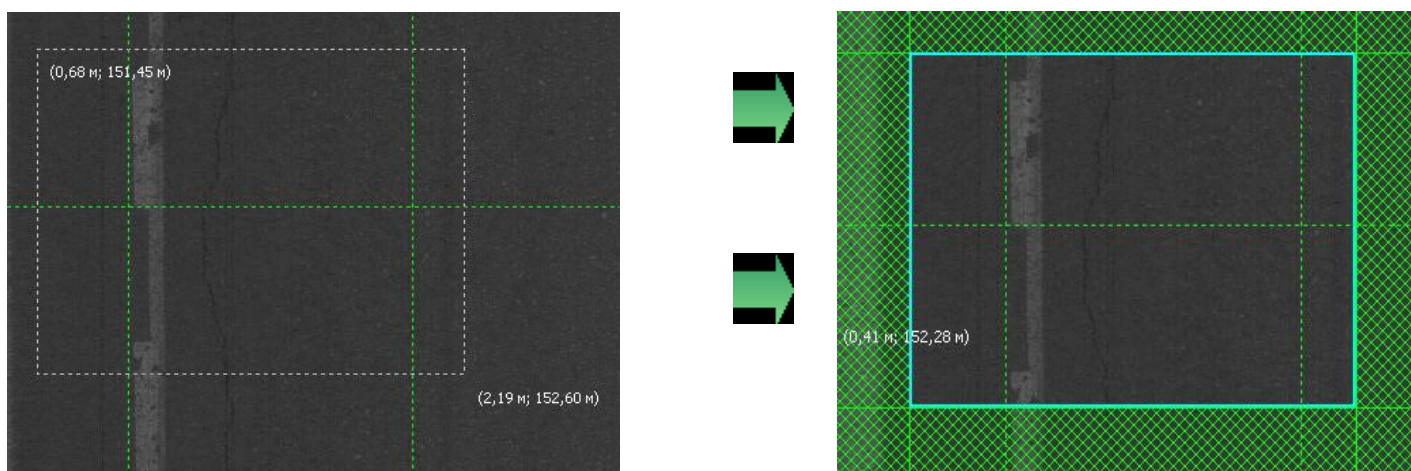


Рис.

3.8. Пример фиксации сетки трещин

– Для определения типа сетки трещин необходимо с помощью специального инструмента указать расстояние между ячейками. Внутри сетки трещин можно указать размеры нескольких ячеек.

Для обрисовки ячеек необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши вначале первой ярко выраженной ячейки и удерживая кнопку провести до конца ячейки, аналогичные действия выполнить и с другими ячейками (см. Рис. 3.9). Для завершения работы необходимо нажать клавишу <Enter>. При ее нажатии программа определит среднее значение между всеми замерами внутри выделенной сетки трещин.

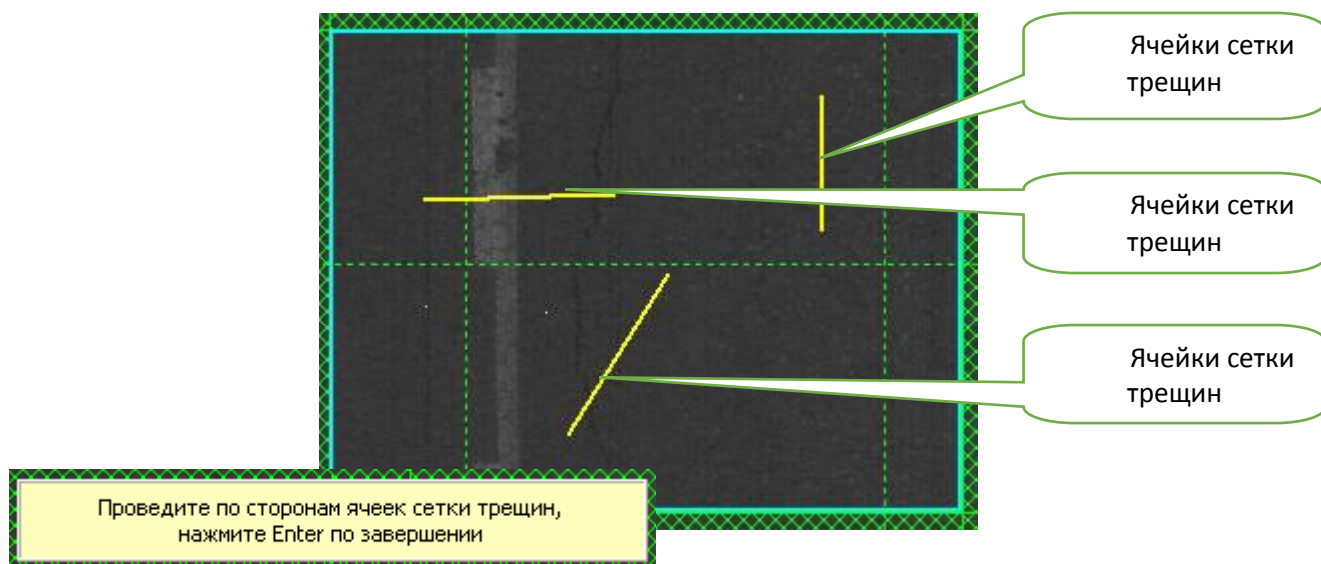


Рис. 3.9. Пример фиксации сетки трещин

– На видеокадре должна появиться заштрихованная область синего цвета, в середине которой отрисовывается специальный значок (см. Рис. 3.8).

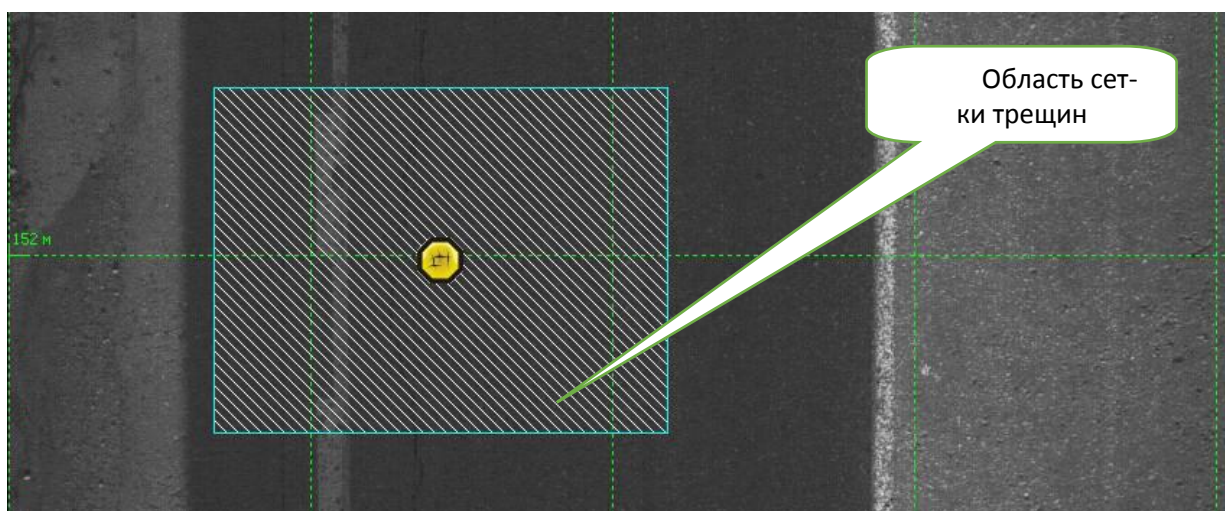



Рис. 3.10. Пример фиксации сетки трещин

3.7. Фиксация участков просадок и пучин дорожной одежды

Для фиксации участков с просадками и пучинами дорожной одежды необходимо выполнить следующие действия:

– Либо на панели фиксации дефектов нажать кнопку , либо на клавиатуре компьютера клавишу <E>.

– Просадки и пучины относятся к площадным дефектам. Для выделения участка необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши вначале участка и удерживая кнопку мыши растянуть прямоугольник до местоположения конца участка и отпустить кнопку мыши (см. Рис. 3.11). На видео-

кадре должна появиться заштрихованная область синего цвета, в середине которой отрисовывается специальный значок (см. Рис. 3.11).

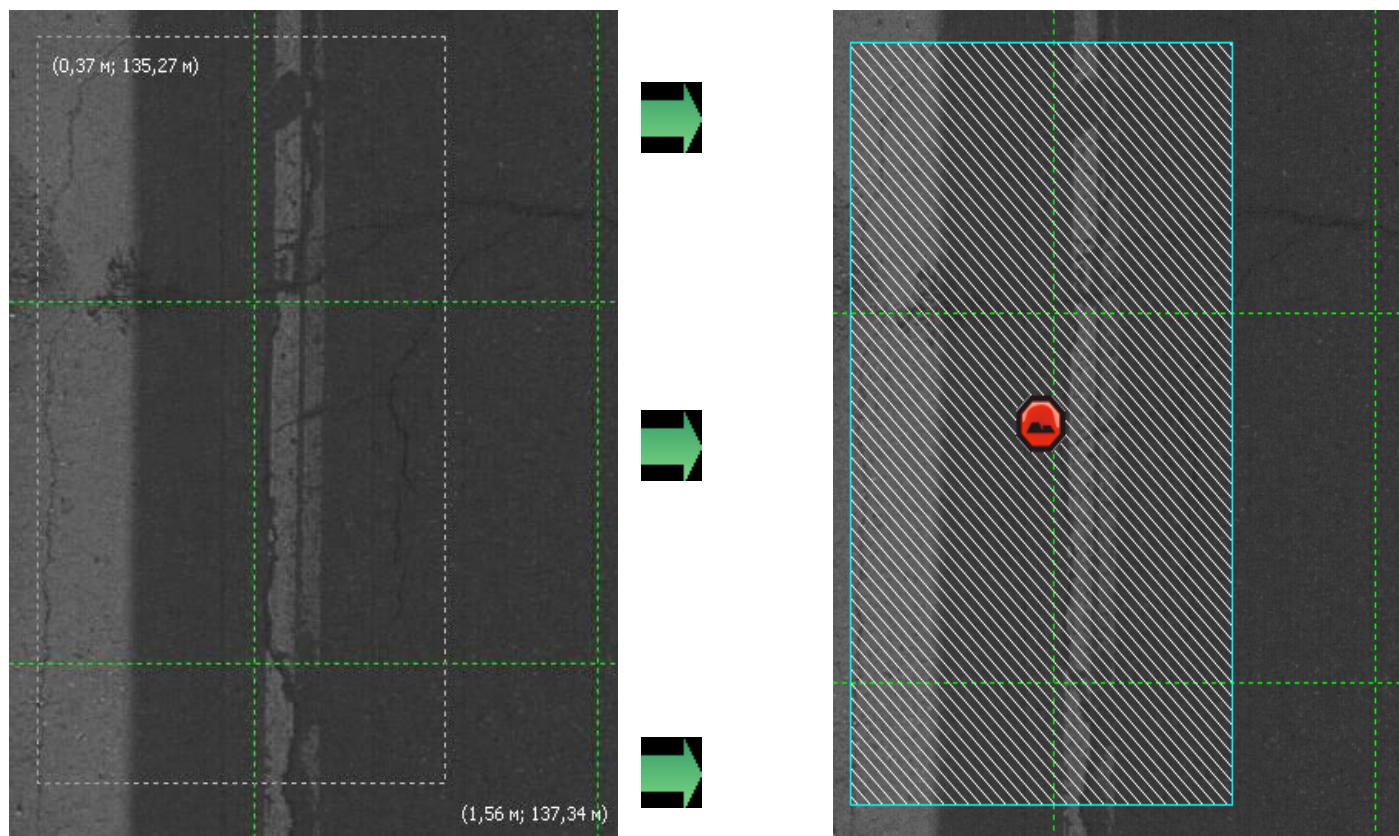



Рис. 3.11. Пример фиксации просадок и пучин дорожной одежды


3.8. Фиксация участков проломов дорожной одежды

Проломы дорожной одежды относятся к площадным видам дефектам. Фиксируется по аналогии с п. 3.

Для фиксации участков с проломами дорожной одежды необходимо на панели фиксации дефектов нажать кнопку , либо на клавиатуре компьютера клавишу <Y>.


3.9. Фиксация выбоин на покрытии

Выбоины на покрытии дорожной одежды относятся к площадным видам дефектам. Фиксируется по аналогии с п. 3.


Для фиксации выбоин необходимо на панели фиксации дефектов нажать кнопку , либо на клавиатуре компьютера клавишу <U>.

3.10. Фиксация карт заделанных выбоин

Карты заделанных выбоин относятся к площадным видам дефектов. Фиксируется по аналогии с п. 3.

Для фиксации выбоин необходимо на панели фиксации дефектов нажать кнопку , либо на клавиатуре компьютера клавишу <I>.

3.11. Фиксация залитых трещин на покрытии

Залитые трещины на покрытии относятся к линейным видам дефектов. Для фиксации залитых трещин необходимо на панели фиксации дефектов нажать кнопку , либо на клавиатуре компьютера клавишу <O>. Выделяются по аналогии с поперечными трещинами (см. п. 3).

В зависимости от выбранного способа фиксации дефекта, на кадре должна появиться либо характерная линия сиреневого цвета, либо специальный значок (см. Рис. 3.12).

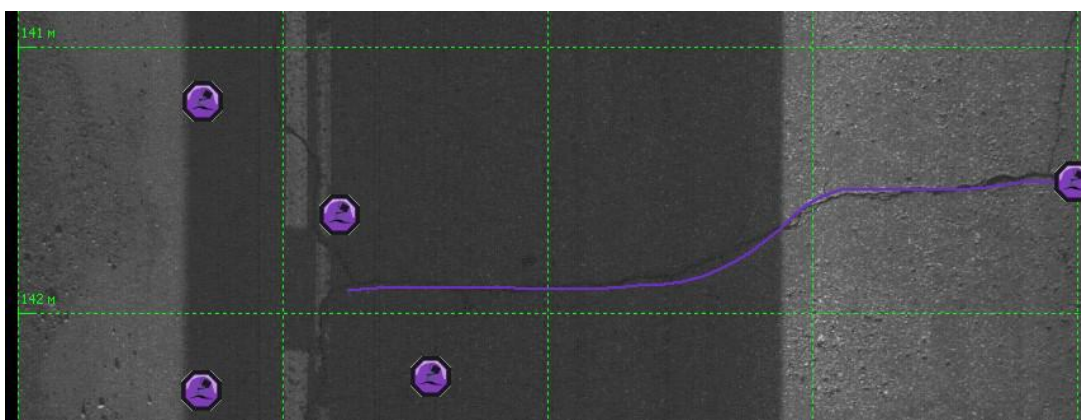


Рис. 3.12. Пример фиксации залитых трещин

3.12. Фиксация поперечных волн/сдвигов

Поперечные волны покрытия относятся к линейным видам дефектов. Для фиксации поперечных волн / сдвигов необходимо на панели фиксации дефектов нажать кнопку



, либо на клавиатуре компьютера клавишу <P> / <A>. Выделяются по аналогии с поперечными трещинами (см. п. 3).

В зависимости от выбранного способа фиксации дефекта, на кадре должна появиться либо характерная линия зеленого цвета, либо специальный значок (см. Рис. 3.13).

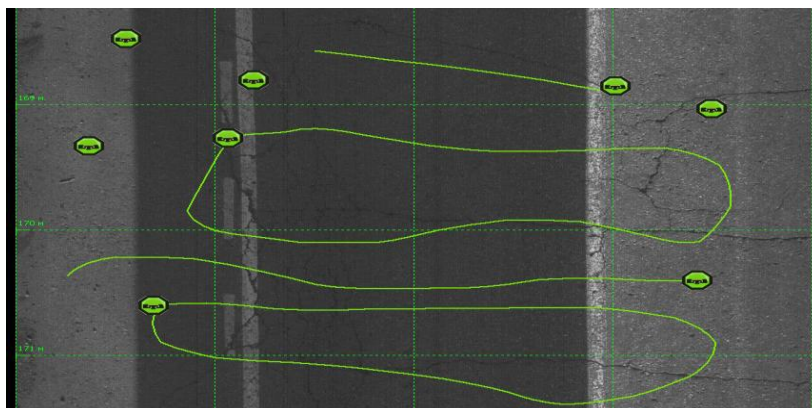






Рис. 3.13. Пример фиксации поперечных волн/сдвигов

3.13. Фиксация участков шелушения/выкрашивания

Участки шелушения и выкрашивания дорожного покрытия относятся к площадным видам дефектам. Фиксируется по аналогии с п. 3.

Для фиксации шелушения / выкрашивания необходимо на панели фиксации дефектов нажать кнопку  / , либо на клавиатуре компьютера клавишу <S> / <D>.

3.14. Фиксация разрушений и ступенек в швах

Для фиксации участков в разрушении швов и ступенек в швах необходимо на панели фиксации дефектов нажать кнопку  / , либо на клавиатуре компьютера клавишу <F> / <G>. Выделяются по аналогии с поперечными трещинами (см. п. 3).

В зависимости от выбранного способа фиксации дефекта, на кадре должна появиться либо характерная линия зеленого цвета, либо специальный значок, либо область оранжевого цвета (см. Рис. 3.14).

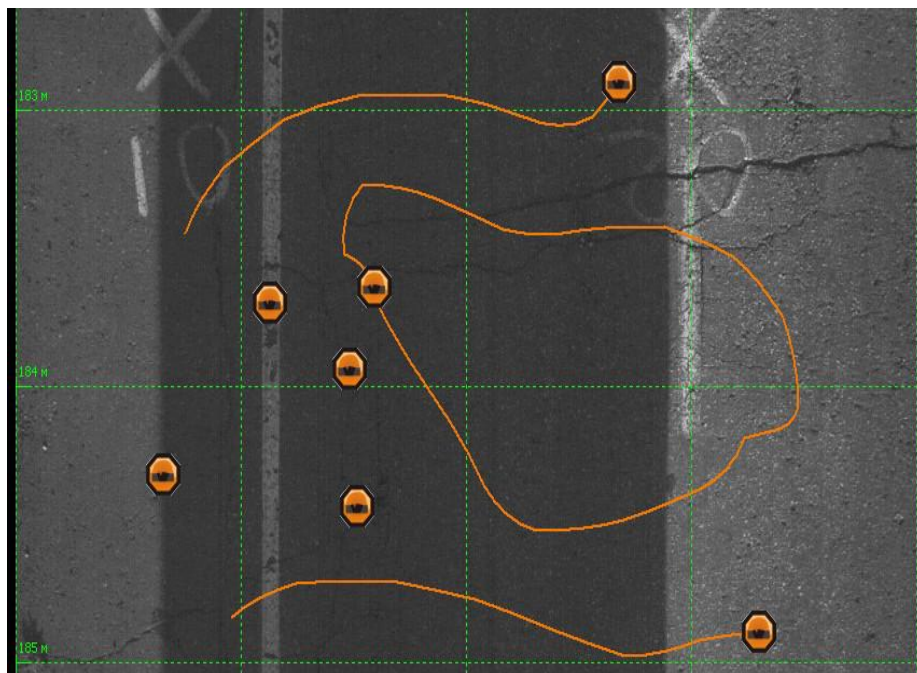




Рис. 3.14. Пример фиксации разрушений и ступенек в швах

3.15. Фиксация мест скола и перекоса плит

Данные виды дефектов отмечаются в виде площади. Фиксируется по аналогии с п. 3.

Для фиксации мест скола и перекоса плит необходимо на панели фиксации дефектов нажать кнопку  / , либо на клавиатуре компьютера клавишу <H> / <J>.

3.16. Группа дефектов по характерным участкам

После обработки всей дороги (см. п. 3) необходимо на панели обработки данных (см. п.



3) нажать кнопку [Запустить анализ всех дефектов] или использовать сочетание клавиш <Ctrl-A>. В анализ дефектов входят следующие этапы:

1.Этап Объединение однотипных дефектов в характерные участки (см. п. 3).

2.Этап Классификация дефектов в разрезе характерных участков по группам (см. п. 3).

3.Этап Объединение характерных участков между собой и исключение из анализа технологически коротких участков (см. п. 3).


4.Этап Определение бальной оценки состояния покрытия на однотипных участках (см. п.3).

5.Этап Оценка соответствия состояния покрытия нормативным требованиям (см. п. 3).

6.Этап Объединение участков с однотипной бальной оценкой (см. п.)

В открывшемся окне «Анализ дефектов» в виде раскрывающегося списка будет представлен перечень всех отмеченных на дороге дефектов. **Зелеными** галочками выделяются дефекты, которые принимаются к дальнейшему анализу, **красным** флажком – одиночные дефекты, которые будут исключены из анализа, к примеру, одиночные трещины, расстояние между которыми больше 40-ка метров, просадки, где площадь составляет менее 10% и др.

Для обработки данных необходимо нажать кнопку  Подтвердить . Кнопка

 Отмена закрывает окно анализа дефектов и переходит в режим просмотра и обработки результатов изме-

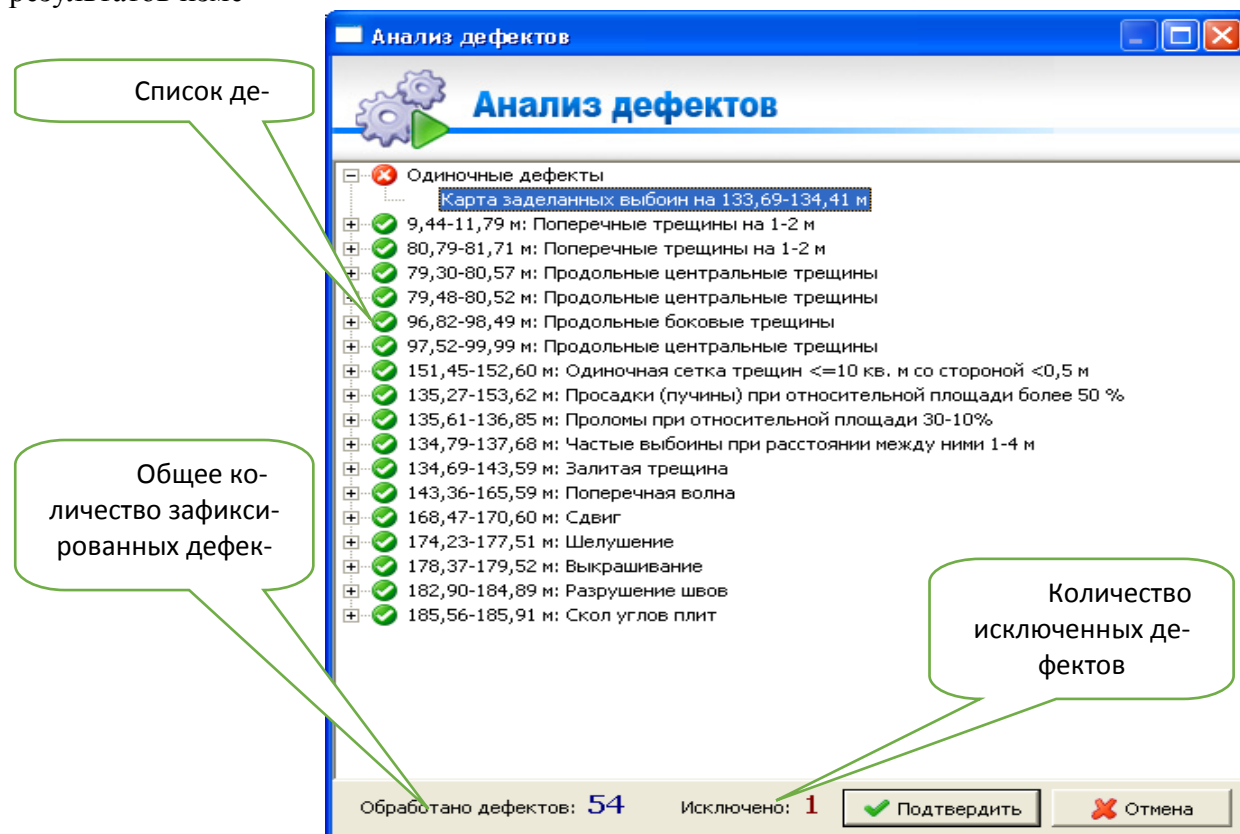


Рис. 3.15. Окно со списком принятых к анализу дефектов

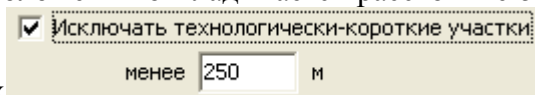
3.17. Объединение однотипных дефектов в характерные участки

Рассмотрим процесс объединения однотипных дефектов в характерные участки на примере

выбоин:

– С начала дороги определяется 1-вая выделенная на покрытии дороги выбоина.

- От ее местоположения откладывается расстояние 50 метров. Данное расстояние регу-



лируется в настройках

- Если в этом пределе другие выбоины не найдены, то текущий дефект исключается из дальнейшего анализа.
- Определяется следующая по ходу движения выбоина.
- От нее откладывается интересующее расстояние и определяется на этом промежутке наличие других выбоин.
- Если очередной дефект найден, то от него снова откладывается заданное расстояние.
- Таким образом, последовательно набираются выбоины в характерные промежуточные участки.
- Таким образом, получаем несколько характерных участков и переходим к этапу классификации дефектов по группам в разрезе каждого участка.

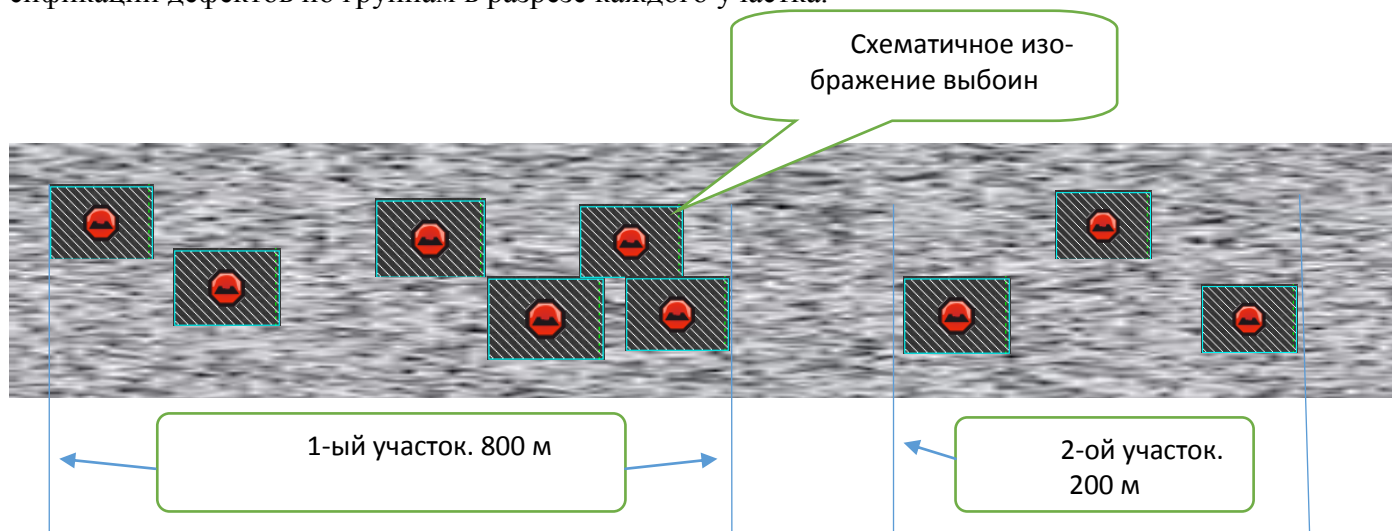


Рис. 3.16. Пример выделения характерных участков

3.18. Классификация дефектов по группам

Рассмотрим процесс определения группы дефектов в разрезе выделенных характерных участка на примере выбоин:

- В разрезе каждого характерного участка определяются расстояния между выбоинами.
- Итоговое значение определяем элементарным подсчетом количества однотипных расстояний между выбоинами:
 - ✓ > 20 - 5 значений
 - ✓ 10 – 20 - 3 значения
 - ✓ 4 – 10 - 0 значений
 - ✓ < 4 - 0 значений

– К примеру, на нашем участке присутствуют преимущественно выбоины, расстояние между которыми находится в пределах 40 – 20 метров, таким образом, вид дефекта – **«Одиночные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами более 20 м)»**.

Программой определяются следующие виды дефектов:

Поперечные трещины

- Поперечные одиночные трещины
 - ✓ на расстоянии 20-40 м между трещинами
 - ✓ на расстоянии 10-20 м между трещинами
 - Поперечные редкие трещины
 - ✓ на расстоянии 8-10 м

- ✓ на расстоянии 6-8 м
- ✓ на расстоянии 4-6 м
 - Поперечные частые трещины
- ✓ на расстоянии между соседними трещинами 3-4 м
- ✓ на расстоянии между соседними трещинами 2-3 м
- ✓ на расстоянии между соседними трещинами 1-2 м

Продольные трещины

- Продольная центральная трещина
- Продольные боковые трещины.

Сетка трещин

- Одинокная сетка трещин на площади до 10 кв. м с крупными ячейками (сторона ячейки более 0,5 м)
- Одинокная сетка трещин на площади до 10 кв. м с крупными ячейками (сторона ячейки менее 0,5 м)
- Густая сетка трещин на площади до 10 кв. м.
- Сетка трещин на площади более 10 кв.м при относительной площади, занимаемой сеткой, 30 – 10 %.
- Сетка трещин на площади более 10 кв.м при относительной площади, занимаемой сеткой, 60 – 30 %.
- Сетка трещин на площади более 10 кв.м при относительной площади, занимаемой сеткой, 90 – 60 %.

Просадки

- Просадки при относительной площади просадок 20-10 %
- Просадки при относительной площади просадок 50-20 %
- Просадки при относительной площади просадок более 50 %

Пучины–

- Пучины при относительной площади просадок 20-10 %
- Пучины при относительной площади просадок 50-20 %
- Пучины при относительной площади просадок более 50 %

Проломы дорожной одежды

- Проломы дорожной одежды (вскрывшиеся пучины) при относительной площади, занимаемой проломами, 10-5%
- Проломы дорожной одежды (вскрывшиеся пучины) при относительной площади, занимаемой проломами, 30-10%
- Проломы дорожной одежды (вскрывшиеся пучины) при относительной площади, занимаемой проломами, более 30%

Выбоины

- Одинокные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами более 20 м)
- Отдельные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее (расстояние между выбоинами 10-20 м)
- Редкие выбоины в тех же случаях (расстояние 4-10 м)
- Частые выбоины в тех же случаях (расстояние 1-4 м)

Карты заделанных выбоин

Отсутствует.

Залитые трещины

Отсутствует

Поперечные волны (сдвиги, разрушения поперечных волн, ступеньки в швах)


- Отсутствует
- Сдвиги**
- Отсутствует
- Разрушение швов**
- Отсутствует
- Ступеньки в швах**
- Отсутствует
- Шелушение**
- Отсутствует
- Выкрашивание**
- Отсутствует
- Перекося плит**
- Отсутствует
- Скол углов плит**
- Отсутствует

3.19. Объединение характерных участков и исключение технологически коротких участков

По каждой группе дефектов (поперечные и продольные трещины, выбоины, сколы плит и т.п.) в программе предусмотрены настройки, позволяющие задать:

- расстояние, при котором допускается объединять характерные участки в один;
- протяженность, при которой участок следует считать технологически коротким.

Для включения этих режимов необходимо выполнить следующие действия:

- на панели обработки данных нажать кнопку  [Настройки] или использовать сочетание клавиш <Ctrl-O>;
- в открывшемся окне настроек перейти на вкладку с названием дефекта (см. Рис. 3.17);
- поставить галочку в кнопке Объединять близкие участки, если требуется объединение соседних участков и указать расстояние м, при котором соседние участки необходимо объединять;
- поставить галочку в кнопке Исключать технологически-короткие участки, если требуется исключить из ведомости короткие участки и указать длину м, при которой участок относится к технологически короткому.

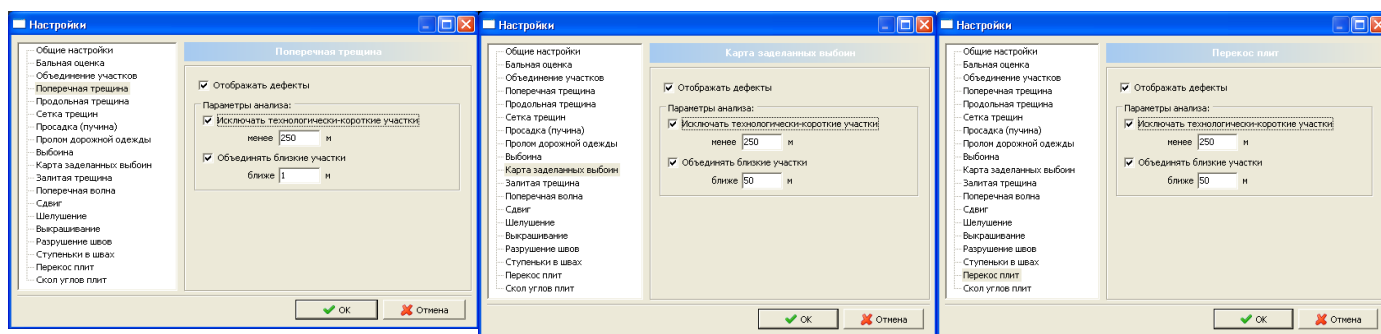


Рис. 3.17. Окно настройки по каждой группе дефектов

4. ФОРМИРОВАНИЕ ВЕДОМОСТИ ДЕФЕКТОВ

Для формирования дефектной ведомости необходимо зафиксировать все дефекты покрытия

(см. п. 3), провести анализ дефектов (см. п. 3) и выполнить следующие действия:

– На панели инструментов нажать кнопку  [Ведомость состояния покрытия].

– В окне предварительного просмотра откроется отчетный документ, где красным выделены участки в недопустимом состоянии, желтым цветом участки с допустимым состоянием. В дефектной ведомости представлена адресная привязка границ участка, виды дефектов по прямому и обратному направлению, значения фактической, нормативной и предельно-допустимой балльной оценки и оценка состояния.

На панели инструментов окна предварительного просмотра имеются следующие кнопки дополнительных функций:



[Печать отчета] - Печатает отчет. Клавиатурный аналог – Ctrl+P.



[Открыть отчет] - Открывает файл с готовым отчетом (*.fp3).



[Сохранить отчет] - Сохраняет отчет в файл (*.fp3).



[Экспорт отчета] - Экспортирует отчет в один из поддерживаемых форматов.



[Экспорт в PDF] - Экспортирует отчет в файл Adobe Acrobat (*.pdf). Эта кнопка отображается, если установлен соответствующий фильтр экспорта.



[Отправить по почте] - Экспортирует отчет в один из поддерживаемых форматов и отправляет его по электронной почте как вложение. Эта кнопка отображается, если установлен соответствующий фильтр экспорта.



[Поиск текста] - Поиск текста в отчете. Клавиатурный аналог – Ctrl+F.



[Увеличить] – Увеличивает масштаб.



[Уменьшить] - Уменьшает масштаб.



[На весь экран] - Отображает отчет на весь экран. Для возвращения к нормальному режиму сделайте двойной щелчок мышью на отчете.



[Дерево отчетов] - Показывает или скрывает дерево отчета.



[Эскизы] - Показывает или скрывает эскизы страниц



[Свойства страницы] - Вызывает диалог со свойствами страницы.



[Редактировать страницу] - Редактирует текущую страницу.



[В начало] - Переход на первую страницу отчета.



[Предыдущая страница] - Переход на предыдущую страницу отчета.



[Следующая страница] - Переход на следующую страницу отчета.



[В конец] - Переход на последнюю страницу отчета.

5. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ РЕЖИМА ПРОСМОТРА И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Удаление зафиксированных дефектов

В программе предусмотрено три варианта удаления дефектов:

1. *Вариант Удаление отдельных дефектов.* Для этого необходимо:

- Перейти на кадр с дефектом.
- В области значка дефекта щелкнуть правой кнопкой мыши;
- В открытом контекстном меню выбрать пункт [Удалить].

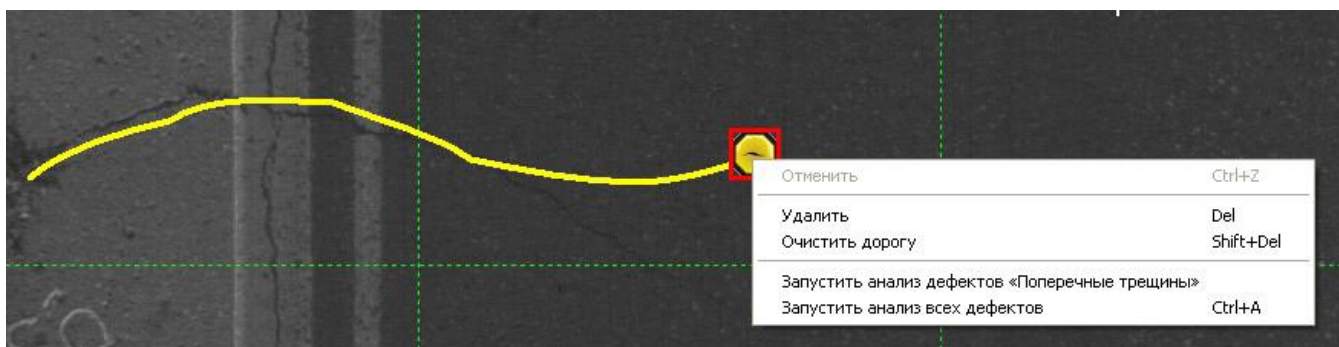




Рис. 5.1. Пример удаления дефекта

– Либо правой кнопкой мыши выделить значок соответствующего дефекта, он должен подсветиться красным цветом  и нажать на клавиатуре кнопку **<Delete>**.

2. Вариант Удаление всех отмеченных дефектов. Для этого необходимо:

- На панели обработки данных нажать кнопку  **[Очистить дорогу от дефектов]**.
- В информационном окне подтвердить процесс удаления (см. Рис. 5.2)

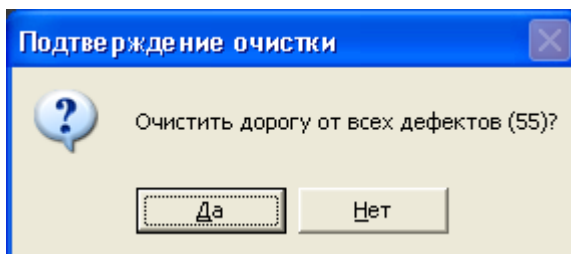

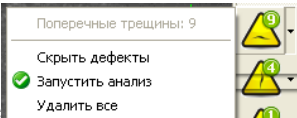


Рис. 5.2. Информационное окно для подтверждения процесса удаления дефектов

3. Вариант По группам дефектов. Для этого необходимо:

– На панели фиксации дефектов в конце значка соответствующей группы дефектов нажать на стрелочку .

- В открывшемся списке  выбрать пункт **[Удалить все]**.

– В открывшемся информационном окне (см. Рис. 3.28) указано количество дефектов выбранной группы. Для удаления требуется нажать кнопку **[Да]**, для отмены – **[Нет]**.

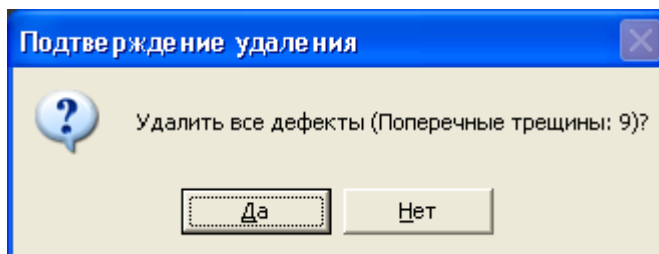


Рис. 5.3. Информационное окно для подтверждения процесса удаления по выбранной группе дефектов

5.2. Копирование и сохранение изображения

Для сохранения просматриваемого изображения в файл необходимо нажать кнопку



[**Сохранить изображение видимого участка**] на панели обработки данных.

В открывшемся окне пользователю необходимо указать путь к файлу и имя файла, а также выбрать формат сохранения изображения: BMP или JPG:

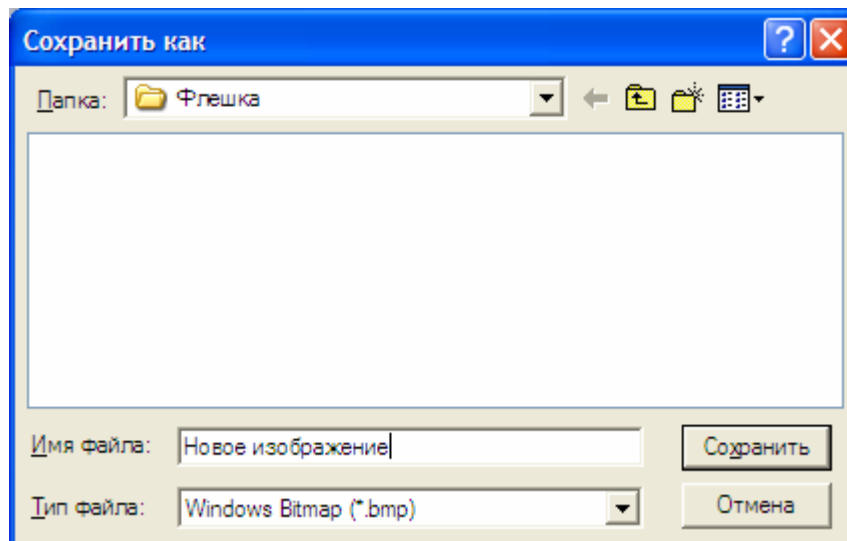



Рис. 5.4. Окно выбора пути сохранения данных

После нажатия кнопки [**Сохранить**] пользователь информируется о завершении сохранения.

5.3. Навигация по видеокадрам проезжей части

Помимо специальных инструментов навигации, предусмотренных в программе, переходить с кадра на кадр можно с помощью колеса прокрутки компьютерной мыши и скроллинга, расположенного в правой части от видеоряда.

С помощью специальных инструментов предусмотренных в программе можно перейти в начало и конец дороги, на экран вперед и назад, на заданное местоположение. Для этого необходимо:

– На панели обработки данных нажать на стрелочку в конце кнопки  [**Сменить местоположение**].

– В открывшемся перечне выбрать одну из позиций :

- ✓ Перейти в начало (клавиатурная клавиша <Home>) – позволяет перейти на первый кадр видеодетекторки, иначе в начало участка съемки.
- ✓ Перейти в конец (клавиатурная клавиша <End>) – позволяет перейти на последний кадр видеодетекторки, иначе в конец участка съемки.
- ✓ На экран раньше (клавиатурная клавиша <PgUp>) – позволяет осуществить переход на предыдущие тридцать метров покрытия.
- ✓ На экран дальше (клавиатурная клавиша <PgDn>) – позволяет осуществить переход на следующие тридцать метров покрытия.
- ✓ Перейти на местоположение... – позволяет перейти на конкретное местоположение съемки. В открывшемся окне (см. Рис. 3.30) необходимо указать интересующий километр дороги и нажать кнопку [**ОК**].

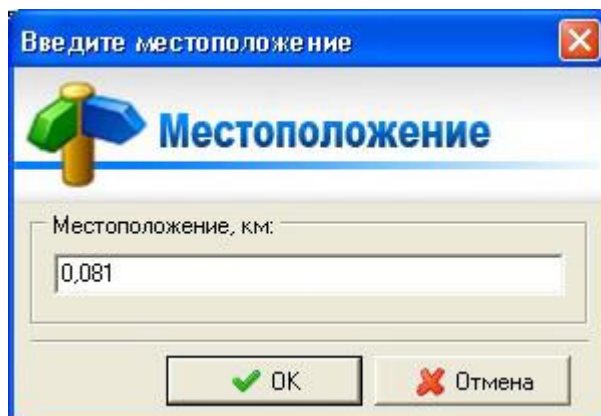



Рис. 5.5. Окно ввода местоположения

5.4. Выход из режима просмотра и обработки видеодетектовки

Для выхода из режима просмотра и обработки видеодетектовки и перехода в главное окно программы нажмите кнопку на панели инструментов  [Выход из режима обработки результатов].

Лабораторная работа № 8

Оценка эксплуатационных показателей автомобильных дорог с использованием передвижной лаборатории на базе ГАЗ-32213 с измерительным комплексом КП-514 СМП-07

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ
 - 1.1. Назначение программы
 - 1.2. Запуск программы
 - 1.3. Главное окно программы
2. РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ
 - 2.1. Настройка режима измерения ровности
 - 2.2. Тест каналов
 - 2.3. Тарировка датчика пути
 - 2.4. Тарировка датчика ровности
3. РЕЖИМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
 - 3.1. Перенос информации на стационарный компьютер
 - 3.2. Переход в режим просмотра обработки данных
 - 3.3. Предварительный просмотр ведомости
 - 3.4. Печать отчета
4. СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Назначение системы

Модуль «Ровность» является составной частью программно-измерительного комплекса «Дорога – 2011», установленного на передвижной диагностической лаборатории. Данная программа позволяет измерять ровность покрытий автомобильных дорог по двум методам:

- методом «толчкомера»;
- методом «IRI».

Для работы программы и измерения ровности покрытия по методу «толчкомера» в состав лаборатории должны входить специализированные приборы измерения ровности: толчкомер или ПКРС – 2У.

Суть метода оценки ровности перечисленными выше приборами заключается в измерении и суммировании сжатия рессор (пружин) подвески автомобиля (толчкомер) или специального прицепного устройства (ПКРС – 2У). Суммарное сжатие рессор, полученное на участке длиной 1 км, выражается величиной, имеющей размерность см/км.

Толчкомеры являются наиболее распространенными и недорогими быстродействующими средствами измерения ровности. Простота конструкции, высокая производительность при минимальных затратах делают актуальным их применение при строительстве, эксплуатации и диагностике автомобильных дорог.

Методу толчкомера присущи недостатки, связанные с повторемостью и сопоставимостью результатов измерений. Эти недостатки обусловлены, главным образом, техническим состоянием транспортного средства, динамикой изменения параметров его подвески и шин, а также факторами методического характера.

Для уменьшения погрешности измерений и сопоставимости получаемых данных необходимо проводить тарировку датчика пройденного пути и толчкомера с использованием эталонных участков.

Измерение ровности покрытия по методу «IRI» осуществляется прибором ПКРС – 2У. Индекс IRI рассчитывается на основе 4-х переменных величин, являющихся функцией измеряемого профиля дороги. Эти переменные отражают динамический ответ математической модели автомобиля, движущегося по измеряемому профилю. Размерностью индекса IRI является «мм/м».

1.2. Запуск программы

Для запуска программно-измерительного комплекса «Дорога - 2011» необходимо, либо на рабочем столе компьютера щелкнуть левой кнопкой мыши по пиктограмме программы либо запустить исполняемый файл –**Road2011.exe**, либо выбрать соответствующий пункт из меню **Пуск – ПИК «Дорога – 2011»**.

1.3. Главное окно программы

После запуска программы открывается главное окно программы (см. Рис. 1.1)., которое включает в себя следующие панели:

- **главное меню** – команды программы, разделенные на несколько групп по логическим признакам;
- **панель списка настроек программы** – обеспечивает быстрый доступ к настройке любой измерительной системы;
- **панель списка руководств пользователя** – обеспечивает быстрый доступ к документации по работе с измерительными системами;
- **информационная панель** – панель отображает информацию о назначении системы, разработчике программного обеспечения, обладателе лицензии, текущем составе дорожной лаборатории. Кроме того включает в себя информацию о последнем измерении, последней обработанной дороге, памятку о проведении тарировок;

- панель состояния измерительных систем – показывает рабочее состояние измерительных систем, входящих в комплектацию дорожной лаборатории.

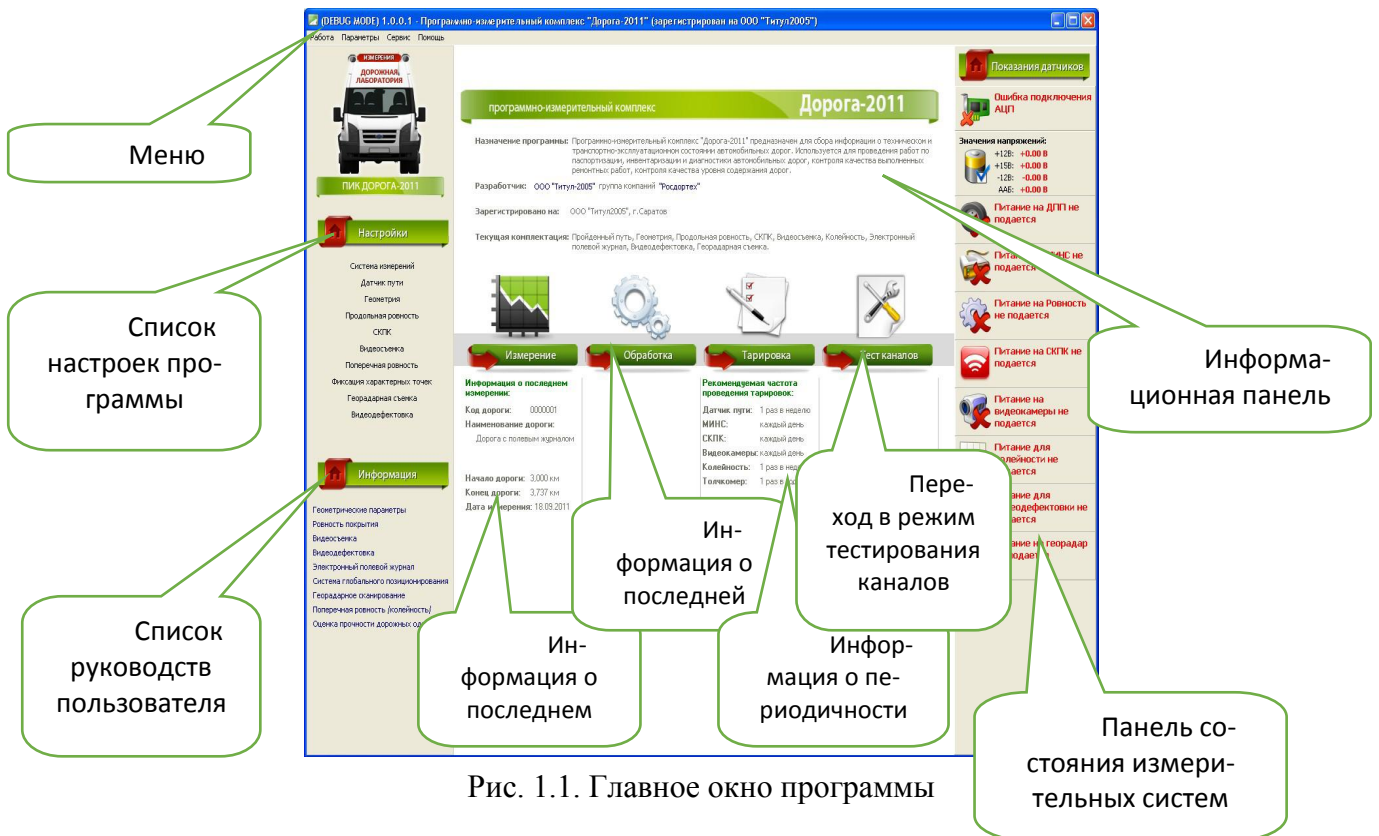


Рис. 1.1. Главное окно программы

2. РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ

2.1. Настройка режима измерения ровности

Перед проведением измерения ровности дорожного покрытия необходимо выполнить проверку настроек параметров измерения, для этого:

- Запустите программно-измерительный комплекс «Дорога-2011» (см. п. 1).
- В меню главного окна программы (см. п. 1) из меню **Параметры** выберите пункт **Параметры системы измерения**.
- В открывшемся одноименном окне «**Параметры системы измерения**» перейдите на вкладку [Система измерения] и поставьте флажок в кнопке

вкладку [Система измерения] и поставьте флажок в кнопке Видеофиксация дефектов покрытия

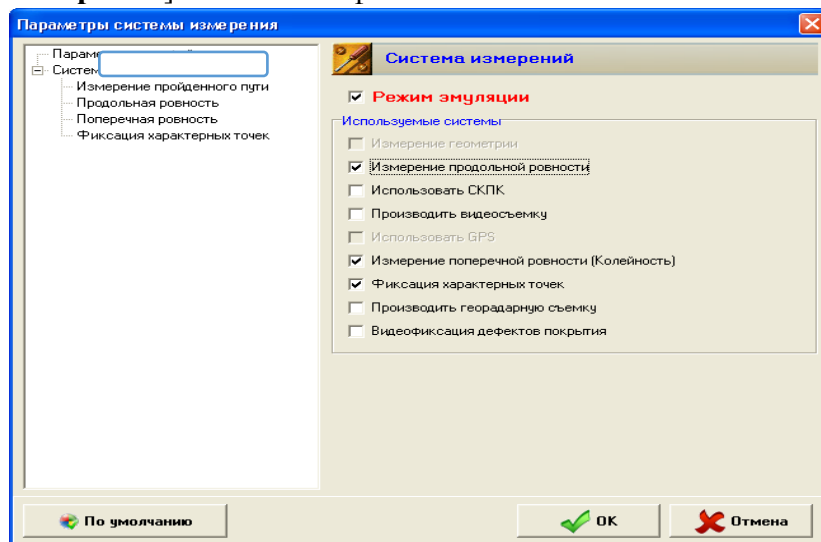


Рис. 2.1. Окно настроек системы измерения

– В окне «**Параметры системы измерения**» перейдите на вкладку [**Продольная ровность**], на которой будет написан тип используемого прибора. Если в настройках тип указанного прибора не совпадает с комплектацией лаборатории необходимо связаться с Поставщиком.

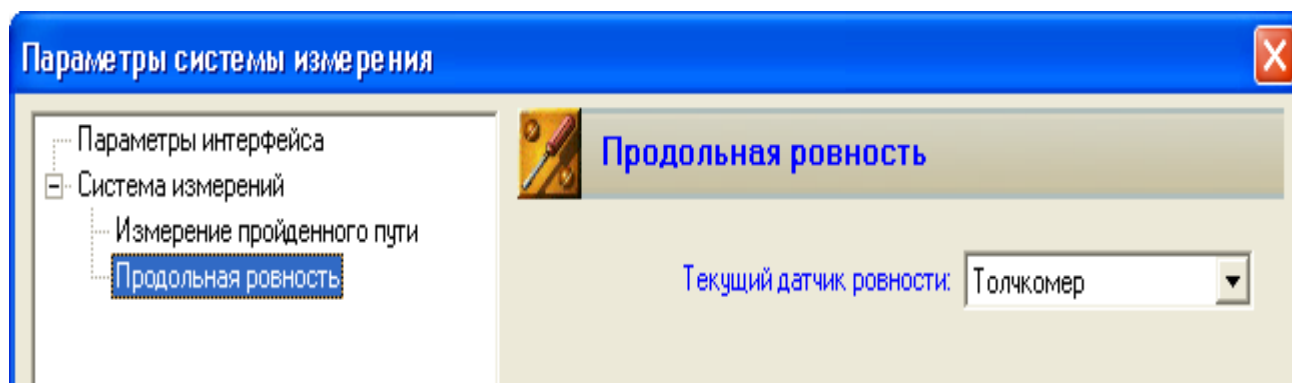


Рис. 2.2. Фрагмент окна настроек измерения продольной ровности

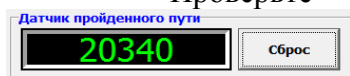
2.2. Тест каналов

Перед проведением измерения необходимо убедиться в работоспособности оборудования. Проверить поступление импульсов от датчиков измерения пройденного пути и датчика ровности. Для тестирования измерительных каналов:

– Выберите из меню главного окна программы (см. п. 1) **Сервис пункт Тест измерительных каналов**.

– В открывшемся окне (см. Рис. 2.4) останьтесь на вкладке **/Общие/**.

– Проверьте поступление импульсов от датчика пройденного пути



. Значение импульса должно не прерывно меняться. Значение импульса «0» свидетельствует о нерабочем состоянии датчика. Отрицательное значение, говорит о том, что метрологической службой не верно выставлено положение реверса для датчика пройденного пути.

– Проверьте поступление импульсов от датчика ровности. Для проверки работоспособности датчика необходимо либо сделать небольшой проезд, либо находясь в стационарном состоянии раскатать кузов автомобиля. Если значение показывает «0», проверьте наличие тросика на толчкомере. В противном случае обратитесь к разработчикам.

Примечание: в соответствии с инструкцией по эксплуатации лаборатории при длительных перегонах машины тросик на толчкомере необходимо снимать во избежание его механической поломки.

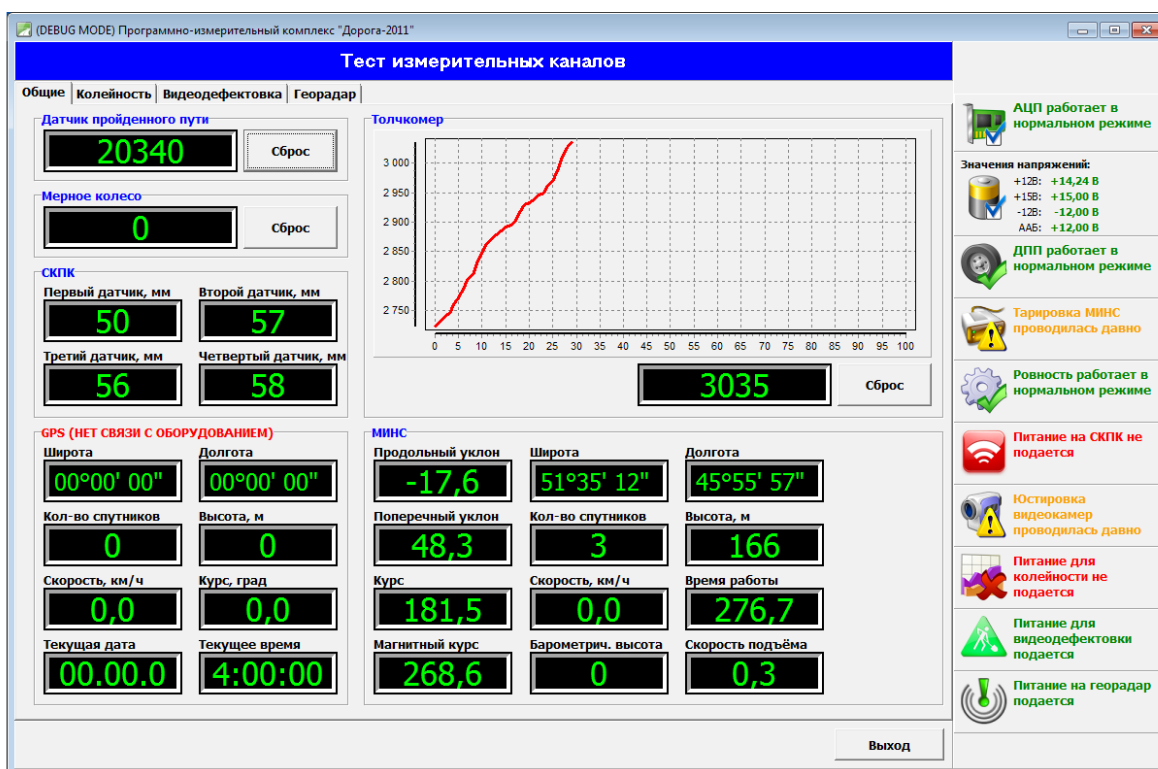


Рис. 2.3. Окно для теста каналов ровности и пройденного пути

2.3. Тарировка датчика пути

Данный режим позволяет на мерном участке подобрать поправочный коэффициент для используемого датчика измерения пройденного пути.

Данная операция должна осуществляться при эксплуатации лаборатории не реже чем 1 раз в день, при резких перепадах температуры в течение рабочего дня – порядка 2-х –3-х раз (утро, обед и вечер).

Для тарировки датчика пройденного пути необходимо выполнить следующие действия:

- Предварительно выбрать эталонный участок, участок с известной длиной. Протяженность участка должна составлять не менее 500 м. Промер эталонного участка должен проводиться с помощью сертифицированных средств измерения, имеющих соответствующее свидетельство о поверке или калибровке.

- Закрепить начало и конец мерного участка на местности и краской отметить его положение на покрытии.

- Выставить лабораторию в начало измерительного участка (см. Рис. 2.4). Вертикальная ось колеса автомобиля должна находиться на отметке начала участка.

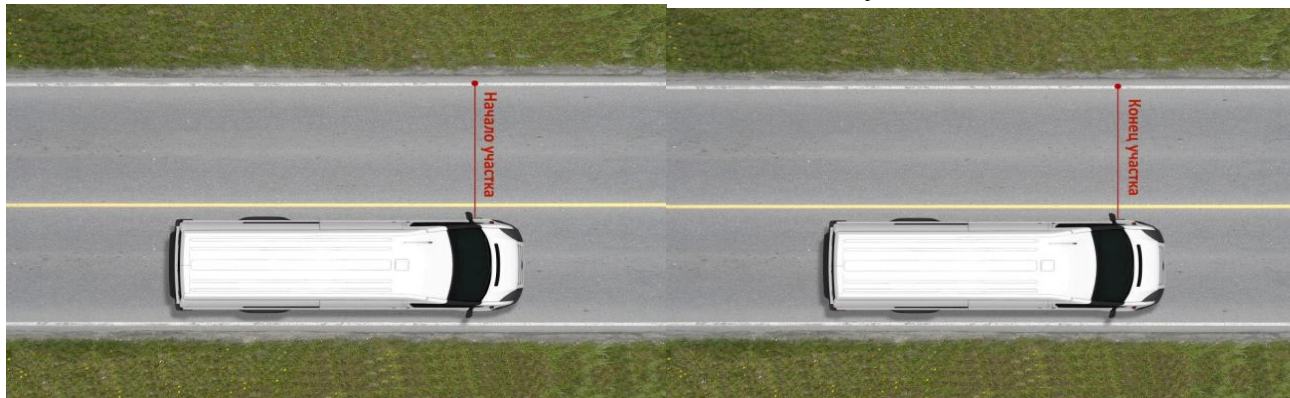


Рис. 2.4. Положение лаборатории в начале и конце измерительного участка

– Открыть программу и в меню главного окна **Сервис** выбрать пункт **Тарировка ДПП**
– В открывшемся окне (см. Рис. 2.5) на панели **/Вид расчёта/** указать способ тарировки датчиков пройденного пути:

✓ **Только выбранный датчик на мерном участке** – при выборе этого режима ниже в списке датчиков необходимо выбрать тип самого датчика

Датчик пройденного пути: . В комплектацию лаборатории может входить один из трех датчиков: мерное колесо, энкодер и коробка передач. В последних версиях

комплектации лаборатории используется датчик – «энкодер».

Принцип действия энкодеров основан на оптическом методе измерения угла поворота линейных перемещений, что обеспечивает высокую точность полученных результатов.

✓ **Одновременно все датчики на мерном участке** – при выборе данного режима одновременно будет тарироваться все датчики измерения пройденного пути.

✓ **По эталонному датчику** – при выборе данного режима, используемые в измерительной системе датчики, будут тарироваться по эталонному (при его наличии). За эталонный датчик принимается мерное колесо, в связи с тем, что его показания не зависят от погодных условий.

– В том же окне мастера тарировки (Рис. 2.5) указать длину участка, используемого в качестве эталона **Длина мерного участка (м):** . Как было сказано ранее, длина мерного участка не должна составлять менее 500 м.

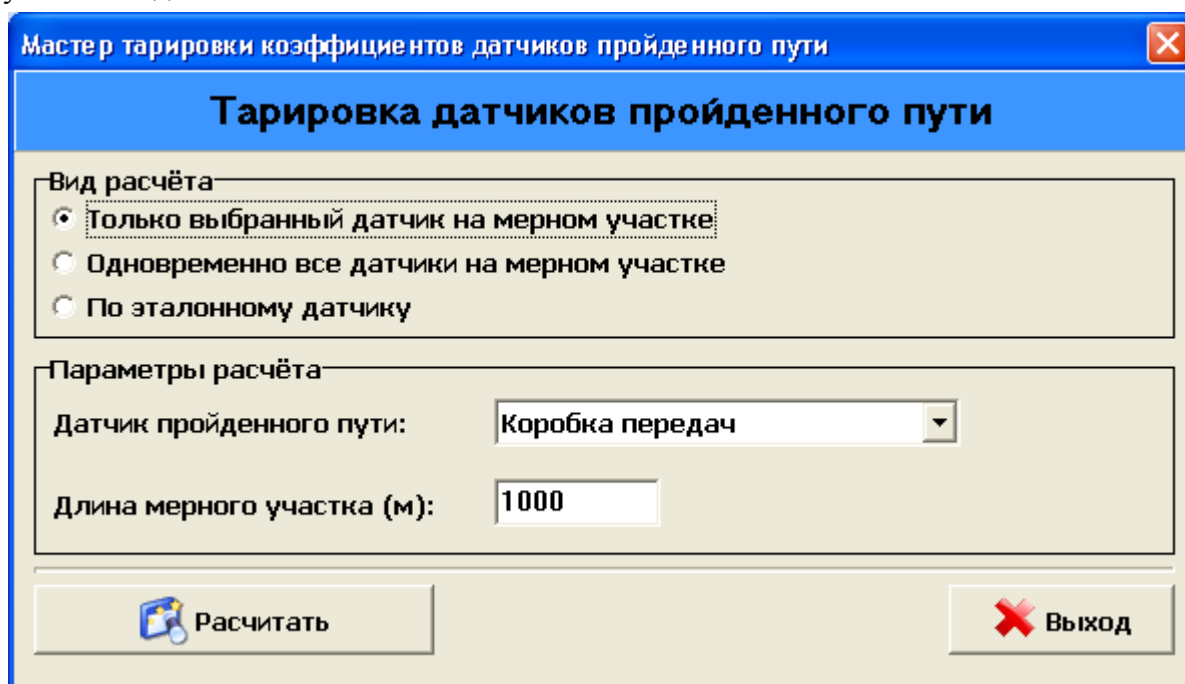
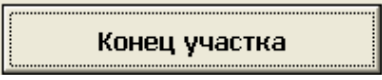


Рис. 2.5. Окно предварительных настроек тарировки датчика пройденного пути

– Выставив необходимые настройки, для продолжения работы в окне мастера тарировки нажать кнопку .

– Если лаборатория готова к проезду, в следующем окне мастера (см. Рис. 2.6) нажать кнопку и начать движение лаборатории.

– Приближаясь к концу мерного участка, рекомендуется сбросить скорость и лабораторию выставить СТРОГО в конце мерного участка (см. Рис. 2.4), чтобы вертикальная ось колеса автомобиля находилась на отметке конца участка, не допуская переездов линии, нажать кнопку  . Программа перейдет в окно поправочных коэффициентов (см. Рис. 2.7).

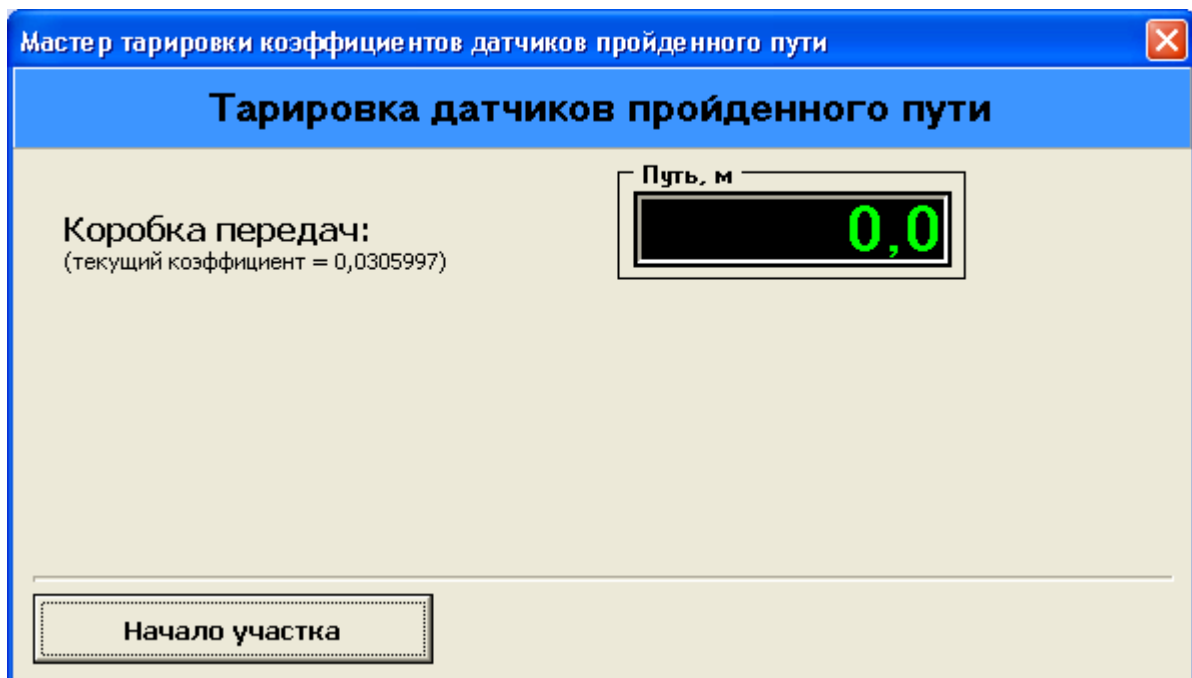


Рис. 2.6. Окно запуска подсчета пройденного пути

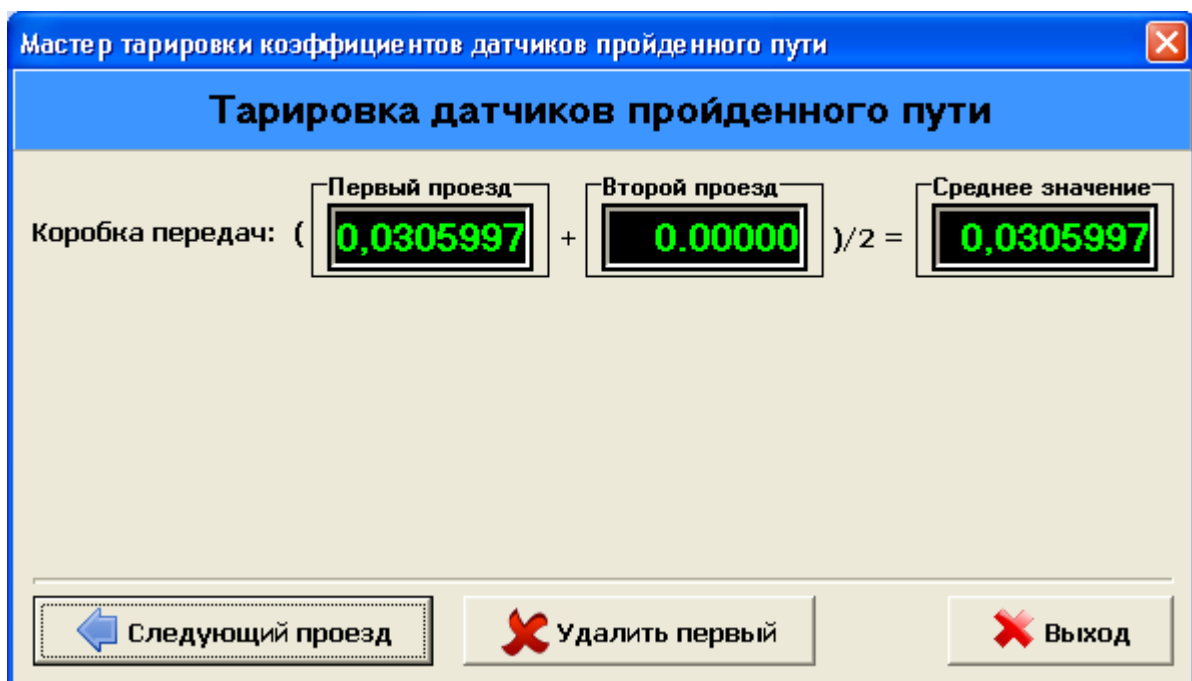
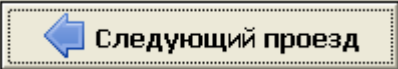
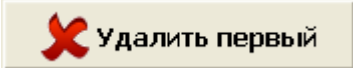



Рис. 2.7. Окно вывода поправочных коэффициентов

– Развернуть лабораторию и выставить её в начале конца мерного участка, нажать кнопку  (см. Рис. 2.7) и снова выполнить проезд, фиксируя начало и конец эталонного участка.

– Итоговый поправочный коэффициент на путь будет равен среднему значению между двумя проездами.

– Если какой-то из проездов выполнен не корректно, необходимо в окне вывода поправочных коэффициентов нажать кнопку  и снова выполнить контрольный проезд.

– Для выхода из режима тарировки необходимо нажать кнопку .

2.4. Тарировка датчика ровности

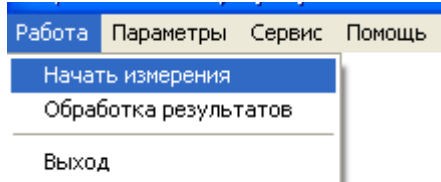
Данный режим позволяет на контрольном участке определить тарировочный коэффициент для датчиков ровности.

Тарировка датчиков ровности проводится метрологической службой и получившийся коэффициент записывается в «Свидетельство о поверке» на лабораторию. Самостоятельное изменение тарировочных коэффициентов датчиков ровности НЕДОПУСТИМО.

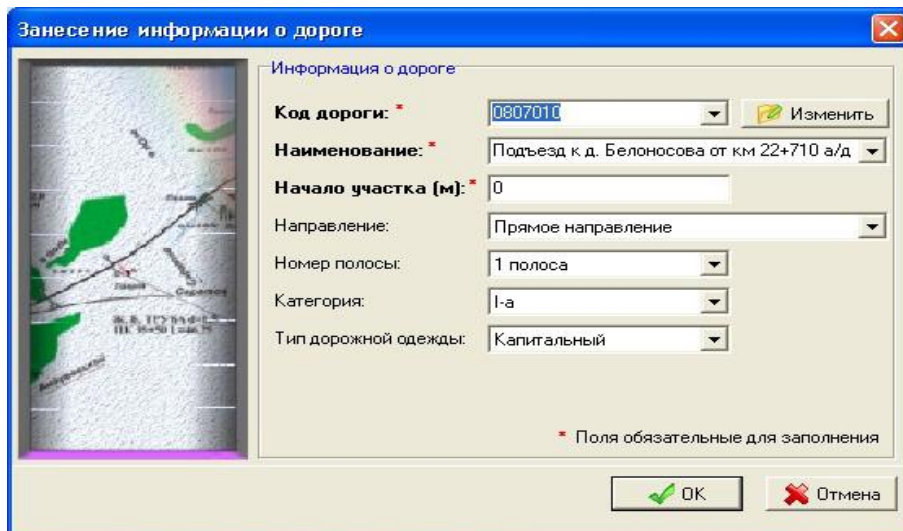
Запуск режима измерения

Для проведения съемки необходимо выполнить следующие действия:

– В меню **Работа** главного окна программы выбрать пункт – **Начать измерения**




– В открывшемся окне указать код и название дороги, полосу (см. Рис. 2.9) и направление движения, категорию и тип дорожной одежды (см. Рис. 2.8). Для продолжения работы нажать кнопку [ОК].



Занесение информации о дороге

Информация о дороге

Код дороги: * 080701 

Наименование: * Подъезд к д. Белоусова от км 22+710 а/д

Начало участка (м): * 0

Направление: Прямое направление

Номер полосы: 1 полоса

Категория: I-а

Тип дорожной одежды: Капитальный

* Поля обязательные для заполнения

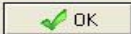
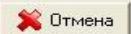
 

Рис. 2.8. Занесение информации о дороге

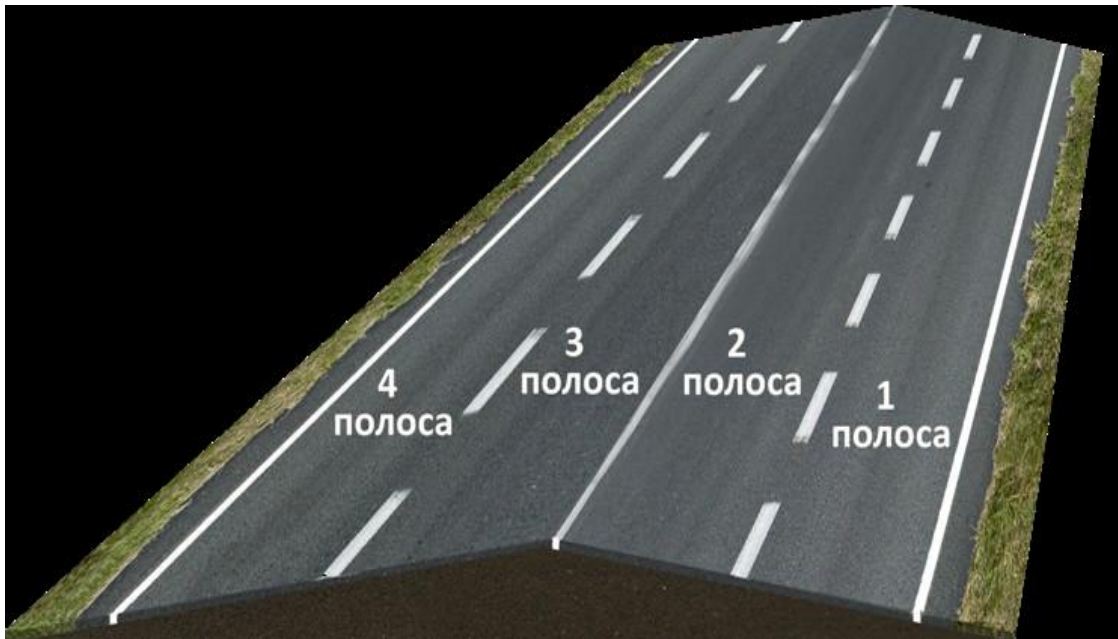
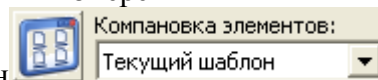


Рис. 2.9. Схема нумерации полос

– После ввода информации о дороге откроется окно проведения измерений

В открывшемся окне выбрать подходящий для работы шаблон



– При проезде начала участка необходимо нажать кнопку

Начать измерения - F1

или клавишу на клавиатуре <F1>. До нажатия этой кнопки производится съём информации с датчиков и её отображение на экране компьютера, но не производится запись этих результатов в файл.

Рабочей скоростью для проведения измерений является скорость 50 км/ч. Таким образом, на участок измерения необходимо заезжать, уже набрав скорость 50 км/ч.

– С левой стороны окна отображается текущая скорость и пройденный путь в километрах.

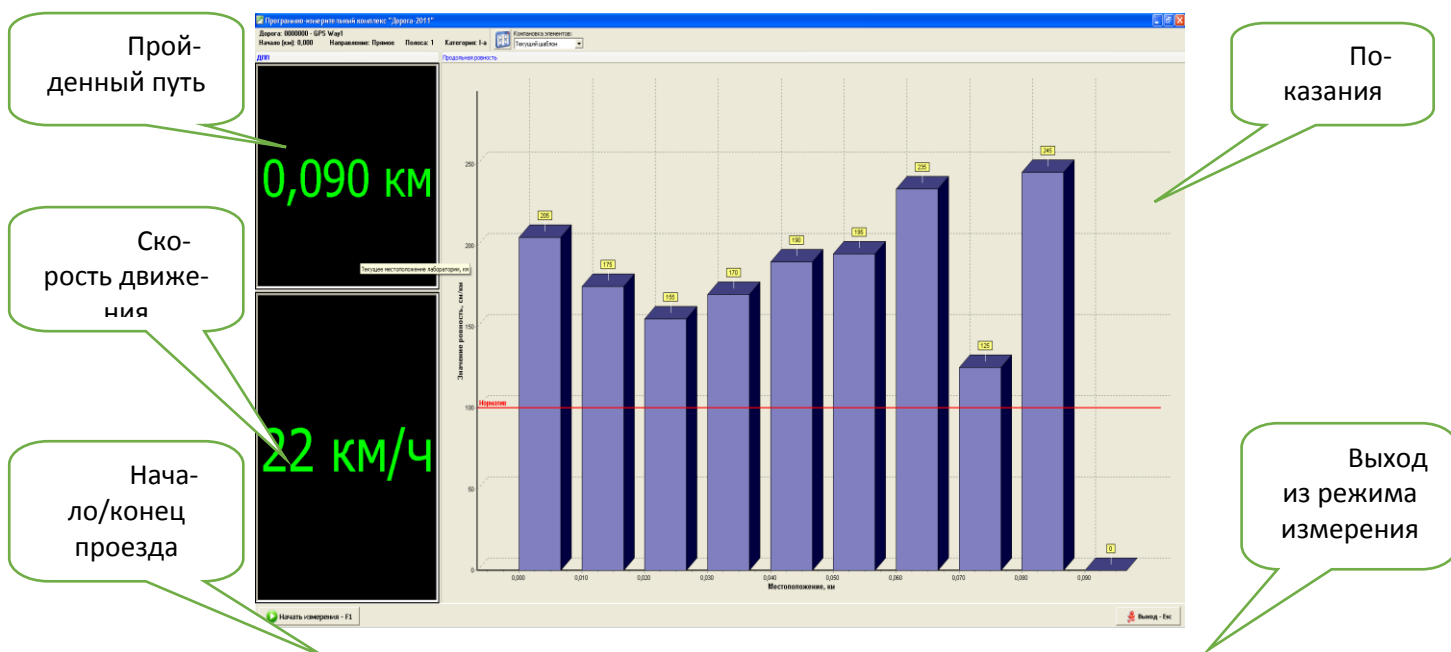
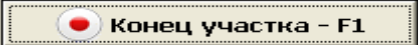
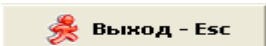


Рис. 2.10. Окно измерения ровности покрытия

– По завершению участка измерения необходимо снова нажать клавишу <F1> или кнопку .

– Для выхода из режима измерения нажать кнопку  или клавишу <Esc>.

3. РЕЖИМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

3.1. Перенос информации на стационарный компьютер

Обработка данных может производиться сразу после проведения испытаний непосредственно в дорожной лаборатории или в камеральных условиях на стационарном компьютере.

При обработке данных в дорожной лаборатории достаточно перейти в режим обработки данных (см. п. 3), для обработки данных в камеральных условиях необходимо скопировать рабочие файлы с компьютера, установленного в дорожной лаборатории, на любой внешний носитель с последующим копированием на стационарный компьютер.

Для переноса информации по ровности покрытия с рабочего компьютера на стационарный необходимо выполнить следующие действия:

– На рабочем компьютере зайти в папку **Дорога 2011/ result/ код дороги**, как правило, она находится на диске **D/...**

– Скопировать на переносной винчестер или флэш карту все файлы с расширением ***.mes**, например . Имена рабочих файлов формируются по следующему принципу **XXXXXXXX_Zz_N_Y**, где:

– **XXXXXXXX** – код дороги;

– **Zz** – местоположение начала участка в метрах;

– **N** – номер полосы;

– **Y** – признак направления (0 - для прямого направления, 1 – для обратного направления).

Для четырех полосной дороги, при проезде по всем полосам, в указанной папке будет сформировано четыре рабочих файла.

– На стационарный компьютер рабочие файлы должны быть скопированы в ту же папку, что и на рабочем компьютере, **Дорога 2011/ result/ код дороги**.

3.2. Переход в режим просмотра и обработки данных

Для перехода в режим просмотра и обработки данных по видеофиксации дефектов необходимо выполнить следующие действия:

– Запустить программу (см. п. 1);

– Зайти в меню **Работа – Обработка результатов**.

– В правой части окна раскрыть список измеренных характеристик интересующей дороги и выбрать пункт **Поперечная ровность** (см. Рис. 3.1).

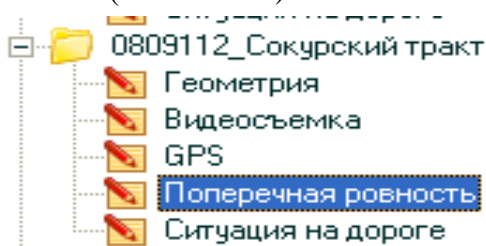


Рис. 3.1. Выбор информации о ровности покрытий

– В левой части экрана выбрать интересующую полосу движения и сделать двойной щелчок мыши по линии, отображающей наличие данных (см. Рис. 3.2).

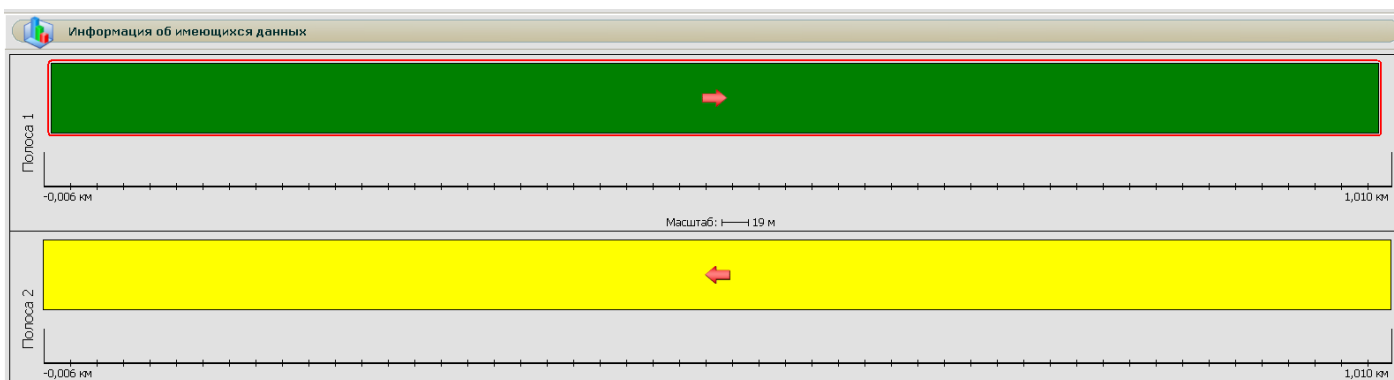


Рис. 3.2. Выбор полосы движения

– После выбора типа полосы откроется таблица с данными измерений ровности

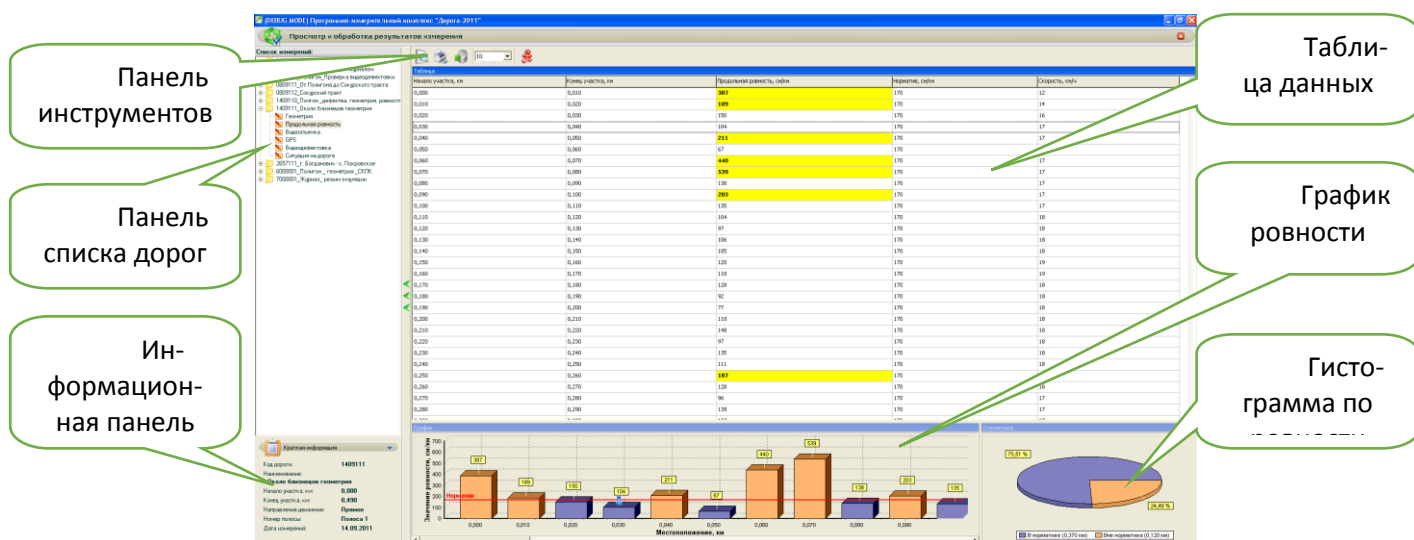
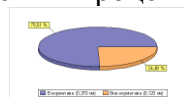


Рис. 3.3. Просмотр результатов измерения ровности

- **панель инструментов** – клавиши быстрого доступа к общим командам программы;
 - **таблица данных** – область, в которой пользователь в табличном виде может просмотреть значения ровности на каждом 10-ти, 50-ти, 100-метровом участке, километре дороги (шаг суммирования выбирается на панели инструментов показаний ровности выбирается в настройках);

- **график ровности** – на данной панели можно просмотреть в виде графика частные значения ровности по каждому участку, представленному в таблице;
 - **гистограмма** – на данной панели можно просмотреть в процентном отношении количество нормативных, допустимых и недопустимых значений



- **информационная панель** – панель отображения информации о коде дороги, направлении проезда, направлении камеры, дате съемки, местоположении, номере кадра;
 - **панель списка дорог** – панель, на которой представлен список обследованных дорог (код и название).

3.3. Предварительный просмотр ведомости

В программе предусмотрена возможность предварительного просмотра таблицы перед печатью, для этого необходимо:

- на панели инструментов нажать кнопку **Предварительный просмотр**;
- в окне «**Предварительного просмотра**» (см. Рис. 3.4) будет представлен вид ведомости перед печатью:

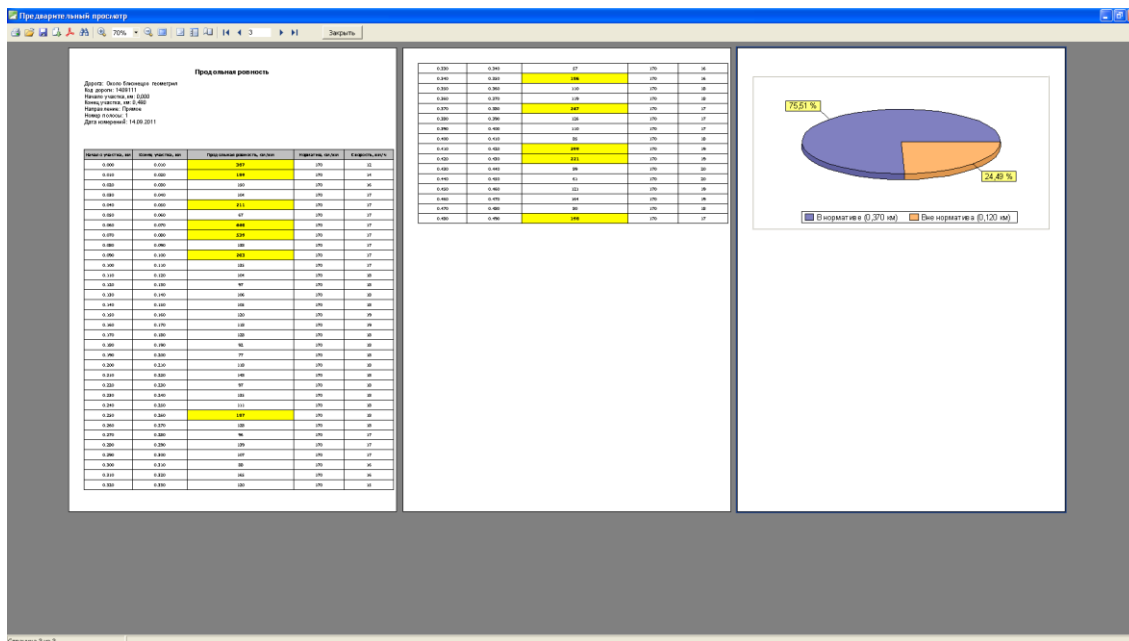


Рис. 3.4. Просмотр результатов измерения ровности

- на панели инструментов, представленного на Ошибка: источник перекрестной ссылки не найден окна, расположены следующие инструменты:

- выводит документ на принтер;
- открывает ранее сохраненный документ в формате *.fr3;
- сохраняет документ в формат *.fr3;
- экспорт документа файл (подробнее см. п. Ошибка: источник перекрестной ссылки не найден);
- сохранение документа в формат *.pdf;
- отправка документа по электронной почте;
- открывает окно поиска текста в документе (см. Ошибка: источник перекрестной ссылки не найден);

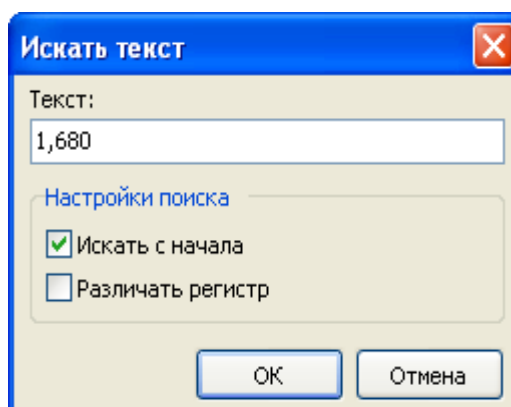












Рис. 3.5. Окно поиска текста

- увеличение масштаба;
- отображение текущего масштаба, а также его выбор;
- уменьшение масштаба;

-  - отображение документа во весь экран;
-  - открывает панель дерева отчета;
-  - открывает в левой части окна просмотра панель с миниатюрами страниц документа;
-  - открывает окно с настройками параметров страницы (см. Ошибка: источник перекрестной ссылки не найден);
-  - позволяет редактировать текущую страницу;
-  - переход к первой странице документа;
-  - переход к предыдущей странице документа;
- отображение номера текущей страницы, также позволяет вручную задать номер страницы для перехода на нее;
-  - переход на следующую страницу;
-  - переход на последнюю страницу;
- выход из окна предварительного просмотра документа.

3.4. Печать отчета

Чтобы вывести текущую таблицу на принтер необходимо нажать кнопку  [Печать].

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Курсовая работа включает пояснительную записку с ведомостями и схемами. Примерный объем пояснительной записки 30 - 35 листов. Примерное количество часов, необходимое для выполнения курсовой работы, составляет 40 часов.

Основная цель курсовой работы заключается в разработке решений с учетом анализа информации о параметрах и состоянии конструктивных элементов автомобильной дороги и дорожных сооружений, характеристик транспортных потоков и иной информации для определения потребности в ремонтных мероприятиях, а также оценки и прогноза состояния автомобильной дороги в процессе ее дальнейшей эксплуатации.

В качестве исходных данных принимаются результаты осмотров автомобильных дорог общего пользования.

Примерное содержание курсовой работы

Введение

1. Оценка безопасности движения на участке автомобильной дороги.

1.1. Абсолютные и относительные показатели аварийности.

1.2. Пропускная способность и уровень загрузки дороги движением.

1.3. Оценка опасности движения по итоговому коэффициенту аварийности.

2. Анализ транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

2.1. Оценка прочности нежестких дорожных одежд.

2.2. Оценка продольной ровности покрытия.

2.3. Оценка сцепных качеств покрытий.

2.4. Оценка состояния покрытия по дефектности.

3. Назначение ремонтных мероприятий.

3.1. Назначение ремонтных мероприятий

3.2. Расчёт стоимости капитального и текущего ремонтов

Заключение.

Литература.

Введение

Диагностика автомобильных дорог – обследование, сбор и анализ информации о параметрах, характеристиках и условиях функционирования дорог и дорожных сооружений, наличии дефектов и причин их появления, характеристиках транспортных потоков и других необходимых для оценки и прогноза состояния дорог и дорожных сооружений в процессе дальнейшей эксплуатации.

Оценка транспортного-эксплуатационного состояния – определение степени соответствия нормативным требованиям фактических свойств автомобильных дорог, их основных параметров и характеристик.

Цель диагностики и оценки состояния автомобильных дорог состоит в получении объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии, условиях их работы и степени соответствия фактических свойств, параметров и характеристик требованиям движения.

Главными задачами данной курсовой работы являются:

1. Оценка безопасности движения на участках автомобильной дороги;
2. Анализ транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

Оценка безопасности движения на участках автомобильной дороги включает в себя:

- Абсолютные и относительные показатели аварийности;
- Пропускная способность и уровень загрузки дороги движением;
- Оценку опасности движения.

В состав анализа транспортно-эксплуатационного состояния дорог входит:

- Оценка прочности нежёстких дорожных одежд;
- Оценка продольной ровности покрытия;
- Оценка сцепных качеств покрытия;
- Оценка состояния покрытия по дефектности.

Выполнение всех вышеперечисленных задач позволит нам выявить участки дороги, не отвечающие допустимым требованиям и, руководствуясь нормативными документами назначить ремонтные мероприятия и оценить их стоимость.

1. Оценка безопасности движения на участке автомобильной дороге.

Общий уровень обеспечения безопасности дорожного движения – уровень, учитывающий весь комплекс факторов влияющих на аварийность: состояние дорожной сети, степень автомобилизации и качественный состав парка транспортных средств, объем перевозок, подвижность населения, факторы социальной и транспортной психологии, эффективность деятельности административно-правовых органов, организации спасения и эвакуации пострадавших в ДТП и т.д.

Неудовлетворительные дорожные условия – это дорожные условия, когда один и более из показателей эксплуатационного состояния участка автомобильной дороги не соответствует значениям допустимым по условиям обеспечения безопасности движения или когда конструктивные элементы участка автомобильной дороги по сложившимся условиям интенсивности и составу движения не соответствуют действительным требованиям по проектируемой дороге.

Для оценки базовых тенденций изменения аварийности требуется накопление многолетних статистических данных. При этом в качестве исходных данных, помимо сведений об аварийности, используются такие показатели, как численность парка транспортных средств, протяженность дорожной сети, численность населения, годовой пробег транспортных средств (транспортная работа).

В качестве результирующих критериев достигнутого уровня безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах рассматриваются две группы показателей:

- абсолютные показатели аварийности, такие как общее число ДТП, погибших и раненых в них участников дорожного движения в единицу времени (обычно год), или текущие изменения указанных показателей в течение рассматриваемого периода. Они берутся из официальных статистических сведений;
- относительные показатели аварийности: риск ДТП, риск здоровью населения в ДТП и коэффициенты происшествий, определяемые с учетом интенсивности движения и расстояния поездок, а также плотности ДТП (числа ДТП, отнесенного к протяженности дорожной сети).

Риск общего травматизма – количество пострадавших на 100 ДТП.

Риск смертельного травматизма – количество погибших на 100 ДТП.

Тяжесть последствий – количество погибших в расчёте на 100 пострадавших.

Коэффициент происшествий – количество ДТП на 1 млн. автомобилей/км.

Повышение безопасности дорожного движения базируется на повышении транспортно-эксплуатационного качества автомобильной дороги и уровня удобства движения (поддержание нормированных скоростей и интенсивности движения, снижение уровня загрузки дороги). Мероприятия по повышению безопасности движения эффективны только в тех случаях, когда они основываются на анализе закономерности движения транспортных и пешеходных потоков, одиночных транспортных средств, на результатах исследований причин аварийности и ухудшения условий работы водителей.

1.1 Абсолютные и относительные показатели аварийности.

Абсолютные показатели аварийности в пределах каждой автомобильной дороги и в целом на дорожной сети могут быть получены по данным учета ДТП, формируемым подразделениями УГАИ МВД Республики Беларусь. По каждой дороге и в целом по дорожной сети необходимо иметь статистические данные по:

- количеству ДТП ($n_{\text{дмп}}$) по сопутствующей причине неудовлетворительных дорожных условий за рассматриваемый период T (целых лет);
- количеству погибших в ДТП ($n_{\text{п}}$) по сопутствующей причине неудовлетворительных дорожных условий за рассматриваемый период T (целых лет);
- количеству раненых в ДТП ($n_{\text{р}}$) по сопутствующей причине неудовлетворительных дорожных условий за рассматриваемый период T (целых лет).

Общее количество пострадавших в ДТП граждан (погибших и раненых) по сопутствующей причине неудовлетворительных дорожных условий за рассматриваемый период T (целых

лет) определяется как

$$n_n = n_p + n_n. \quad (1)$$

Относительные показатели аварийности: риск ДТП, риск здоровью населения в ДТП и коэффициенты происшествий, определяемые с учетом интенсивности движения и расстояния поездок, а также плотности ДТП (числа ДТП, отнесенного к протяженности дорожной сети).

Получение данных о величине интенсивности движения, его составе по типам транспортных средств осуществляется в соответствии с Методикой обследования движения транспорта на автомобильных дорогах общего пользования Республики Беларусь. Данные выражаются в единицах, приведенных к легковому автомобилю (прив. ед/ч), I_{npi} по каждому i месту учета с протяженностью перегона l_i . Средневзвешенная величина интенсивности движения транспорта по всей дороге I_c определяется по формуле:

$$I_c = \frac{I_{npi} \times l_i + \dots + I_{npi} \times l_i}{l_i + \dots + l_i}. \quad (2)$$

1.1 Показатель риска ДТП (количество ДТП на 1 млн. автомобиле-километров по сопутствующей причине неудовлетворительных дорожных условий) определяется по формуле

$$Z = \frac{n_{dmn} \times 10^6}{365 \times L \times I_c \times T}, \quad (3)$$

где L – протяженность дороги (участка дороги);
 T – количество рассматриваемых полных лет.

1.2 Показатель риска здоровью населения в ДТП (количество пострадавших в ДТП граждан на 1 млн. автомобиле-километров по сопутствующей причине неудовлетворительных дорожных условий) определяется по формуле:

$$Z_n = \frac{n_n \times 10^6}{365 \times L \times I_c \times T}, \quad (4)$$

где L – протяженность дороги (участка дороги);
 T – количество рассматриваемых полных лет.

1.3 Для коротких участков, резко отличающихся от смежных (мосты, перекрестки и т.п.), коэффициент происшествий измеряют количеством ДТП по сопутствующей причине неудовлетворительных дорожных условий на 10 млн. автомобилей:

$$Z = \frac{n_{dmn} \times 10^7}{365 \times I_c \times T}, \quad (5)$$

$$Z_n = \frac{n_n \times 10^7}{365 \times I_c \times T}. \quad (6)$$

Общий анализ причин ДТП позволяет свести их в следующие однородные по характеру группы:

- несоблюдение правил дорожного движения его участниками;
- неправильный выбор режимов движения;
- снижение психофизиологических функций участников движения в результате различных факторов;
- неудовлетворительное состояние транспортных средств;
- неправильное размещение и крепление груза;
- неудовлетворительное устройство и содержание элементов дороги и дорожной обстановки;
- неудовлетворительная организация дорожного движения.

1.2. Пропускная способность и уровень загрузки дороги движением.

Пропускная способность автомобильной дороги

Для практических целей различают два вида пропускной способности:

- - максимальную, наблюдаемую на эталонном участке P_{\max} , прив. шт./ч;
- - фактическую в конкретных дорожных условиях P , шт./ч.

Максимальная пропускная способность P_{\max} устанавливается на эталонном участке (с состоянием покрытия, соответствующим требованиям [ТКП 059](#)) при благоприятных погодноклиматических условиях и транспортном потоке, состоящем только из легковых автомобилей (таблица 1).

• **Таблица 1 – Максимальная пропускная способность**

Количество полос движения	P_{\max} , прив. шт./ч
Две	3600 в двух направлениях
Три	4000 в двух направлениях
Четыре:	
- без разделительной полосы	2100 по одной полосе
- с разделительной полосой	2200 по одной полосе

Фактическая пропускная способность соответствует пропускной способности участков автомобильных дорог, характеризующихся пониженным показателем коэффициента сцепления и повышенным показателем ровности по сравнению с эталонным участком.

Фактическую пропускную способность следует рассчитывать на наиболее грузонапряженных участках автомобильных дорог, включающих аварийно-опасные участки, пересечения в одном уровне, подъезды к обозначаемым пешеходным переходам, а также на УКДТП.

Порядок оценки пропускной способности двухполосных автомобильных дорог

Фактическая величина пропускной способности в конкретных дорожных условиях определяется по формуле

$$P = \beta_1 \times \beta_2 \times \beta_3 \times \dots \times \beta_{17} \times P_{\max} \quad (7)$$

где $\beta_1 \times \beta_2 \times \beta_3 \times \dots \times \beta_{17}$ – коэффициенты снижения пропускной способности, значения которых приведены в таблицах 2 – 18.

Таблица 2

Автомобильная дорога	Ширина, м		Коэффициент β_1
	полосы движения	проезжей части	
Многополосная	Менее 3,00 включ.	–	0,70
Многополосная	3,50	–	0,96
Многополосная	Св. 3,75	–	1,0
Двухполосная	–	Менее 6,00 включ.	<u>0,85/0,54</u>
Двухполосная	–	7,00	<u>0,90/0,71</u>
Двухполосная	–	Св. 7,50	<u>1,00/0,87</u>

Примечание – В знаменателе приведены значения коэффициента при наличии снежного наката на полосе движения.

Таблица 3

Ширина обочины, м	Коэффициент β_2
1,50	0,70
2,00	0,80
2,50	0,92
3,00	0,97
3,75	1,00

Таблица 4

Расстояние от кромки проезжей части до препятствия, м	Коэффициент β_3 при ширине полосы движения, м, при наличии боковых помех с одной стороны					
	Боковые помех с одной стороны			Боковые помех с обеих сторон		
	Более 3,75	От 3,00 до 3,75 включ.	Менее 3,00	Более 3,75	От 3,00 до 3,75 включ.	Менее 3,00
2,5	1,00	1,00	0,98	1,00	0,98	0,96
2,0	0,99	0,99	0,95	0,98	0,97	0,93
1,5	0,97	0,95	0,94	0,96	0,93	0,91
1,0	0,95	0,90	0,87	0,91	0,88	0,85
0,5	0,92	0,83	0,80	0,88	0,78	0,75
0,0	0,85	0,78	0,75	0,82	0,73	0,70

Таблица 5

Количество автопоездов в потоке, %	Коэффициент β_4 при числе легких и средних грузовых автомобилей, %				
	10	20	50	60	70
1	0,99	0,98	0,94	0,90	0,86
5	0,97	0,96	0,91	0,88	0,84
10	0,95	0,93	0,88	0,85	0,81
15	0,92	0,90	0,85	0,82	0,78
20	0,90	0,87	0,82	0,79	0,76
25	0,87	0,84	0,79	0,76	0,73
30	0,84	0,81	0,76	0,72	0,70

Примечание – Коэффициент β_4 на подъемах не учитывается.

Таблица 6

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	Коэффициент β_5 при количестве автопоездов в потоке, %				Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	Коэффициент β_5 при количестве автопоездов в потоке, %			
		2	5	10	15			2	5	10	15
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89	50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
20	500	0,97	0,94	0,92	0,87	50	500	0,86	0,80	0,75	0,70
20	800	0,96	0,92	0,90	0,84	50	800	0,82	0,76	0,71	0,64
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86	60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
30	500	0,95	0,93	0,91	0,83	60	500	0,77	0,71	0,64	0,55
30	800	0,93	0,90	0,88	0,80	60	800	0,70	0,63	0,53	0,47
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80	70	200	0,75	0,68	0,60	0,55
40	500	0,91	0,88	0,83	0,76	70	500	0,63	0,55	0,48	0,41
40	800	0,88	0,85	0,80	0,72						

Таблица 7

Расстояние видимости в плане, м	Коэффициент β_6
Менее 50 включ.	0,68
Св. 50 до 100 включ.	0,73
Св. 100 до 150 включ.	0,84
Св. 150 до 250 включ.	0,80
Св. 250 до 350 включ.	0,98
Св. 350	1,00

Таблица 8

Радиус кривой в плане, м	Коэффициент β_7
Менее 100 включ.	0,85
Св. 100 до 250 включ.	0,90
Св. 250 до 450 включ.	0,96
Св. 450 до 600 включ.	0,99
Св. 600	1,00

Таблица 9

Ограничение скорости, км/ч	Коэффициент β_8
10	0,44
20	0,76
30	0,88
40	0,96
50	0,98
60	1,00

Таблица 10

Число транспортных средств, поворачивающих налево, %	Тип пересечения					
	Т-образное			Четырехстороннее		
	Коэффициент β_9 при ширине проезжей части главной автомобильной дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
Необорудованное пересечение						
0	0,97	0,98	1,00	0,94	0,95	0,98
20	0,85	0,87	0,92	0,82	0,83	0,91
40	0,73	0,75	0,83	0,70	0,71	0,82
60	0,60	0,62	0,75	0,57	0,58	0,73
80	0,45	0,47	0,72	0,41	0,41	0,70
Частично оборудованное пересечение с островками без переходно-скоростных полос						
0	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00
20	0,97	0,98	1,0	0,98	0,97	0,99
40	0,93	0,94	0,97	0,91	0,92	0,97
60	0,87	0,88	0,93	0,84	0,85	0,93
80	0,87	0,88	0,92	0,84	0,85	0,92
Полностью канализированное пересечение						
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80	0,97	0,98	0,99	0,95	0,97	0,98
Примечание – При отсутствии данных об интенсивности движения на пересечениях автомобильных дорог допускается принимать значения коэффициента β_9 , соответствующие случаю, когда доля ТС, поворачивающих налево, равна 20 %.						

Таблица 11

Тип обочины	Коэффициент β_{10}
Укрепленная обочина из щебня или гравия	1,00
Укрепленная грунтовая обочина	0,99
Обочина, укрепленная засеваем трав	0,95
Неукрепленные обочины в сухом состоянии	0,90

Таблица 12

Тип покрытия	Коэффициент β_{11}
Шероховатое асфальто- или цементобетонное, черное щебеночное покрытие	1,00
Асфальтобетонное покрытие без поверхностной обработки	0,91
Грунтовая автомобильная дорога: - сухая (без пыли); - размокшая	0,90 0,10–0,30

Таблица 13

Площадка отдыха, бензозаправочные станции или остановочные площадки	Коэффициент β_{12}
С полным отделением от основной автомобильной дороги и наличием специальной полосы для въезда	1,00
При наличии только полосы отгона	0,98
При отсутствии полосы отгона	0,80
Без отделения от основной проезжей части	0,64

Таблица 14

Вид разметки	Коэффициент β_{13}
Осевая разметка	1,02
Осевая и краевая разметка	1,05
Разметка полос на подъемах с дополнительной полосой	1,50
То же, на четырехполосной автомобильной дороге	1,23
То же, на трехполосной автомобильной дороге	1,30
При наличии двойной осевой разметки	1,12

Таблица 15

Число автобусов в потоке, %	Коэффициент β_{14} при числе легковых автомобилей в потоке, %					
	70	50	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60

Таблица 16

Ограничение скорости движения, км/ч	Коэффициент β_{15} при протяженности населенного пункта, км							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
60	0,83	0,82	0,81	0,79	0,74	0,70	0,67	0,63
50	0,65	0,64	0,63	0,61	0,39	0,57	0,54	0,50
40	0,51	0,51	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47	0,44

Таблица 17–Рекомендуемые значения коэффициента β_{16} , учитывающего влияние расстояния неподвижных боковых препятствий до кромки проезжей части

Расстояние от бокового препятствия до кромки проезжей части, м	Коэффициент β_{16} при протяженности населенного пункта, км			
	От 0,5 до 1,0 включ.	Св. 1,0 до 2,0 включ.	Св. 2,0 до 3,0 включ.	Св. 3,0 до 4,0 включ.
Менее 2,0 до 3,0 включ.	0,75	0,69	0,63	0,60
Св. 3,0 до 4,0 включ.	0,82	0,77	0,73	0,62
Св. 4,0	0,92	0,88	0,87	0,84

Таблица 18

Количество пешеходов в час	Коэффициент β_{17} для двухполосной автомобильной дороги при	
	отсутствии светофорного регулирования	наличии светофорного регулирования
60	0,86	0,97
120	0,58	0,88
180	0,27	0,79

Промежуточные значения вышеприведенных коэффициентов определяют интерполяцией.

При оценке фактической пропускной способности по формуле (Б.1) допускается использовать не более шести частных коэффициентов, выделяя в каждом конкретном случае основной частный коэффициент и второстепенные.

Для прямолинейных горизонтальных участков основным частным коэффициентом может быть коэффициент, учитывающий ширину проезжей части, а второстепенные коэффициенты учитывают ширину обочин, расстояние видимости, состав транспортного потока, наличие разметки, тип пересечения.

Для участков кривых в плане основным частным коэффициентом может быть коэффициент, учитывающий величину радиуса кривой в плане, а второстепенные коэффициенты учитывают ширину проезжей части и обочин, расстояние видимости, тип покрытия, наличие разметки.

Для участков подъемов основным частным коэффициентом является коэффициент, зависящий от величины продольного уклона, а второстепенные коэффициенты учитывают ширину проезжей части, количество автопоездов в составе транспортного потока, наличие дополнительной полосы, тип покрытия, наличие разметки.

На характерных участках автомобильных дорог с другими дорожными условиями используют коэффициенты, имеющие наибольшие значения.

Фактическая пропускная способность в реальных дорожных условиях для целей организации дорожного движения определяется по формуле

$$P = w \times V_0 \times g_{\max}$$

где w – коэффициент, зависящий от загрузки встречной полосы движения ($w = 1,3$ при $Z < 0,4$; $w = 1,0$ при равном распределении интенсивности по встречным полосам; $w = 0,99$ при высокой загрузке встречной полосы $Z > 0,4$);

V_0 – скорость движения в свободных условиях на рассматриваемом участке, км/ч;

g_{\max} – максимальная плотность движения на рассматриваемом участке, шт./км определяется по формуле

$$g_{\max} = \frac{L}{l}$$

где L – протяженность участка, км;

l – интервал между ТС, м.

Таблица 19 – Рекомендуемые интервалы между автомобилями

Тип заднего транспортного средства	Интервал между автомобилями l , м		
	легковыми	грузовыми	автопоездами
Легковые	7,3	9,3	13,2
Грузовые	9,0	9,7	14,1
Автопоезда	13,0	14,2	17,3

Максимальную плотность смешанного транспортного потока устанавливают с учетом интервалов между ТС и их габаритов. Для удобства определения g_{\max} следует ввести средний расчетный интервал l_p , представляющий собой сумму дистанций между ТС и длину участка, занимаемого передним ТС.

При разнородном составе потока средний интервал следует определять с учетом возможного сочетания стоящих друг за другом ТС

$$l_p = p_l \times l_{ll} + p_l \times p_r \times l_{lr} + p_l \times p_a \times l_{la} + p_r \times p_l \times l_{rl} + p_r^2 \times l_{rr} + p_r \times p_a \times l_{ra} + p_a \times p_l \times l_{al} + p_a \times p_r \times l_{ar} + p_a^2 \times l_{aa}$$

где p_l , p_r , p_a – фактическая вероятность появления, соответственно, легкового, грузового автомобилей и автомобильного поезда (определяют по данным учета движения или задают составом движения);

l_{ll} , l_{lr} , l_{la} , l_{rl} , l_{rr} , l_{ra} , l_{al} , l_{ar} , l_{aa} – интервалы, соответственно, между легковыми, легковым и грузовым, легковым и автопоездом, грузовым и легковым, грузовыми, грузовым и автопоездом, автопоездом и легковым, автопоездом и грузовым автомобилями, автопоездами с учетом их длины.

Анализ уровней обслуживания

Основной характеристикой уровней обслуживания является коэффициент (уровень) загрузки дороги движением Z , который определяется по формуле

$$Z = \frac{N}{P},$$

где N – интенсивность движения, прив. шт./ч (принимается наибольшее из значений $N_{\text{чmax}}$ и $N_{\text{чпик}}$).

Таблица 20 -- Уровни обслуживания движения на дорогах

Уровень обслуживания	Коэффициент загрузки Z	Характеристика потока транспортных средств	Состояние потока	Эмоциональная нагрузка водителя	Условие работы водителя
A	До 0,20 включ.	ТС движутся в свободных условиях, взаимодействие между ТС отсутствует	Свободное движение одиночных ТС с большой скоростью	Низкая	Удобно
B	Св. 0,20 до 0,45 включ.	ТС движутся группами, совершается много обгонов	Движение ТС малыми группами (2–5 шт.). Обгоны возможны	Нормальная	Малоудобно
C	Св. 0,45 до 0,70 включ.	В потоке еще существуют большие интервалы между ТС, обгоны запрещены	Движение ТС большими группами (5–14 шт.). Обгоны затруднены	Высокая	Неудобно
D	Св. 0,70 до 0,90 включ.	Сплошной поток ТС, движущихся с малыми скоростями	Колонное движение ТС с малой скоростью. Обгоны невозможны	Очень высокая	Очень неудобно
E	Св. 0,90 до 1,00 включ.	Поток движется с остановками, возникают заторы, ограничен режим пропускной способности	Плотное	Очень высокая	Очень неудобно
F	Св. 1,00	Полная остановка движения, заторы	Сверхплотное	Крайне высокая	Крайне неудобно

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

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

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

- при установлении предельной интенсивности дорожного движения для рассматриваемой категории автомобильной дороги с учетом района ее проложения и движения по ней.

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

По данным о фактическом состоянии элементов и параметров автомобильных дорог необходимо проводить расчеты по выявлению участков с крайне низкой пропускной способностью («узкие места»). Требуется принятие решения по реконструкции участков автомобильных дорог, на которых коэффициент загрузки их движением превышает значения, приведенные в таблице 3.

Таблица 21 – Рекомендуемый уровень обслуживания автомобильной дороги

Тип автомобильной дороги	Коэффициент загрузки автомобильной дороги движением $Z_{\text{опт}}$	Рекомендуемый уровень обслуживания движения
Автомобильные дороги I категории	0,60	B, C
Въезды в города, обходы и кольцевые автомобильные дороги вокруг больших городов	0,65	C
Автомобильные дороги II–VI категорий	0,70	D

Расчет коэффициента загрузки следует проводить на наиболее грузонапряженных участках автомобильных дорог, включающих аварийно-опасные участки, пересечения в одном уровне, подъезды к обозначаемым пешеходным переходам, а также на УКДТП.

Для наглядности значения коэффициентов пропускной способности наносят на линейный график дороги и определяют уровни обслуживания движения.

1.3 Оценка опасности движения по итоговому коэффициенту аварийности

Опасность дороги для движения оценивается по величине итогового коэффициента аварийности $K_{ит}$, который представляет собой произведение частных коэффициентов аварийности K_i , учитывающих опасность отдельных элементов дороги и дорожной обстановки

$$K_{ит} = K_1 \cdot K_2 \dots K_i,$$

где K_1, K_2, \dots, K_i – частные коэффициенты аварийности.

Значения частных коэффициентов аварийности для автомобильных дорог общего пользования, в том числе для транзитного движения, проходящих через населенные пункты, в зависимости от опасности отдельных элементов дороги и дорожной обстановки приведены в таблицах 22 – 38

Таблица 22 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от количества полос движения

K_i	Интенсивность движения, тыс. авт./сут							
	3	5	7	9	11	13	15	20
K_1 (двухполосные дороги)	0,75	1,0	1,3	1,7	1,8	1,5	1,0	0,6
K_1 (трехполосные дороги) ¹	0,65	0,75	0,9	0,96	1,25	1,5	1,3	1,0
K_1 (трехполосные дороги) ²	0,94	1,18	1,28	1,37	1,51	1,65	1,45	1,25
¹ При разметке проезжей части на три полосы движения.								
² При разметке осевой линией.								

Таблица 23 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от количества полос движения

K_i	Интенсивность движения, тыс. авт./сут							
	0	5	8	0	5	8	0	
K_1 (четыре полосы движения и более)	1,0	1,1	1,3	1,7	2,2	2,8	3,4	

Таблица 24 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от ширины проезжей части

K_i	Ширина проезжей части, м						
	6	7	7,5	9	10,5	14-15 ¹	14 ²
K_2 при укрепленных обочинах	1,35	1,05	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5
K_2 при неукрепленных обочинах	2,5	1,75	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7
¹ Без разделительной полосы.							
² С разделительной полосой.							

Таблица 25 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от ширины обочин

K_i	Ширина обочин, м					
	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0	
K_3 (двухполосные дороги)	2,2	1,4	1,2	1,0	0,8	
K_3 (трехполосные дороги)	1,37	0,73	0,65	0,49	0,35	

Таблица 26 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от продольного уклона

K_i	Продольный уклон, ‰						
	20	30	40	50	70	80	
K_4	0,8	0,9	1,0	2,5	2,8	3,0	

Таблица 27 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от радиуса кривых в плане

K_i	Радиус кривых в плане, м						
	100	150	200–300	400–600	700–900	1000–2000	> 2000
K_5	5,4	4,0	2,25	1,6	1,3	1,25	1,0
<p>Примечание – При определении коэффициента, учитывающего влияние радиуса кривых в плане, необходимо вводить поправку на наличие виражей. Оценивая безопасность движения, следует исходить из значений эквивалентных радиусов кривых, допускающих проезд с той же скоростью, что и рассматриваемые кривые, но имеющих уклон виража, равный уклону проезжей части на прямых участках. Значение радиуса определяют по формуле</p> $R_{экс} = \frac{\varphi_{кр} \pm i_{кр}}{\varphi_{пр} + i_{пр}} \times R_{кр},$ <p>где R – радиус, м; φ – коэффициент поперечной силы, при расчетах на устойчивость принимаемый равным коэффициенту поперечного сцепления; i – поперечный уклон в десятичных дробях. Индекс «кр» относится к рассматриваемой кривой, а индекс «пр» – к характеристике проезжей части на прилегающем участке.</p>							

Таблица 28 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от видимости дороги

K_i	Видимость, м							
	50	100	150	200	250	350	400	500
K_6 в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
K_7 в профиле	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0

Таблица 29 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от ширины проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги

i	Ширина проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги				
	менее на 1 м	равна	шире на 1 м	шире на 2 м	равна ширине земляного полотна
8	6,0	3,0	2,0	1,5	1,0

Таблица 30 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от типа пересечения

K_i	Тип пересечения				
	В разных уровнях	Кольцевое пересечение	В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной на двух дорогах		
			10	10-20	>20
K_9	0,35	0,70	1,5	3,0	4,0

Таблица 31 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от интенсивности движения по основной дороге

K_i	Пересечение в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт./сут		
	Св. 1600 до 3500 включ.	Св. 3500 до 5000 включ.	Св. 5000
K_{10}	2,0	3,0	4,0

Таблица 32 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от видимости с примыкающей дороги

K_i	Видимость пересечения в одном уровне с примыкающей дороги, м				
	Св. 60	От 60 до 40 включ.	Менее 40 до 30 включ.	Менее 30 до 20 включ.	Менее 20
K_{11}	1,0	1,1	1,65	2,5	5,0

Таблица 33 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от расстояния проезжей части до застройки, м, и ее характеристика

K_i	Расстояние проезжей части до застройки, м, и ее характеристика					
	Св. 50 ¹	Менее 50 до 20 ² включ.	Менее 50 до 20 ³ включ.	Менее 20 до 10 ⁴ включ.	Менее 10 ⁴	Менее 10 ⁵
K_{12}	1,0	1,25	2,5	5,0	7,5	10,0
¹ Населенный пункт с одной стороны дороги. ² То же, имеются тротуары или пешеходные дорожки. ³ Населенный пункт по обе стороны дороги, имеются тротуары и полосы местного движения. ⁴ Для местного движения полосы отсутствуют, имеются тротуары. ⁵ Полосы для местного движения и тротуары отсутствуют.						
Примечание – Если при характеристиках застройки, указанных в сносках 3, 4 и 5, населенный пункт находится с одной стороны дороги, значения берутся вдвое меньшими.						

Таблица 34 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от протяженности населенного пункта

K_i	Протяженность населенного пункта, км					
	0,5	1	2	3	5	6
K_{13}	1	1,2	1,7	2,2	2,7	3,0

Таблица 35 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от протяженности участков на подходах к населенным пунктам

K_i	Протяженность участков на подходах к населенным пунктам, м		
	До 100 включ.	Св. 100 до 200 включ.	Св. 200 до 400 включ.
K_{14}	2,5	1,9	1,5

Таблица 36 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от характеристики покрытия

Характеристика покрытия	Скользкое, покрыто грязью	Скользкое	Чистое, сухое	Шероховатое старое	Шероховатое новое
Коэффициент сцепления при скорости 50 км/ч	От 0,2 до 0,3 включ.	Свыше 0,4 до 0,6 включ.	Свыше 0,6 до 0,7 включ.	Свыше 0,7 до 0,75 включ.	Свыше 0,75
K_{15}	2,5	2,0	1,3	1,0	0,75

Таблица 37 – Значения коэффициентов аварийности в зависимости от ширины разделительной полосы

K_i	Ширина разделительной полосы, м					
	1	2	3	5	10	15
K_{16}	2,5	2,0	1,5	1	0,5	0,4

Значения частного коэффициента аварийности распространяются в пределах зоны влияния рассматриваемого элемента дороги согласно таблице 38.

Таблица 38

Элемент дороги	Зона влияния
Подъемы и спуски	100 м за вершиной подъема, 150 м после подошвы спуска
Пересечения в одном уровне	50 м
Кривые в плане с обеспеченной видимостью при $R > 400$ м	В каждую сторону по 50 м
Кривые в плане с необеспеченной видимостью при $R < 400$ м	В каждую сторону по 100 м
Мосты и путепроводы	В каждую сторону по 75 м
Участки в местах влияния боковых препятствий и с глубокими обрывами у дороги	В каждую сторону по 50 м

Для наглядности значения коэффициентов аварийности на УКДТП наносят на линейный график дороги. Форма линейного графика приведена на рисунке Р.1. При построении графика итоговых коэффициентов аварийности значения частных коэффициентов аварийности для разных участков не интерполируют, а принимают ближайшее из приведенных в таблицах 22-38.

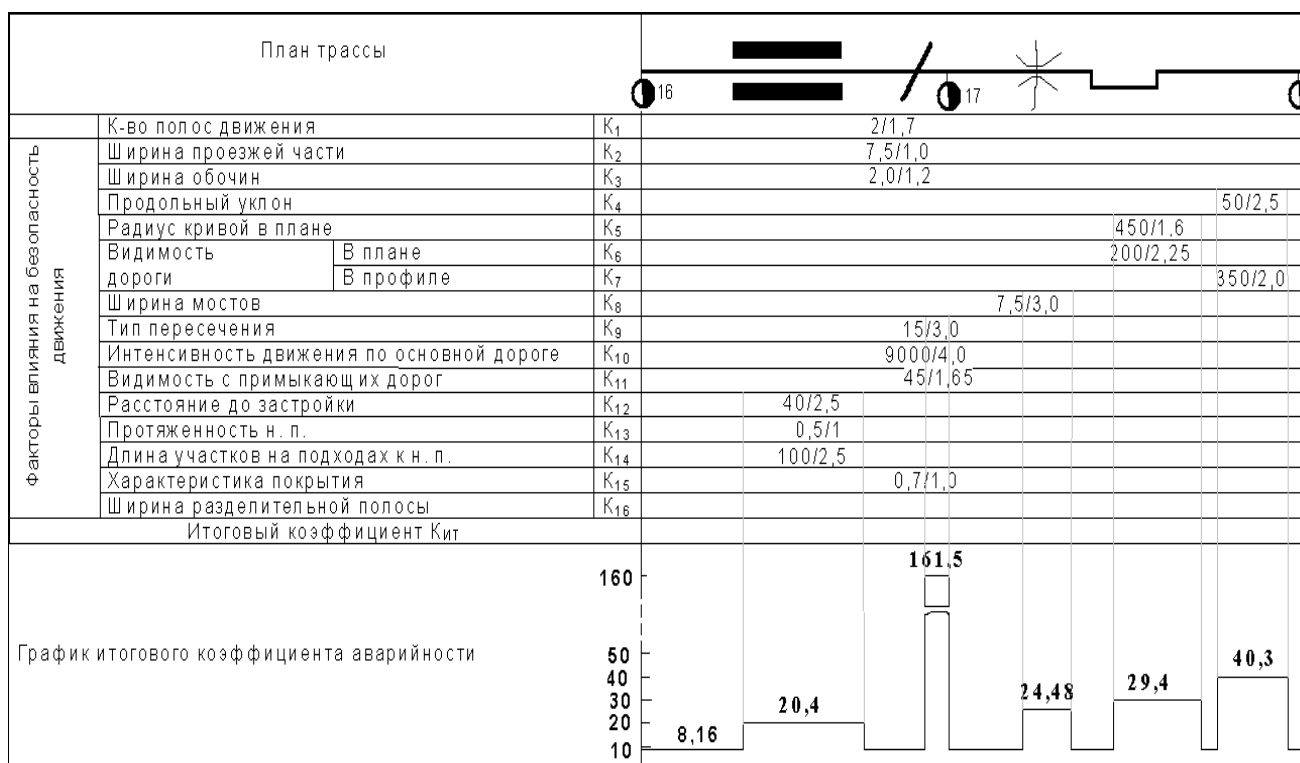


Рисунок Р.1 – Линейный график коэффициентов аварийности

2. Анализ транспортно-эксплуатационного состояния дороги

2.1. Оценка прочности нежестких дорожных одежд

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют на основании данных измерения упругого прогиба дорожной одежды (l_{np}).

Для измерений упругого прогиба рекомендуется применять динамические установки, позволяющие проводить измерения прогибов на всей деформируемой площади дорожного покрытия.

Прочность конструктивных слоёв дорожной одежды при динамическом методе оценивают по модулю упругости. при применении статического метода измерения упругого прогиба определяют только общий модуль упругости всей конструкции дорожной одежды.

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют по коэффициенту прочности:

$$K_{np} = \frac{E_p}{E_{тр}}$$

где E_p – расчётный модуль упругости дорожной одежды, МПа;

$E_{тр}$ – минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа.

$E_{тр}$ эксплуатируемых автомобильных дорог принимается по таблице 6.10 ТКП 45-3.03-112 «Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.»

Прочность дорожных одежд по критерию упругого прогиба соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие:

$$K_{\phi} \geq K_{np}$$

где K_{ϕ} – фактический коэффициент прочности;

K_{np} – требуемый коэффициент прочности, принимается по таблицам 6.1 – 6.4 ТКП.

Если условие не выполняется, то требуется усиление дорожной одежды.

Расчётный модуль упругости определяется по формуле:

$$E_p = E_{\phi} * K_{кл}$$

где $K_{кл}$ – климатический коэффициент, приводящий значения фактического модуля дорожной одежды к расчётной температуре покрытия и расчётной влажности грунтов земляного полотна. Принимается по ТКП 140.

$$E_{\phi} = \frac{K * P * D * (1 - \mu^2)}{l_{\phi}}$$

где K – коэффициент, учитывающий характер передачи нагрузки на покрытие: при испытаниях с гибким штампом принимаем 0,6;

P – удельное давление ($P = 0,6$ МПа);

D – эквивалентный диаметр отпечатка колеса расчётной нагрузки ($A1 - 37$ см, $A2 - 39$ см, $A3 - 41$ см);

μ – коэффициент Пуассона ($\mu=0,3$);

l_{ϕ} – упругий прогиб дорожной одежды.

2.2. Оценка продольной ровности покрытия

Для оценки ровности дорожных покрытий рекомендуется применять профилометрический метод измерений в соответствии с СТБ 1566. Оценка продольной ровности продольной ровности покрытия проезжей части осуществляется по каждой полосе движения на участках длиной 100 м по международному индексу ровности IRI. Ровность покрытия соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие

$$IRI_{\phi} \leq IRI_n$$

Где IRI_{ϕ} – измеренное значение ровности покрытия, мм/м;

IRI_n – требуемое значение ровности покрытия для эксплуатируемых дорог. Требуемое значение зависит от категории автомобильной дороги:

Таблица 2.2.1 – Требуемое значение ровности покрытия IRI_n

Категория а/д	IRI_n , мм/м
I	3,6
II	4,8
III	5,5
IV-VI	6,2

2.3. Оценка сцепных качеств дорожного покрытия

Сцепные качества дорожных покрытий характеризуются коэффициентом сцепления и шероховатостью дорожного покрытия. При измерении коэффициента сцепления применяется оборудование с полной или частичной блокировкой рабочего колеса, оснащённого системой увлажнения покрытия. Коэффициент сцепления на покрытии соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие

$$K_{сц.ф.} \geq K_{сц.н.}$$

$K_{сц.ф.}$ – измеренный коэффициент сцепления с учётом температурной поправки;

$K_{сц.н.}$ – требуемое значение коэффициента сцепления для автомобильных дорог.

Коэффициент сцепления зависит от категории дороги.

Таблица 2.3.1 – Требуемое значение коэффициента сцепления

Категория дороги	Коэффициент сцепления
I	0,45
II-III	0,42
IV-VI	0,4

Оценка шероховатости покрытия проезжей части характеризуется средней глубиной впадин $h_{сл}$ по методу «Песчаное пятно».

Таблица 2.3.2 – Средняя глубина впадин

Категория дороги	Средняя глубина впадин $h_{сл}$, мм
I-II	0,45
III	0,43
IV	0,4
V-VI	0,35

2.4. Оценка состояния покрытия по дефектности

Для получения данных по состоянию дорожного покрытия применяется автоматизированный и визуальный метод обследования с фиксацией вида дефекта и его объёма. При автоматизированном методе выполняется сканирование поверхности дорожного покрытия с последующей идентификацией дефектов. При визуальном методе производится сбор дефектов с автомобиля движущегося со скоростью обеспечивающей достоверную оценку дефектов дорожного покрытия. Дефекты фиксируются путём введения вида и объёма дефекта в бортовой компьютер с автоматизированной привязкой местоположения на дороге и видеосъёмки дорожного покрытия.

Оценку состояния дорожного покрытия по дефектной площади покрытия ДП проводят в зависимости от процента площади с дефектами. Различают три уровня дефектности покрытия:

Таблица 2.4.1 – Уровни дефектности покрытия

Категория до- роги	Уровень дефектности		
	1	2	3
I – II	5 - 10	10 - 20	>20
III	10 – 15	15 – 25	>25
IV	15 - 20	20 - 30	>30

Процент дефектности определяется на участке не менее 100 м и не более 1000 м с точно-
стью до 0,1 % по формуле:

$$ДП = \frac{\sum S_i * K_{вес}}{S_{общ}} * 100, \%$$

Где S_i – площадь каждого дефектного покрытия на участке автомобильной дороги;
 $K_{вес}$ – коэффициент весомости;
 $S_{общ}$ – общая площадь покрытия на участке.

3. Назначение ремонтных мероприятий и расчёт стоимости работ

3.1 Назначение ремонтных мероприятий

Назначение ремонтных мероприятий проводим при помощи ТКП 068 и матрицы ре-
монтных мероприятий в зависимости от комбинации параметров несоответствия.

Таблица 14.1 – Матрица ремонтных мероприятий

Наименование параметра несоответствия	Код ремонта с учетом параметров несоответствия				
	$K_{пр}$	ДП, %	IRI, м/км	$h_{кол}$, м	$K_{сц}$ ($h_{ср}$)
1	2	3	4	5	6
Коэффициент прочности ($K_{пр}$)	3	$\frac{3}{1}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{3}{7}$
Дефектность покрытия (ДП), 1 уровня	-	7,8	$\frac{5}{6}$	$\frac{10}{9}$	7
То же, 2-3 уровня	-	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{8}{7}$
Ровность покрытия (IRI)	-	-	6	$\frac{6}{9}$	$\frac{6}{7}$
Колейность на покрытии, ($h_{кол}$)	-	-	-	$\frac{10}{9}$	$\frac{7}{9}$
Коэффициент сцепления ($K_{сц}$) Шероховатость, $h_{ср}$	-	-	-	-	7

Примечание – В знаменателе указаны ремонты, назначенные как первоочередные по условиям безопасности движения

Наименование ремонтных мероприятий по ТКП 068 и ТКП 069

3.2 Расчёт стоимости капитального и текущего ремонтов

Стоимость капитального и текущего ремонтов определяем расчётом с использованием
укрупнённых расценок по формуле:

$$C = S_i * K_m * L, \text{ тыс.руб.}$$

где S_i – стоимость выполнения 1 км ремонтных работ по выбранной стратегии, тыс.руб.;
 K_m – территориальный коэффициент;
 L – длина участка, км.

РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Перечень вопросов выносимых на экзамен по учебной дисциплине «Диагностика автомобильных дорог»

1. Ровность дорожных покрытий и нормативные требования по ее обеспеченности.
2. Технические параметры автомобильных дорог и методы их определения в процессе экспериментальной диагностики.
3. Учет и расчет интенсивности движения на автомобильных дорогах общего пользования.
4. Оценка безопасности дорожного движения.
5. Коэффициент сцепления (определение, нормативные требования, методика определения) .
6. Диагностика транспортных потоков: технические средства, способы оценки уровня загрузки дорожным движением.
7. Прочность дорожных одежд. Методы оценки прочности дорожной одежды с асфальтобетонными покрытиями.
8. Влияние погодно-климатических факторов на эксплуатационное состояние автомобильных дорог.
9. Дефектность асфальтобетонных покрытий а/д и способы ее определения.
10. Характеристика автомобильных дорог Республики Беларусь.
11. Технические средства, используемые при диагностике автомобильных дорог.
12. Современная система управления автомобильными дорогами общего пользования.
13. Международный индекс ровности покрытия - физическая сущность, нормативные требования, способы определения
14. Техничко-эксплуатационные характеристики автомобильных дорог.
15. Цели и задачи инженерной диагностики.
16. Средства и методы определения прочности дорожных одежд.
17. Контроль за содержанием и эксплуатационным состоянием автомобильных дорог.
18. Приборы и методы, используемые при определении ровности дорожных покрытий.
19. Характеристика уровней удобства движения на автомобильных дорогах и методы оценки.
20. Дефектность и методы ее оценки.
21. Требования к ровности дорожного покрытия при строительстве, кап.ремонте и эксплуатации.
22. Планирование работ по результатам диагностики.
23. Коллейность автомобильных дорог (уровни коллейности и методы определения).
24. Оценка качества автомобильных дорог.
25. Техничко-экономические показатели эффективной работы сети автомобильных дорог.
26. Светотехнические качества дорожных покрытий.
27. Шероховатость дорожных покрытий (определение, методы оценки, требования).
28. Классификация транспортных средств и методика учета.
29. Режимы движения транспортных потоков.
30. Задачи и методы проведения диагностики.
31. Система оценки состояния дорог при их осмотре.
32. Воздействие транспортных нагрузок на автомобильную дорогу.
33. Оценка безопасности дорожного движения.
34. Водно-тепловой режим земляного полотна.
35. Износ покрытия.
36. Оценка аварийности на дорогах общего пользования
37. Светотехнические характеристики дорожных покрытий.
38. Эксплуатационные характеристики дорожных покрытий (параметры и методы оценки).

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Белорусского национального

технического университета

_____ А.Г. Баханович

_____ /уч.
Регистрационный № УД-_____ /уч.

ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности

1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

2017г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-70 03 01-2013

СОСТАВИТЕЛИ:

С.Н. Соболевская, старший преподаватель кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» Белорусского национального технического университета;

Е.П. Ходан, старший преподаватель кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» Белорусского национального технического университета

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Н. Яромко – главный научный сотрудник Государственного предприятия Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», доктор технических наук, профессор;

В.А. Гречухин, заведующий кафедрой «Мосты и тоннели» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» Белорусского национального технического университета (протокол № 4 от 22 ноября 2016 г.)

Заведующий кафедрой _____ С.Е. Кравченко

Методической комиссией факультета транспортных коммуникаций Белорусского национального технического университета (протокол № 3 от 12 декабря 2016 г.)

Председатель методической _____ В.П. Подшивалов
комиссии

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол № _____ секции №1 от _____ 201_ г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Диагностика автомобильных дорог» разработана для специальности 1 - 70 03 01 «Автомобильные дороги».

Преподавание дисциплины «Диагностика автомобильных дорог» ставит цель изучить систему оценки и прогнозирования технического и эксплуатационного состояния автомобильных дорог и принятия управленческих решений.

Задачи и состав работ - оценка технического состояния автомобильных дорог; учет воздействия транспортных потоков и погодно-климатических факторов на дорожные сооружения; определение транспортно-эксплуатационных характеристик; установление степени дефектности и причин их возникновения, работы по повышению качества автомобильных дорог, эффективности работы автомобильного транспорта и безопасности движения на автомобильных дорогах.

В результате освоения дисциплины «Диагностика автомобильных дорог» студент должен:

знать:

- теорию надежности и долговечности дорожных сооружений;
- требования инженерного обустройства дорог;
- способы и технические средства организации дорожного движения;
- перспективы развития автомобильного транспорта и пути повышения безопасности дорожного движения;
- международный опыт экспериментальной диагностики автомобильных дорог и тенденции повышения качества автомобильных дорог;
- знать особенности производства работ с учетом дорожно-климатических факторов.

уметь:

- оценивать техническое состояние автомобильных дорог;
- решать задачи по определению транспортно-эксплуатационных характеристик;
- проводить эксперименты в лабораторных и в дорожных условиях по оценке прочности, ровности, шероховатости, сцепных и светотехнических качеств дороги;
- определять виды дефектов и причины их возникновения;
- устанавливать степень дефектности и проектировать работы по повышению качества дорог;
- на основании данных дорожно-испытательных станций прогнозировать состояние дорог и выбирать адекватные меры по повышению безопасности движения и эффективности работы автомобильного транспорта;
- разрабатывать технологические карты и осуществлять календарное планирование работ;
- рассчитывать потребные ресурсы;

- обеспечивать безопасность производства работ и движения транзитных транспортных потоков.

владеть:

- инженерными методами оценки эксплуатационных характеристик автомобильных дорог;
- нормативной базой по оценке технического состояния дорог;
- практическими навыками применения материалов и машин для ремонта и содержания автомобильных дорог;
- технологией производства работ по ремонту и содержанию дорог;
- нормативной и технической литературой.

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование следующих компетенций:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-4. Уметь работать в команде.
- ПК-1. Проводить анализ и оценку инженерно-геологических и гидрологических условий строительства транспортных сооружений; учитывать влияние этих условий и результатов научно-исследовательских работ на выбор конструктивных и технологических решений.
- ПК-2. Разрабатывать технические задания на проектируемый объект с учетом результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
- ПК-10. Использовать проект объекта и техническую документацию, проводить строительные-монтажные работы в соответствии с правилами и нормами.
- ПК-11. Выбирать способ возведения автомобильных дорог с разработкой вспомогательных сооружений и устройств.

Согласно учебному плану для очной формы получения высшего образования на изучение учебной дисциплины отведено всего 200 ч., из них аудиторных - 96 часов.

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

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования					
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Практические занятия, ч.	Форма текущей аттестации
4	7	48	16	32	курсовая работа, экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ I. ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ

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

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

Тема 1.2. Общие сведения о существующей сети автомобильных дорог и автомобильном парке РБ

Характеристика транспортной сети Республики Беларусь. Технические характеристики дорожной сети. Транспортно-эксплуатационные характеристики дорожной сети. Современные проблемы развития дорожной сети. Повышения качества дорожной сети. Система управления дорожной сетью автодорог республиканского значения. Управление сетью местных дорог. История развития автомобильного транспорта. Автомобильный парк Беларуси. Его структура и динамика развития. Технические характеристики современных автомобилей. Тяговые характеристики автомобилей. Перспективы развития автомобильного транспорта.

Тема 1.3. Воздействие транспортных нагрузок на автомобильную дорогу

Классификация транспортных средств по осевым нагрузкам. Транспортные нагрузки и особенности их передачи на покрытие. Взаимодействие автомобиля и дороги. Динамические воздействия подвижного состава на покрытие. Влияние неровностей покрытия на величину внешних транспортных нагрузок. Модели колебания автомобиля и их практическое использование. Повторяемость нагружения дорожных покрытий. Распределение колесных нагрузок по ширине проезжей части. Расчетные осевые нагрузки. Приведение различных типов автомобилей к расчетному. Учет внешних транспортных нагрузок в процессе эксплуатации автомобильных дорог.

Тема 1.4. Диагностика транспортных потоков и организации дорожного движения

Интенсивность и состав движения. Учет интенсивности движения на стационарных пунктах. Порядок учета. Виды устройств. Учет интенсивности движения на мобильных пунктах. Порядок учета. Способы учета и устройства для учета. Пропускная способность дорог. Уровни загрузки дорог движением. Критерии удобства движения. Контроль за проездом тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств.

Тема 1.5. Погодно-климатические факторы и их влияние на транспортно-эксплуатационные характеристики дороги

Погодно-климатические характеристики и их значение. Влияние температуры на напряженное состояние дорожных покрытий. Водно-тепловой режим земляного полотна. Причины и следствия пучинообразования на дорогах. Метеорологические факторы скользкости на дорогах. Учет ветровых нагрузок при проектировании сооружений и при движении транспортных средств. Туманы и видимость на дорогах. Атмосферные осадки и особенности их выпадения. Классификация и районирование территорий на основе метеорологических и климатических признаков.

Тема 1.6. Методы оценки метеорологических воздействий на дорогу

Определение расчетных значений метеорологических характеристик. Приборы и методы определения температуры атмосферного воздуха и поверхности дорожных покрытий. Определение уровня солнечной радиации. Способы определения величины атмосферных осадков, видимости на метеостанциях, измерения скорости и направления ветра, гололеда и прогнозирования скользкости на автомобильных дорогах, расчетных временных характеристик различных метеорологических состояний. Комплексная оценка метеорологических воздействий на дорогу. Дорожные измерительные станции как основа сбора информации о состоянии автомобильных дорог.

Тема 1.7. Оценка безопасности дорожного движения

Причины возникновения ДТП. Анализ ДТП. Материальный и моральный ущерб от ДТП. Оценка состояния дороги по критерию коэффициента безопасности движения. Коэффициент аварийности. Влияние дорожных факторов на безопасность движения. Измерения геометрических параметров автомобильных дорог. Повышение безопасности дорожного движения путем оптимизации управления. Повышение безопасности движения

РАЗДЕЛ II. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тема 2.1. Прочность дорожных одежд

Теория прочности нежестких и жестких дорожных одежд. Классификация методов определения прочности. Определение модуля упругости на основании упругого прогиба, измеренного балкой Бенкельмана. Динамические методы измерения упругого прогиба. Использование дефлектометра и методов разрушающего контроля при определении прочности дорожных одежд. Факторы, влияющие на выбор метода измерения прочности дорожных одежд. Статистическая обработка результатов экспериментального измерения прочности дорожных одежд. Нормативные требования, предъявляемые к прочности дорожных одежд.

Тема 2.2. Ровность дорожных покрытий

Физическая сущность неровности (ровности) дорожного покрытия. Международный индекс ровности IRI. Общая характеристика ровности, детерминированные и статистические характеристики. Определение неровности с помощью толчкомеров. Анализаторы продольного профиля. Профилографы. Определение ровности методом высокоточного нивелирования. Физическая и аналитическая связь ровности дорожного покрытия с прочностью дорожных одежд. Нормативные требования по обеспечению ровности дорожных покрытий.

Тема 2.3. Сцепные качества дорожных покрытий

Коэффициенты сцепления. Приборы, установки и методы для измерения коэффициента сцепления. Зависимость коэффициента сцепления от скорости движения автомобиля. Нормативные требования коэффициента сцепления.

Шероховатость дорожных покрытий. Факторы, влияющие на шероховатость. Определение шероховатости методом «песчаного пятна», объемного пятна, методом вытекания воды, профилометрическим методом. Влияние шероховатости на сцепные качества дорожных покрытий. Нормативные требования, предъявляемые к шероховатости дорожного покрытия.

Тема 2.4. Светотехнические качества дорожных покрытий

Светотехнические характеристики дорожного покрытия и элементов обстановки дороги и средств организации дорожного движения. Распределение света в пространстве и различных средах. Световые характеристики и основы светометрии. Светотехнические материалы. Светотехнические особенности дорожных знаков и способы их определения. Экспериментальные методы определения светотехнических характеристик дорожных покрытий горизонтальной разметкой. Нормативные требования по обеспечению светотехнических качеств дорожных покрытий, знаков и освещенности дорог. Повышение светотехнических характеристик.

Тема 2.5. Дефектность автомобильных дорог

Характеристика и классификация дефектов дорожных конструкций. Дефекты асфальтобетонных покрытий, цементобетонных покрытий, гравийных и щебеночных, земляного полотна, водопропускных труб, элементов инженерного обустройства. Оценка состояния усовершенствованных покрытий по проценту дефектности. Коэффициент весомости. Уровни дефектности покрытий. Оценка состояния усовершенствованных покрытий по баллам. Характеристика состояния покрытия по баллам. Оценка колеяности на асфальтобетонном покрытии. Уровни колеяности.

Тема 2.6. Оценка экологической безопасности автомобильных дорог

Влияние автомобильного транспорта на состояние окружающей среды. Воздействие дорожных работ и дорожной техники на окружающую среду. Пре-

дельно-допустимые выбросы (ПДВ) и предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в природных средах. Мониторинг и его практическое значение. Меры по обеспечению снижения отрицательного воздействия дорожно-транспортного комплекса на окружающую среду.

РАЗДЕЛ III. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОГ

Тема 3.1. Система оценки состояния дорог при их осмотре

Цели и задачи осмотра дорог. Критерии уровня содержания дорог и их учет при осмотрах. Сезонные, ежемесячные, патрульные, специальные (целевые) осмотры автомобильных дорог. Организация работ по осмотру. Оформление документов при проведении осмотров. Оценка эксплуатационного состояния дорог на основании результатов осмотра. Оценка качества работ по содержанию.

Тема 3.2. Организация диагностики автомобильных дорог

Цель диагностики автомобильных дорог. Периодичность проведения обследования при диагностике автомобильных дорог. Порядок диагностики. Сбор данных о технических характеристиках дорог.

Назначение ремонтных мероприятий с применением системы управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог. Стратегии назначения ремонтных мероприятий. Стратегия нормативных требований. Поддерживающая стратегия. Стратегия отсрочки ремонтов. Алгоритм назначения ремонтных мероприятий.

Тема 3.3. Аудит обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах

Аудит безопасности движения. Цель проведения и объект аудита. Внешний и внутренний аудит. Плановый и внеплановый аудит. Плановый и внеплановый аудит. Программа аудита.

Тема 3.4. Срок службы автомобильных дорог

Надежность автомобильных дорог. Долговечность и срок службы автодорог. Методы расчета долговечности и срока службы дорожных конструкций. Работоспособность автодорог. Повышение надежности и долговечности автодорог

Тема 3.5. Формирование информационного банка дорожных данных

Структура информационных данных о состоянии дорожного хозяйства и сети автомобильных дорог. Геоинформационная система кадастра автомобильных дорог общего пользования. Данные о состоянии покрытия, о транспортных потоках, об окружающей среде, о стоимости транспортных и дорожно-эксплуатационных работах. Корпоративный банк данных параметров автомо-

бильных дорог. Использование банка данных в системе управления дорожным хозяйством.

3.6. Планирование видов и объемов дорожных работ с учетом результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог

Планирование видов и объемов работ на основе анализа фактического состояния дорог. Планирование работ по критерию обеспеченности расчетной скорости движения, транспортного эффекта и экономической эффективности. Планирование ремонтных работ на основе «индекса соответствия». Общие принципы формирования программ ремонта и реконструкции автомобильных дорог по результатам диагностирования и оценки их состояния. Источники финансирования дорожных работ и основные принципы распределения выделяемых ассигнований. Нормы и расценки на производство дорожных работ. Оценка стоимости дорожно-ремонтных работ. Назначение видов и очередности дорожно-ремонтных работ при полной обеспеченности финансирования.

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Курсовая работа включает пояснительную записку с ведомостями и схемами. Примерный объем пояснительной записки 30 - 35 листов. Примерное количество часов, необходимое для выполнения курсовой работы, составляет 40 часов.

Основная цель курсовой работы заключается в разработке решений с учетом анализа информации о параметрах и состоянии конструктивных элементов автомобильной дороги и дорожных сооружений, характеристик транспортных потоков и иной информации для определения потребности в ремонтных мероприятиях, а также оценки и прогноза состояния автомобильной дороги в процессе ее дальнейшей эксплуатации.

Для разработки проекта в качестве исходных данных принимаются результаты осмотров автомобильных дорог общего пользования.

Примерное содержание курсовой работы

Введение

1. Оценка безопасности движения на участке автомобильной дороги.
 - 1.1. Абсолютные и относительные показатели аварийности.
 - 1.2. Пропускная способность и уровень загрузки дороги движением.
 - 1.3. Оценка опасности движения по итоговому коэффициенту аварийности.
2. Анализ транспортно-эксплуатационного состояния дороги.
 - 2.1. Оценка прочности нежестких дорожных одежд.
 - 2.2. Оценка продольной ровности покрытия.
 - 2.3. Оценка сцепных качеств покрытий.
 - 2.4. Оценка состояния покрытия по дефектности.
3. Назначение ремонтных мероприятий.

Заключение.

Литература.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
очная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	РАЗДЕЛ I. ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ							
1.1	Тема 1. Роль и место дисциплины в учебном плане и профессиональной подготовке инженеров-дорожников	2						
1.2	Тема 2. Общие сведения о существующей сети автомобильных дорог и автомобильном парке Республики Беларусь.	2						
1.3	Тема 3. Воздействие транспортных нагрузок на автомобильную дорогу.	2	2		2			Собеседование при проведении консультаций
1.4	Тема 4. Диагностика транспортных потоков и организации дорожного движения.	2	2					Собеседование при проведении консультаций
1.5	Тема 5. Погодно-климатические факторы и их влияние на транспортно-эксплуатационные характеристики дороги.	2						
1.6	Тема 6. Методы оценки метеорологических воздействий на дорогу	2						
1.7	Тема 7. Оценка безопасности дорожного движения	4	4					Защита индивидуального задания

1	2	3	4	5	6		9	
	РАЗДЕЛ II. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ И ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ							
2.1	Тема 8. Прочность дорожных одежд	4	4		2		Устный или письменный опрос на практических занятиях	
2.2	Тема 9. Ровность дорожных покрытий	2	4		2			
2.3	Тема 10. Сцепные качества дорожных покрытий	4			4			
2.4	Тема 11. Светотехнические качества дорожных покрытий	4			2			
2.5	Тема 12. Дефектность автомобильных дорог	2	4					
2.6	Тема 13. Оценка экологической безопасности автомобильных дорог	2						
	РАЗДЕЛ III. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОГ							
3.1	Тема 14. Система оценки состояния дорог при их осмотре	2	4		2			
3.2	Тема 15. Организация диагностики автомобильных дорог	2						
3.3	Тема 16. Аудит обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах	2	4					
3.4	Тема 17. Срок службы автомобильных дорог	2						
3.5	Тема 18. Формирование информационного банка дорожных данных	2			2			
3.6	Тема 19. Планирование видов и объемов дорожных работ с учетом результатов диагностики и оценки состояния автомобильных дорог	4	4		2		Защита индивидуального задания	
	Итого за семестр	48	32		16		Защита курсовой работы, экзамен	
	Всего аудиторных часов					96		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список литературы

Основная литература

1. Леонович, И.И. Диагностика автомобильных дорог / И.И. Леонович, С.В. Богданович. – Минск: БНТУ, 2012. – 225с.
2. Леонович, И.И. Диагностика автомобильных дорог. Уч.пособие / И.И. Леонович, С.В. Богданович, И.В. Нестерович. – Минск: Новое знание; ИНФА-М, 2011. – 350с.
3. Леонович, И.И. Диагностика и управление эксплуатационным состоянием автомобильных дорог / И.И. Леонович, С.В. Богданович. – Минск: БНТУ, 2009. – 104с.
4. Леонович, И.И. Автомобильные дороги / И.И. Леонович, Я.Н. Ковалев и др. Минск: Арт Дизайн, 2006. – 352с.
5. Васильев, А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника / А.П. Васильев. – Москва: Информавтодор, 2004.
6. Леонович, И.И. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог. Учебное пособие / И.И. Леонович и др. – Минск. БНТУ, 2002. – 357с.

Дополнительная литература

1. Леонович, И.И. Дорожная климатология. – М., 2005
2. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2т. – учебник для студ. Высших учеб. Заведений – М.:Издательский центр «Академия», 2010. – 320с.
3. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А.П. Васильев, В.М. Сиденко. – М., 1990.
4. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника. Под ред. А.П. Васильева.-М.: Информавтодор, 2004.
5. Бируля, А.К. Эксплуатация автомобильных дорог. – М., 1996.
6. Бируля, А.К. Работоспособность дорожных одежд / А.К. Бируля, С.И. Михович. – М., 1968.
7. Васильев, А.П. Проектирование дорог с учетом влияние климата на условиях движения. – М., 1986.
8. Золотарь, И.А. Экономико-математические методы в дорожном строительстве. – М., 1974.
9. Коганзон, М.С. Оценка и обеспечение прочности дорожных одежд нежесткого типа / М.С. Коганзон, Ю.М. Яковлев. – М., 1990.
10. Леру, М. Сцепление колеса автомобиля с дорогой и безопасности движения автомобиля. – М., 1985.
11. Немчинов, М.В. Сцепление качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобиля. – М., 1985.
12. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. А.П. Васильева. – М., 1989
13. Семенов, В.А. Качество и однородность автомобильных дорог. – М., 1989

14. Сиденко, В.М. Эксплуатация автомобильных дорог./ В.М. Сиденко, С.И. Михович. – М., 1976.
15. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – М., 1984.
16. Ситников, Ю.М. Стадийное улучшение транспортно-эксплуатационных качеств дорог / Ю.М. Ситников, О.А. Дивочкин. – М., 1973
17. ТКП 140-2015 Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики.
18. ТР ТС 014/2011 Безопасность автомобильных дорог.
19. ТКП 059-2012 (02191) Автомобильные дороги. Правила устройства.
20. ТКП 200-2018 (02191) Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования.
21. ТКП 203-2009 (02191) Автомобильные дороги. Правила устройства покрытий и защитных слоев покрытий по мембранной технологии.
22. ТКП 366-2012 (02191) Автомобильные дороги. Правила содержания.
23. ТКП 45-3.03-19-2006 (02250) Автомобильные дороги. Нормы проектирования.
24. ТКП 45-3.03-112-2008 (02250) Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.
25. СТБ 1291-2016 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.
26. СТБ 1501-2013 Автомобильные дороги. Метод определения модуля упругости и однородности уплотнения материалов слоев дорожных конструкций.
27. СТБ 1566-2005 Дороги автомобильные. Методы испытаний.
28. ГОСТ 30412-96 Методы измерений неровностей оснований и покрытий.
29. ГОСТ 30413-96 Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием.
30. ГОСТ 32965-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Интенсивность движения транспортного потока. Методы измерений».
31. ДМД 02191.5.002-2006. Рекомендации по назначению ремонтных мероприятий с учетом расчетных межремонтных сроков службы дорожных конструкций.
32. ДМД 02191.5.005-2007. Рекомендации по использованию георадарных технологий для мониторинга автомобильных дорог и искусственных сооружений.
33. ДМД 02191.5.006-2007. Рекомендации по оценке прочности нежестких дорожных одежд.
34. ТКП 068-2018. Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту.
35. ТКП 069-2018. Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по текущему ремонту и содержанию.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время практических занятий;
- проведение текущих контрольных работ по отдельным темам;
- защита выполненных на практических и лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- защита курсовой работы;
- сдача экзамена по дисциплине.

Перечень тем практических занятий

Практическая работа №1. Определение календарных сроков введения ограничения движения транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования в весенний и летний периоды

Практическая работа №2. Оценка возможности проезда сверхнормативных транспортных средств по автомобильным дорогам

Практическая работа №3. Методы учета интенсивности транспортного потока

Практическая работа №4. Определение характеристик транспортного потока

Практическая работа №5. Определение, назначение и учет соблюдения нормативных межремонтных сроков службы дорожных одежд

Практическая работа №6. Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог

Практическая работа №7. Определение параметров эксплуатационного состояния автомобильных дорог в зависимости от их сроков службы

Практическая работа №8. Формирование информационного банка дорожных данных

Практическая работа №9. Пропускная способность. Методы определения.

Практическая работа №10. Уровни загрузки дороги движением.

Практическая работа №11. Аварийность на автомобильных дорогах. Относительные и абсолютные коэффициенты аварийности. Определение потерь от ДТП.

Практическая работа №12. Оценка опасности движения по коэффициенту аварийности.

Практическая работа №13. Оценка состояния дороги по критерию коэффициента безопасности движения.

Практическая работа №14. Расчет площади дефектности дорожного покрытия

Практическая работа №15. Построение линейных графиков транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог.

Практическая работа №16. Планирование ремонтных работ при выборе стратегии назначения ремонтных мероприятий на основе алгоритма.

Перечень тем лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Определение геометрических элементов автомобильных дорог

Лабораторная работа №2. Оценка прочности нежестких дорожных одежд

Лабораторная работа №3. Оценка ровности дорожного покрытия

Лабораторная работа №4. Оценка сцепных качеств дорожного покрытия. Определение фактического коэффициента сцепления на автомобильной дороге

Лабораторная работа №5. Оценка сцепных качеств дорожного покрытия. Определение шероховатости на моделях дорожных покрытий

Лабораторная работа №6. Паспортизация автомобильных дорог с использованием передвижной лаборатории на базе ГАЗ-32213 с измерительным комплексом КП-514 СМП-07

Лабораторная работа №7. Определение дефектности дорожных покрытий. «Видеодефектовка покрытия» с использованием передвижной лаборатории на базе ГАЗ-32213 с измерительным комплексом КП-514 СМП-07

Лабораторная работа №8. Оценка эксплуатационных показателей автомобильных дорог с использованием передвижной лаборатории на базе ГАЗ-32213 с измерительным комплексом КП-514 СМП-07

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов

1. Характеристика автомобильных дорог Беларуси.
2. Современная система управления автомобильными дорогами общего пользования.
3. Технические характеристики автомобильных дорог.
4. Техничко-эксплуатационные характеристики автомобильных дорог.
5. Коммуникативные характеристики автомобильных дорог.
6. Инженерное обустройство автомобильных дорог.
7. Придорожный сервис и тенденции его развития.
8. Теоретические основы диагностики автомобильных дорог.
9. Цели и задачи инженерной диагностики автомобильных дорог.
10. Технические средства, используемые при диагностике автомобильных дорог.
11. Средства и методы определения прочности дорожных одежд.
12. Критерии прочности и методы их определения.

13. Учет прочности дорожных одежд при решении вопросов содержания и ремонта дорог.
14. Зарубежный опыт определения прочности дорожных одежд.
15. Нормативные документы дорожной отрасли по вопросам прочности дорожных конструкций.
16. Ровность дорожного покрытия как основная характеристика их эксплуатационного состояния.
17. Приборы и методы, используемые при определении ровности дорожных покрытий.
18. Определение ровности покрытия с помощью ПКРС.
19. Профилометрические методы определения ровности дорожных покрытий.
20. Международный индекс ровности покрытия и его физическая сущность.
21. Требования к ровности покрытия на дорогах различных категорий.
22. Нормативные документы по вопросам ровности дорожных покрытий.
23. Шероховатость дорожных покрытий: физическая сущность.
24. Классификация шероховатостей покрытия.
25. Определение шероховатостей методом «Песчаное пятно».
26. Определение шероховатости методом «Объектного пятна» и методом вытеснения жидкости.
27. Способы формирования шероховатостей поверхности на асфальтобетонных и цементобетонных покрытиях.
28. Физическая сущность коэффициента сцепления и методы определения коэффициента сцепления.
29. Нормативы требований к величине коэффициента сцепления.
30. Учет коэффициента сцепления при анализе режима движения автомобилей.
31. Зависимость коэффициента сцепления от состояния дорожного покрытия.
32. Светотехнические характеристики дорожных покрытий.
33. Светотехнические характеристики дорожных знаков.
34. Характеристика света.
35. Законы распространения света.
36. Фотометрия как наука об излучении света.
37. Законы освещенности и их учет при решении задач по освещенности дорог.
38. Светотехнические материалы, используемые для формирования светотехнической среды дорожного интерьера.
39. Оптическая видимость на дорогах.
40. Определение светотехнических характеристик дорожных покрытий.
41. Определение светотехнических характеристик дорожных знаков.
42. Нормативные требования к освещенности дорог, улиц и площадей.
43. Оценка цветовой однородности дорожного покрытия.
44. Оценка защищенности дороги от снежных заносов.
45. Методы измерения геометрических параметров автомобильных дорог.
46. Приборы и лаборатории для измерения геометрических параметров дорог.
47. Методы оценки плана, продольного и поперечного профилей автомобильных дорог.

48. Зарубежные лаборатории для оценки параметров дорог.
49. Приборы и установки для измерения метеорологических характеристик дорожных трасс.
50. Обоснования расчетных метеорологических характеристик для оценки условий эксплуатации дорог.
51. Дефектность автомобильных дорог и методы ее оценки.
52. Характеристика дефектов различных конструктивных элементов автомобильных дорог.
53. Дефекты земляного полотна и системы водопровода.
54. Дефекты водопропускных труб.
55. Дефекты мостов.
56. Дефекты асфальтобетонных покрытий.
57. Дефекты цементобетонных покрытий.
58. Дефекты чернотравных и чернотравных покрытий.
59. Дефекты гравийных покрытий.
60. Функциональные отказы и их классификация.
61. Надежность автомобильных дорог.
62. Долговечность автомобильных дорог.
63. Диагностика транспортных потоков.
64. Интенсивность и состав движения.
65. Пропускная способность автомобильных дорог.
66. Методы определения скоростей движения автомобилей.
67. Детекторы скоростей движения.
68. Контроль за проездом тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств (ТКТС).
69. Характеристика пунктов пропуска автомобилей.
70. Дорожные измерительные станции и их роль в организации дорожного движения.
71. Паспорт автомобильной дороги и его значение.
72. Организация работ по паспортизации автомобильных дорог.
73. Система осмотров автомобильных дорог.
74. Уровни содержания автомобильных дорог.
75. Банк дорожных данных, его роль и место в системе эксплуатации автомобильных дорог.
76. Организация дорожного движения.
77. Средства регулирования дорожного движения.
78. Аварийность в системе: автомобиль-дорога.
79. Влияние дорожных условий на безопасность движения.
80. Методы прогнозирования аварийности на дорогах.
81. Методы определения коэффициента безопасности.
82. Методы определения коэффициента аварийности.
83. Пути повышения безопасности движения.
84. Экологическая безопасность автомобильных дорог.
85. Вопросы охраны труда при выполнении диагностических работ.

86. Организация работ по диагностированию дорог.
87. Автомобильный парк Беларуси: структура и динамика развития.
88. Показатели работы автомобильного транспорта.
89. Современные проблемы развития дорожной сети в Беларуси.
90. Проблемы повышения качества автомобильных дорог.
91. Воздействие транспортных нагрузок на дорогу.
92. Методика приведения транспортных нагрузок к расчетному автомобилю.
93. Критерии удобства движения автомобилей.
94. Климатические характеристики и их влияние на эксплуатационное состояние автомобильных дорог.
95. Современные тенденции повышения качества автомобильных дорог.
96. Влияние состояние поверхности дорожного покрытия на коэффициент сцепления и величину тормозного пути.
97. Уравнение движения автомобиля и его частные решения.
98. Твердость дорожных покрытий и методы их определения.
99. Износостойкость дорожного покрытия и методы определения величины износа.
100. Система оценки состояния дорог при осмотре.
101. Планирование видов и объема дорожных работ на основе результатов диагностики.
102. Планирование ремонтных работ на основе «индекса соответствия».
103. Выбор способа ремонта автомобильных дорог с учетом уровня финансирования.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

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