



## **РЕКОМЕНДАЦИИ по инструментальному обследованию транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог многофункциональными передвижными лабораторными комплексами**

Р РК 218-136-2017. Утвержден и введен в действие приказом Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 26 декабря 2017 года № 175.

### **Предисловие**

<b>1 РАЗРАБОТАНЫ И ВНЕСЕНЫ</b>	Акционерным обществом "Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт" (АО "КаздорНИИ")	
<b>2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ</b>	Приказом Комитета автомобильных дорог от 26 декабря 2017 г. № 175	
<b>3 СОГЛАСОВАНЫ</b>	Акционерным обществом "НК "КазАвтоЖол" от 13 октября 2017 г. № 15/15-2-2546-И	
<b>4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ</b>	2 0 2 2	г о д
<b>ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ</b>	5 лет	
<b>5 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ</b>		

*Документ доступен к просмотру в информационно- правовой системе нормативно-правовых актов Республики Казахстан "Әділет" и электронной базе данных "infoZhol" - [http:// infoZhol.kad.org.kz](http://infoZhol.kad.org.kz)*

Настоящие Рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан

### **СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1 Область применения

2 Нормативные ссылки

3 Термины, определения и обозначения

4 Общие положения

5 Передвижная дорожная лаборатория на основе комплекса измерительного КИ-514 РДТ "RDT LINE"

5.1 Общие требования

5.2 Состав оборудования

5.3 Измеряемые параметры

5.4 Требования к условиям проведения измерений

5.5 Требования к средствам измерений

5.6 Порядок подготовки к проведению измерений

5.7 Порядок проведения измерений

5.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений

5.9 Требования безопасности при эксплуатации

6 Передвижная комплексная дорожная лаборатория КП 514СМП "Трасса" (г.Саратов)

6.1 Общие требования

6.2 Состав оборудования

6.3 Измеряемые параметры

6.4 Требования к условиям проведения измерений

6.5 Требования к средствам измерений

6.6 Порядок подготовки к проведению измерений

6.7 Порядок проведения измерений

6.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений

6.9 Требования безопасности при эксплуатации

7 Дорога-ПРО. Видеодефектовка. Фиксация дефектов дорожного покрытия (ОАО "Титул-2005)

7.1 Общие требования

7.2 Состав оборудования

7.3 Измеряемые параметры

7.4 Требования к условиям проведения измерений

7.5 Требования к средствам измерений

7.6 Порядок подготовки к проведению измерений

7.7 Порядок проведения измерений

7.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений

7.9 Требования безопасности при эксплуатации

8 Модернизированная система измерения коэффициента сцепления на базе инновационного прибора ПКРС-2 РДТ

8.1 Общие требования

8.2 Состав оборудования

8.3 Измеряемые параметры

8.4 Требования к условиям проведения измерений

8.5 Требования к средствам измерений

8.6 Порядок подготовки к проведению измерений

8.7 Порядок проведения измерений

8.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений

8.9 Требования безопасности при эксплуатации

9 Определение модуля упругости с применением установки динамического нагружения Дина-3М

9.1 Общие требования

9.2 Состав оборудования

9.3 Измеряемые параметры

- 9.4 Требования к условиям проведения измерений
- 9.5 Требования к средствам измерений
- 9.6 Порядок подготовки к проведению измерений
- 9.7 Порядок проведения измерений
- 9.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений
- 9.9 Требования безопасности при эксплуатации
- 10 Организация и проведение работ по видеопаспортизации автомобильных дорог передвижным программно-аппаратным комплексом видеопаспортизации дорог "СВПД" НПО "Регион"
- 10.1 Общие требования
- 10.2 Состав оборудования
- 10.3 Требования к условиям проведения измерений
- 10.4 Требования к средствам измерений
- 10.5 Порядок подготовки к проведению измерений
- 10.6 Порядок проведения измерений
- 10.7 Порядок обработки и оформления результатов измерений
- 10.8 Требования безопасности при эксплуатации
- 11 Организация и проведение работ по инструментальному обследованию транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог с использованием многофункционального диагностического передвижного лабораторного комплекса серии Dynatest
- 11.1 Общие требования
- 11.2 Состав оборудования
- 11.3 Требования к средствам измерений
- 11.4 Порядок подготовки к проведению измерений.
- 11.5 Требования безопасности при эксплуатации
- 12 Метод определения модуля упругости с применением установки динамического нагружения типа FWD (дефлектометра)
- 12.1 Сущность метода
- 12.2 Общие требования
- 12.3 Требования к условиям проведения измерений
- 12.4 Требования к средствам измерений
- 12.5 Порядок подготовки к проведению измерений
- 12.6 Порядок проведения измерений
- 12.7 Порядок обработки и оформления результатов измерений
- 12.8 Требования безопасности при эксплуатации
- 13 Метод определения коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием установкой GripTester
- 13.1 Сущность метода
- 13.2 Общие требования
- 13.3 Требования к условиям проведения измерений
- 13.4 Требования к средствам измерений
- 13.5 Порядок подготовки к проведению измерений
- 13.6 Порядок проведения измерений
- 13.7 Порядок обработки и оформления результатов измерений

13.8 Требования безопасности при эксплуатации

14 Метод определения профиля поверхности дорожного покрытия испытательным комплексом (RSP)

14.1 Сущность метода

14.2 Общие требования

14.3 Требования к условиям проведения измерений

14.4 Требования к средствам измерений

14.5 Порядок подготовки к проведению измерений

14.6 Порядок проведения измерений

14.7 Порядок обработки и оформления результатов измерений

14.8 Требования безопасности при эксплуатации

15 Требования к организации движения в местах производства работ

Приложение А (информационное) Получение корреляционных зависимостей для различных методов измерений

Приложение Б (информационное) Норматив стоимости по инструментальному обследованию и паспортизации автомобильных дорог

Библиография

## **Введение**

Рекомендации разработаны с целью совершенствования диагностики транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог, призванной в режиме мониторинга следить за состоянием дорог и систематически определять все основные критерии их качества, а также усовершенствования работ по паспортизации автомобильных дорог.

Автомобильные дороги являются сложнейшим инженерным комплексом, содержащим множество сооружений в различных регионах страны. Эффективная эксплуатация дорог всецело зависит от их технических параметров и транспортно-эксплуатационного состояния.

Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог, назначение вида и последовательности проведения ремонтных мероприятий основано на оперативном получении данных о несущей способности дорожных одежд.

Паспортизация автомобильных дорог производится с целью получения объективных данных о наличии дорог и дорожных сооружений, их протяженности, технических характеристиках, наличии инженерного оборудования, обустройства и обстановки дорог.

Использование высокопроизводительных многофункциональных передвижных лабораторных комплексов позволяет многократно ускорять проведение измерений, повышать их точность, решать вопросы диагностики и паспортизации существующей сети автомобильных дорог, оценить качество нового строительства и реконструкции, создавать и поддерживать базы данных о состоянии дорог.

В настоящее время выпускается широкий спектр диагностического оборудования, охватывающий весь круг задач диагностики дорог. В различных странах используются свои методы и системы обследования, паспортизации и инвентаризации автомобильных дорог, общими требованиями к которым являются оперативность получения информации, объективность, высокая надежность и точность измерительных данных, автоматизация процесса измерения.

Использование при паспортизации дорог видеоизмерительной системы для камеральной обработки материалов видеосъемки дорог передвижной дорожной лабораторией позволяет "обрисовать" или "оцифровать" изображения объектов на видеосъемке, идентифицировать и описать их свойства. В результате оцифровки видеоизображения в базу данных записывается информация, на основе которой в программе отображается план дороги, заполняются необходимые таблицы, формируются отчеты.

## **1 Область применения**

**1.1** Настоящие рекомендации распространяются на сеть автомобильных дорог и дорожных сооружений общего пользования и предназначены для организаций, выполняющих работы по диагностике и оценке транспортно-эксплуатационного состояния, паспортизации автомобильных дорог, планированию ремонтных мероприятий и формированию и обновлению базы данных о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог и дорожных сооружений в соответствии с законодательством Республики Казахстан.

**1.2** Рекомендации определяют методику и порядок выполнения работ по диагностике и паспортизации автомобильных дорог и дорожных сооружений общего пользования с использованием высокопроизводительных multifunctional передвижных лабораторных комплексов. Положения настоящих рекомендаций могут быть использованы и при составлении паспортов на улицы населенных пунктов.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящих Рекомендациях даны ссылки на следующие нормативные документы:  
СНиП РК 3.03-09-2006\* "Автомобильные дороги" с изменениями по состоянию на 22.04.2014 г.

СТ РК 2.4-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения

СТ РК 2.21-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений.

СТ РК 2.30-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок проведения метрологической аттестации средств измерений. Эталоны единиц величин. Основные положения создания, утверждения, хранения и применения.

СТ РК 2.75-2009 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок аттестации испытательного оборудования.

ПР РК 218-27-2014 Инструкция по диагностике и оценке транспортноэксплуатационного состояния автомобильных дорог

ПР РК 218-28-2016 Инструкция по паспортизации автомобильных дорог общего пользования

Примечание - При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по ежегодно издаваемому информационному указателю "Нормативные документы по стандартизации" по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом.

Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, примечается в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте применяются термины по СТ РК 1053 [1], а также следующие термины с соответствующими определениями и обозначениями:

3.1.1 **Дефлектометр:** Установка динамического нагружения типа FWD (Falling weight deflectometer), осуществляющая ударное нагружение посредством воздействия падающего груза, позволяющая производить регистрацию чаш прогибов на поверхности дорожной одежды.

3.1.2 **Модуль упругости дорожной одежды:** Величина, характеризующая прочностные показатели дорожной одежды.

3.1.3 **Неровность:** Качественная характеристика состояния поверхности по геометрическим параметрам, способным оказывать влияние на колебание движущегося транспортного средства в пределах чувствительности его демпфирующей системы.

3.1.4 **Оценка транспортно-эксплуатационного состояния дороги:** определение степени соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств автомобильных дорог, их основных параметров и характеристик.

3.1.5 **Паспортизация автомобильных дорог:** учет автомобильных дорог и искусственных дорожных сооружений с составлением технического паспорта и формированием базы дорожных данных.

3.1.6 **Передвижная дорожная лаборатория:** это комплекс оборудования, монтируемого на базовом автомобиле и программные средства, обеспечивающие функции сбора, первичной обработки и записи достоверной информации о технических параметрах и эксплуатационном состоянии обследуемых объектов.

3.1.7 **Транспортно-эксплуатационное состояние (далее ТЭС) автомобильной дороги:** комплекс показателей, характеризующих технический уровень и эксплуатационное состояние дороги и определяющих ее потребительские свойства на момент обследования.

3.2 В настоящих рекомендациях использованы следующие обозначения и сокращения:

3.2.1 **ПК:** Персональный компьютер;

3.2.2 **DMI:** Датчик пройденного расстояния;

3.2.3 **DPU:** Блок обработки данных;

3.2.4 **DSP:** Чипы для системной платы профилографа;

3.2.5 **GPS:** Устройство, определяющее положение автомобиля в общемировой системе координат на основе сигналов от искусственных спутников Земли;

3.2.6 **HDR:** Система высокоточного обнаружения колеи;

3.2.7 **IBM:** Операционная система;

3.2.8 **IMS:** Датчик инерционного движения;

3.2.9 **IRI (International Roughness Index):** Международный индекс ровности;

3.2.10 **ISA:** Слот шины;

3.2.11 **PSB:** Системные платы профилографа;

3.2.12 **RSP (RoadSurfaceProfiler):** Лазерный профилометр;

3.2.13 **RspWin:** Программное обеспечение;

3.2.14 **СВПД:** Система видеопаспортизации дорог, объединяющая в себе передвижную дорожную лабораторию и программный комплекс для камеральной обработки данных;

3.2.15 **ВИС:** Видеоизмерительная система, программа для камеральной обработки материалов видеосъемки дорог;

3.2.16 **ГИС:** Географическая информационная система, электронная карта местности с привязанной к ней информацией об объектах.

## 4 Общие положения

4.1 Целью диагностики автомобильных дорог является получение полной, объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог, условиях их эксплуатации и степени соответствия потребительских свойств, параметров и характеристик требованиям движения.

4.2 Паспортизация автомобильных дорог производится с целью получения объективных данных о наличии дорог и дорожных сооружений, их протяженности, технических характеристиках, наличии инженерного оборудования, обустройства и обстановки дорог.

4.3 Работы по диагностике и паспортизации автомобильных дорог должны выполняться специализированными организациями, оснащенными аттестованными соответствующими передвижными лабораториями, приборами и оборудованием.

4.4 При проведении диагностики и паспортизации автомобильных дорог должно использоваться стандартное, унифицированное, метрологически аттестованное оборудование.

Использование высокопроизводительных многофункциональных передвижных лабораторных комплексов позволяет многократно ускорять проведение измерений, повышать их точность, решать вопросы диагностики и паспортизации существующей сети автомобильных дорог, оценить качество нового строительства и реконструкции, создавать и поддерживать базы данных о состоянии дорог.

4.5 Работы по обследованию автомобильных дорог относятся к категории опасных. Все лица, участвующие в этой работе, должны строго и неукоснительно соблюдать действующие Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании дорог, а также другие ведомственные правила и инструкции.

При выполнении работ по обследованию непосредственно на дороге должны соблюдаться требования Инструкции по организации движения и ограждению мест производства работ.

В случае использования новых приемов труда и передвижных лабораторий, следует соблюдать требования специально разработанных для таких случаев инструкций и указаний.

4.6 В разделах 5-14 настоящих рекомендаций приводятся общие характеристики некоторых многофункциональных диагностических передвижных дорожных лабораторий, широко используемых в настоящее время.

## **5 Передвижная дорожная лаборатория на основе комплекса измерительного КП -514 РДТ "RDT LINE" 5.1 Общие требования**

Передвижная дорожная лаборатория КП514 РДТ с измерительным комплексом " RDT line" (ОАО Саратовский научно-производственный центр "РОСДОРТЕХ"), предназначена для измерения транспортноэксплуатационных характеристик автомобильных дорог и получения полной, объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии автомобильных дорог (рисунок 5.1).



Комплекс обеспечивает проведение оперативных испытаний и диагностики объектов непосредственно по месту их нахождения, с максимальной производительностью, обеспечением выгрузки и хранения данных в геоинформационной системе автомобильных дорог "IndorRoad" [2, 3].

## **5.2 Состав оборудования**

Состав оборудования передвижной дорожной лаборатории КП514 РДТ представляет собой измерительно-вычислительный комплекс, установленный на шасси спецавтомобиля Peugeot Boxer, Ford Transit, Ford Jumbo, Volkswagen Crafter, ГАЗ-3221 (Газель), Газель NEXT и пр. [2].

## **5.3 Измеряемые параметры**

С помощью передвижной дорожной лаборатории измеряются:

а) длина пройденного пути;

-диапазон измерения длины пройденного пути: от 0 до 106 м;

-погрешность измерения пройденного пути: 0,1% ;

б) поперечная ровность с помощью инфракрасного лазерно-оптического сканера (ЛОС);

-точность измерения поперечной ровности:  $\pm 1$  мм ;

-диапазон измерения поперечной ровности: от 50 до 100 мм;

- в) геометрические параметры, с помощью малогабаритной инерциальной системы (МИНС);
- г) географические координаты, с помощью GPS/GLONASS приемника;
- д) амплитуды колебаний подвески транспортного средства (ровность по толчкомеру);
- е) продольная ровность по международной системе IRI;
  - диапазон измерения продольной ровности: от 2 до 10 мм/м;
- е) прочность дорожных одежд, с помощью прицепной установки "Прогибомер FWD-RDT";
  - прогиб дорожной одежды, от 0,1 до 3,0 мм;
- ж) коэффициент сцепления, с помощью прибора ПКРС-2РДТ;
  - и) видеофиксация с обеспечением измерения линейных размеров по видеоизображению;
- к) толщин слоев дорожной одежды подповерхностным зондированием, с помощью георадара ОКО-2;
- л) освещенность дорожного покрытия;
- м) фиксация параметров инженерного обустройства с помощью программируемой клавиатуры.

#### **5.4 Требования к условиям проведения измерений**

а) Определение модуля упругости дорожных одежд рекомендуется выполнять в расчетный период года, согласно положений СТ РК 1377 [4].

Допускается модуль упругости определять в другие периоды года с учетом положений СТ РК 1293 (приложение А) [5] по приведению результатов измерений к расчетному периоду года.

б) Измерения упругих динамических прогибов дорожных одежд со слоями из материалов, содержащих битум, проводятся при температуре покрытия от 20°C до 50 °С. Измерения на слоях из несвязанных материалов проводятся при температуре не ниже 5 °С.

в) Сцепные качества покрытия оцениваются коэффициентом продольного сцепления, измеренным на увлажненном покрытии при расчетной температуре воздуха 20 0 С. Не допускается производить измерения сцепных качеств дорожного покрытия во время дождя, а также в течение 2-3 часов после него.

г) Измерение ровности в зимний период (при температуре воздуха ниже 0°C), а также в период выпадения дождя и на влажном покрытии не допускается.

#### **5.5 Требования к средствам измерений**

а) Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

б) Рекомендуемая скорость автомобиля при передвижении между точками измерений и пошаговые инструкции по использованию измерительного оборудования определяются руководством по эксплуатации изготовителя. Рекомендуется соблюдать ограничение скорости движения лаборатории, при измерении геометрических параметров, ровности, коэффициента сцепления:

- рабочая скорость измерения геометрических параметров: 25 км/ч;
- рабочая скорость измерения ровности: 50 км/ч;
- рабочая скорость измерения коэффициента сцепления: 60 км/ч.

в) Рекомендуется периодически измерять давление в шинах и задавать его равным значению, установленному производителем базового автомобиля.

г) Компоненты лабораторного комплекса требуют периодической калибровки для проведения измерений с высокой степенью точности.

## **5.6 Порядок подготовки к проведению измерений**

Подготовка передвижной дорожной лаборатории к работе заключается в следующем:

а) подготовка передвижной дорожной лаборатории к работе заключается в проверке работоспособности всех узлов измерительного комплекса и подключении контрольно-измерительной аппаратуры.

б) перед началом производства работ необходимо учесть все рекомендации по выбору транспортного средства, инструкции по установке комплекса и подготовке автомобиля, согласно руководству по эксплуатации изготовителя установки.

в) соблюдение графика технического осмотра и ремонта, обеспечит бесперебойную работу испытательного комплекса в течение длительного времени, автомобиль должен проходить техническое обслуживание в соответствии с рекомендациями производителя

г) перед каждым сеансом сбора данных оператор должен выполнять следующие подготовительные процедуры:

- проверить давление в шинах и отрегулировать его в соответствии с техническими требованиями производителя;

- проверить состояние шины (баланс, соответствие форме окружности);

- проверить датчик пройденного расстояния на перемещение;

- осмотреть линзы лазерных датчиков на наличие грязи, влажности или повреждения, очистить их, если необходимо;

- убедиться, что лазерные датчики отключены от питания во время осмотра или их очистки;

- убедиться, что все компьютеры подключены к соответствующим источникам питания;

- проверить, что ПК подключен к блоку обработки данных;
  - проверить, что кабель датчика пройденного расстояния подключен к блоку обработки данных;
  - проверить, что кабель электропитания подключен к блоку обработки данных;
- д) техническое обслуживание измерительно-вычислительного комплекса. Комплекс требует бережного хранения и эксплуатации.
- е) предэксплуатационная подготовка системы. Перед началом измерений следует проводить предэксплуатационную проверку основных элементов и параметров измерительного комплекса (проводится каждый раз перед проведением измерений), всех кабелей и соединений.
- ж) предэксплуатационная настройка ПК. Экран сбора данных в режиме ожидания используется для проверки статуса всех систем до запуска процесса сбора данных.
- и) калибровка компонентов измерительного комплекса. Компоненты измерительного комплекса требуют периодической калибровки.

## **5.7 Порядок проведения измерений**

- а) Перед началом измерений предварительно уточняют техническую информацию об исследуемом участке автомобильной дороги, получают исходную информацию по обследуемой дороге (техническая категория, конструкция дорожной одежды и др.), намечают границы характерных участков дороги.
- б) Для проведения непосредственно испытаний необходимо осуществить программную настройку.
- в) Оператор нажатием клавиш на компьютере дает сигнал о проведении измерений.
- г) Датчики измерения фиксируют полученные значения измеряемых параметров. Результаты замеров автоматически поступают в память компьютера.
- д) Результаты измерений передаются в компьютер сбора данных.

## **5.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений**

Обработка и оформление результатов измерений:

- а) *оценка продольной ровности дорожных покрытий:*
  - продольный профиль высчитывается путем вычитания вертикальных движений корпуса автомобиля из смещений между корпусом автомобиля и дорожным покрытием. Эти значения перепадов высоты используются для вычисления статических данных международного индекса ровности, характеризующего степень ровности дорожного покрытия;
  - оценка ровности дорожных оснований и покрытий в период строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации производится путем сравнения полученных в результате измерений значений международного индекса ровности IRI (

м/км) со значениями, приведенными в ПР РК 218-03 "Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий" [7];

*б) оценка поперечной ровности дорожных покрытий:*

- оценка поперечной ровности (колеяности) дорожных покрытий осуществляется на основании полученных результатов измерений;

- оценку эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи производят по каждому самостоятельному участку путем сравнения средней расчетной глубины колеи  $h_{КС}$  с допустимыми и предельно допустимыми значениями;

- допускаемые значения коэффициентов сцепления и шероховатости для дорожных покрытий для обеспечения безопасности дорожного движения, должны соответствовать требованиям нормативных документов СНиП РК 3.03-09 "Автомобильные дороги" (п.8.4.19) [8], СТ РК 1279 "Методы определения шероховатости дорожного покрытия и коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием" [9], ПР РК 218-29 "Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог" [10].

- участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений относятся к опасным для движения автомобилей, и требуют немедленного проведения ремонтных работ по устранению колеи.

*в) оценка геометрических параметров элементов автомобильной дороги:*

- при оценке геометрических параметров автомобильных дорог устанавливают фактическую ширину проезжей части, краевых укрепительных полос, обочин, разделительной полосы, высоту бровки земляного полотна, крутизну откосов земляного полотна, величины поперечных уклонов, радиусы кривых в плане и продольном профиле, видимость в плане и продольном профиле, высоту насыпей и глубину

выемок и другие параметры;

- параметры поперечного профиля устанавливают на каждом характерном участке дороги, но не реже чем одно измерение на 1 км.

- высоту насыпей, глубину выемок и крутизну откосов измеряют на каждом характерном участке;

- требуемые параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории приведены в таблице 5.1.1 СНиП РК 3.03-09 [8].

## **5.9 Требования безопасности при эксплуатации**

а) Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

б) Эксплуатацию измерительного комплекса следует осуществлять в соответствии с положениями СНиП РК 1.03-05 [П] и требованиями эксплуатационных документов изготовителя.

в) Автомобиль, используемый в качестве платформы для измерительного комплекса, дополнительно оборудуется дорожными знаками или проблесковым маячком оранжевого света в соответствии с требованиями СТ РК 2607 [12]. Проблесковые маячки должны устанавливаться на крыше автомобиля, а подходящие предупреждающие знаки могут быть размещены на задней части автомобиля.

г) Перед началом работ специалисты, задействованные в измерениях, должны пройти инструктаж по охране труда и технике безопасности с соответствующими отметками в журнале по технике безопасности.

д) Лица, ответственные за содержание установки в исправном состоянии, обязаны обеспечивать проведение ее технического обслуживания и ремонта в соответствии с требованиями эксплуатационных документов изготовителя установки.

## **6 Передвижная комплексная дорожная лаборатория КП 514СМП "Трасса" (г.Саратов) 6.1 Общие требования**

Передвижная комплексная дорожная лаборатория КП 514СМП "Трасса" (усовершенствованная модель лаборатории КП-514МП) предназначена для диагностики, паспортизации, контроля транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог.

Обеспечивает измерение основных геометрических параметров дорог (план трассы, продольный и поперечные профили), прочности дорожных одежд, сцепных качеств, ровности покрытия, интенсивности и состава движения, определения наличия и состояния конструктивных элементов дороги [13, 14]. Является аналогом таких лабораторий, как АМАС (Vectra, Франция), АРАН (Fugro, Канада), Road Surface Vehicle (GREENWOOD Engineering, Дания), Hawkeye 2000 (ARRB, Австралия). Отличительными чертами лаборатории "ТРАССА" являются высокая экономичность, автономность, комплексность, точностные параметры.

### **6.2 Состав оборудования**

Передвижная комплексная дорожная лаборатория КП 514СМП "Трасса" устанавливается на шасси базового автомобиля Ford Transit Jumbo, Ford Transit Van, Iveco Daily, Fiat Ducato, Volkswagen Crafter, Peugeot Boxer, ГАЗ- 3221, ГАЗ-2217 (рисунок 6.1).



Базовый комплект оборудования включает:

а) серверный шкаф, который включает:

- компьютер в промышленном исполнении, смонтированный на постоянной основе в серверной стойке;

- модуль управления с возможностью наращивания количества измерительных систем;

- контроллер питания с функцией программного управления питанием измерительных систем модулем самодиагностики в реальном времени;

- сетевой концентратор с пропускной способностью 1 Gbit/s;

б) датчик пройденного пути на ступице колеса лаборатории с дискретностью измерения пройденного пути 1 мм;

в) основной монитор на поворотном кронштейне;

г) обустройство салона: стол оператора, кресло оператора, стеллаж, дополнительное рабочее место, подвесные полки, сейф, места закрепления измерительных систем в транспортном положении;

д) кабельная разводка для подключения измерительных систем и электропитания.

Комплексная дорожная лаборатория комплектуется основными системами:

- система измерения геометрических параметров;

- система компенсации перемещений кузова (СКПК);

- система измерения ровности покрытия дорог по международному показателю IRI;

- система панорамной видеосъемки автомобильных дорог с использованием трех цифровых видеокамер;

- система подповерхностного зондирования на основе георадара "ОКО-2";

- система автоматической видеодетекции покрытий ;

- система измерения параметров поперечной ровности (профиля);

- система фиксации характерных точек и объектов;

- система измерения прочности дорожных одежд "Дина-ЗМ";
- видеоанализатор параметров транспортного потока;
- система оценки состояния инженерных сооружений;
- система компенсации перемещений кузова;
- система измерения ровности покрытия дорог;
- система панорамной видеосъемки автомобильных дорог;
- система подповерхностного зондирования на основе георадара "ОКО-2";
- система автоматической видеодетекции дорожных покрытий;
- система измерения параметров поперечной ровности (профиля);
- система фиксации характерных точек и объектов;
- система измерения прочности дорожных одежд "Дина-ЗМ";
- видеоанализатор параметров транспортного потока;
- система оценки состояния инженерных сооружений.

### 6.3 Измеряемые параметры

Комплексная дорожная лаборатория обеспечивает измерение следующих параметров:

а) система измерения геометрических параметров на основе малогабаритной интегрированной навигационной системы МИНС. Используется блок микромеханических датчиков (акселерометры, датчики вращения), показания которых интегрируются на аппаратном уровне с последующей коррекцией по данным встроенного GPS-приемника;

б) система компенсации перемещений кузова (СКПК). Четыре ультразвуковых датчика расстояний, закреплены под днищем автомобиля, расположены по углам лаборатории. Обеспечивают введение поправок на колебания кузова относительно покрытия при измерениях геометрических параметров автомобильных дорог;

в) система измерения ровности покрытия дорог по международному показателю IRI . Представляют собой два моноблока с лазерными датчиками и акселерометрами, которые устанавливаются под днищем кузова лаборатории по полосам наката;

г) система панорамной видеосъемки автомобильных дорог с использованием трех цифровых видеокамер обеспечивает получение изображения с углом захвата более 180 ° в горизонтальной плоскости на скорости до 70км/ч. Позволяет фиксировать и оценивать состояние дорожного полотна и элементов обустройства дороги. Может применяться также для паспортизации городских дорог и составления планов городских улиц;

д) система подповерхностного зондирования на основе георадара "ОКО-2" для определения слоев дорожной конструкции. Глубина зондирования в зависимости от применяемого блока составляет 1,5; 3,0; 15,0 м;

е) система автоматической видеодетекции покрытий автомобильной дороги на основе высокоскоростной линейной камеры Dalsa Piranha 2. Обеспечивает получение изображения поверхности дороги с разрешающей способностью 1 мм при ширине полосы захвата 4 м. Компьютерная обработка позволяет выделять отдельные трещины, сетку трещин, выбоин, формировать картограмму дефектов, сводные ведомости по участку дороги и др.;

ж) система измерения параметров поперечной ровности (профиля) по лазерному лучу с шириной захвата до 4 м. В состав входят 2 высокоскоростные черно-белые камеры и 2 плоскостных лазера, закрепляемые на специальных фермах на крыше и на заднем бампере автомобиля. Линия поперечного профиля по полосе захвата выводится в масштабе на экран монитора. Позволяет автоматически определять максимальную глубину колеи, формировать ведомость;

и) система фиксации характерных точек и объектов с программируемой клавиатурой. Позволяет фиксировать характерные точки (дефекты, характерные участки, элементы оборудования и обустройства и прочее) с определением параметров положения объектов (начало, конец, расположение относительно дороги) в процессе проведения измерений;

к) система измерения прочности дорожных одежд "Дина-ЗМ". Используются акселерометрические датчики. Рассчитываются модули упругости конструкции дорожной одежды при динамической нагрузке, -точность определения упругого прогиба  $\pm 0,02$  мм;

-радиус контролируемой части чаши прогиба 1,5 м; л) видеоанализатор параметров транспортного потока- устанавливается на выдвижной пневмомачте, монтируемой на кузове лаборатории;

-технические характеристики: количество контролируемых полос движения до 6;

-получаемые параметры: интенсивность, состав транспортного потока по 5 группам, скорости движения, интервалы между автомобилями;

м) система оценки состояния инженерных сооружений. Выполнена на основе планшетного компьютера, цифровой камеры и дополнительной программируемой клавиатуры. Позволяет выполнять диагностику различных инженерных сооружений и элементов обустройства автодорог (переезды, трубы, мосты, путепроводы, съезды, примыкания, автобусные остановки, ограждения и прочее) с заполнением карточки объекта в электронной форме. Обеспечивает фотосъемку объектов и их отдельных элементов, ведение электронного журнала, а также передачу информации во внешние банки данных.

н) система измерения геометрических параметров на основе малогабаритной интегрированной навигационной системы МИНС. Используется блок микромеханических датчиков (акселерометры, датчики вращения), показания которых

интегрируются на аппаратном уровне с последующей коррекцией по данным встроенного GPS-приемника;

п) система компенсации перемещений кузова (СКПК). 4 ультразвуковых датчика расстояний, закреплены под днищем автомобиля, расположены по углам лаборатории. Обеспечивают введение поправок на колебания кузова относительно покрытия при измерениях геометрических параметров автомобильных дорог;

р) система измерения ровности покрытия дорог по международному показателю IRI . Представляют собой два моноблока с лазерными датчиками и акселерометрами, которые устанавливаются под днищем кузова лаборатории по полосам наката;

с) система панорамной видеосъемки автомобильных дорог с использованием трех цифровых видеокамер обеспечивает получение изображения с углом захвата более 180 ° в горизонтальной плоскости на скорости до 70км/ч. Позволяет фиксировать и оценивать состояние дорожного полотна и элементов обустройства дороги. Может применяться также для паспортизации городских дорог и составления планов городских улиц;

т) система подповерхностного зондирования на основе георадара "ОКО-2" для определения слоев дорожной конструкции. Глубина зондирования в зависимости от применяемого блока составляет 1,5; 3,0; 15,0 м;

у) система автоматической видеодетекции покрытий автомобильной дороги на основе высокоскоростной линейной камеры Dalsa Piranha 2. Обеспечивает получение изображения поверхности дороги с разрешающей способностью 1 мм при ширине полосы захвата 4 м. Компьютерная обработка позволяет выделять отдельные трещины, сетку трещин, выбоин, формировать картограмму дефектов, сводные ведомости по участку дороги и др.;

**Ф)** система измерения параметров поперечной ровности (профиля) по лазерному лучу с шириной захвата до 4 м. В состав входят

2 высокоскоростные черно-белые камеры и 2 плоскостных лазера, закрепляемые на специальных фермах на крыше и на заднем бампере автомобиля. Линия поперечного профиля по полосе захвата выводится в масштабе на экран монитора. Позволяет автоматически определять максимальную глубину колеи, формировать ведомость;

х) система фиксации характерных точек и объектов с программируемой клавиатурой. Позволяет фиксировать характерные точки (дефекты, характерные участки, элементы оборудования и обустройства и прочее) с определением параметров положения объектов (начало, конец, расположение относительно дороги) в процессе проведения измерений;

ц) система измерения прочности дорожных одежд "Дина-3М". Используются акселерометрические датчики. Рассчитываются модули упругости конструкции дорожной одежды при динамической нагрузке; -точность определения упругого прогиба  $\pm 0,02$  мм;

-радиус контролируемой части чаши прогиба 1,5 м; ш) видеоанализатор параметров транспортного потока. Устанавливается на выдвижной пневмомачте, монтируемой на кузове лаборатории;

-технические характеристики: количество контролируемых полос движения до 6;

-получаемые параметры: интенсивность, состав транспортного потока по 5 группам, скорости движения, интервалы между автомобилями;

э) Система оценки состояния инженерных сооружений. Выполнена на основе планшетного компьютера, цифровой камеры и дополнительной программируемой клавиатуры. Позволяет выполнять диагностику различных инженерных сооружений и элементов обустройства автодорог (переезды, трубы, мосты, путепроводы, съезды, примыкания, автобусные остановки, ограждения и прочее) с заполнением карточки объекта в электронной форме. Обеспечивает фотосъемку объектов и их отдельных элементов, ведение электронного журнала, а также передачу информации во внешние банки данных.

#### **6.4 Требования к условиям проведения измерений**

а) определение модуля упругости дорожных одежд рекомендуется выполнять в расчетный период года, согласно положений СТ РК 1377 [4]. Допускается модуль упругости определять в другие периоды года с учетом положений СТ РК 1293 ( приложение А) [5] по приведению результатов измерений к расчетному периоду года.

б) измерения упругих динамических прогибов дорожных одежд со слоями из материалов, содержащих битум, проводятся при температуре покрытия от 20°С до 50 °С. Измерения на слоях из несвязанных материалов проводятся при температуре не ниже 5 °С.

в) сцепные качества покрытия оцениваются коэффициентом продольного сцепления, измеренным на увлажненном покрытии при расчетной температуре воздуха 20° С. Не допускается производить измерения сцепных качеств дорожного покрытия во время дождя, а также в течение 2-3 часов после него.

г) измерение ровности в зимний период (при температуре воздуха ниже 0° С), а также в период выпадения дождя и на влажном покрытии не допускается.

#### **6.5 Требования к средствам измерений**

а) требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

б) рекомендуемая скорость автомобиля при передвижении между точками измерений и пошаговые инструкции по использованию измерительного оборудования

определяются руководством по эксплуатации изготовителя. Рекомендуется соблюдать ограничение скорости движения лаборатории, при измерении геометрических параметров, ровности, коэффициента сцепления.

- рабочая скорость панорамной видеосъемки (с углом захвата более 180° в горизонтальной плоскости): до 70 км/ч;

в) рекомендуется периодически измерять давление в шинах и задавать его равным значению, установленному производителем базового автомобиля.

г) компоненты лабораторного комплекса требуют периодической калибровки для проведения измерений с высокой степенью точности.

## **6.6 Порядок подготовки к проведению измерений**

Подготовка передвижной дорожной лаборатории к работе заключается в следующем:

а) подготовка передвижной дорожной лаборатории к работе заключается в проверке работоспособности всех узлов измерительного комплекса и подключении контрольно-измерительной аппаратуры.

б) перед началом производства работ необходимо учесть все рекомендации по выбору транспортного средства, инструкции по установке комплекса и подготовке автомобиля, согласно руководству по эксплуатации изготовителя установки.

в) соблюдение графика технического осмотра и ремонта, обеспечит бесперебойную работу испытательного комплекса в течение длительного времени, автомобиль должен проходить техническое обслуживание в соответствии с рекомендациями производителя

г) перед каждым сеансом сбора данных оператор должен выполнять следующие подготовительные процедуры:

- проверить давление в шинах и отрегулировать его в соответствии с техническими требованиями производителя;

- проверить состояние шины (баланс, соответствие форме окружности);

- проверить датчик пройденного расстояния на перемещение;

- осмотреть линзы лазерных датчиков на наличие грязи, влажности или повреждения, очистить их, если необходимо;

- убедиться, что лазерные датчики отключены от питания во время осмотра или их очистки;

- убедиться, что все компьютеры подключены к соответствующим источникам питания;

- проверить, что ПК подключен к блоку обработки данных;

- проверить, что кабель датчика пройденного расстояния подключен к блоку обработки данных;

- проверить, что кабель электропитания подключен к блоку обработки данных;  
д) техническое обслуживание измерительно-вычислительного комплекса. комплекс требует бережного хранения и эксплуатации.

е) предэксплуатационная подготовка системы. Перед началом измерений следует проводить предэксплуатационную проверку основных элементов и параметров измерительного комплекса (проводится каждый раз перед проведением измерений), всех кабелей и соединений.

ж) предэксплуатационная настройка ПК. Экран сбора данных в режиме ожидания используется для проверки статуса всех систем до запуска процесса сбора данных.

и) калибровка компонентов измерительного комплекса. Компоненты измерительного комплекса требуют периодической калибровки.

## **6.7 Порядок проведения измерений**

а) перед началом измерений предварительно уточняют техническую информацию об исследуемом участке автомобильной дороги, получают исходную информацию по обследуемой дороге (техническая категория, конструкция дорожной одежды и др.), намечают границы характерных участков дороги.

б) для проведения непосредственно испытаний необходимо осуществить программную настройку.

в) оператор нажатием клавиш на компьютере дает сигнал о проведении измерений.

г) датчики измерения фиксируют полученные значения измеряемых параметров. Результаты замеров автоматически поступают в память компьютера.

д) результаты измерений передаются в компьютер сбора данных.

## **6.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений**

а) оценка продольной ровности дорожных покрытий:

- продольный профиль высчитывается путем вычитания вертикальных движений корпуса автомобиля из смещений между корпусом автомобиля и дорожным покрытием. Эти значения перепадов высоты используются для вычисления статических данных международного индекса ровности, характеризующего степень ровности дорожного покрытия;

- оценка ровности дорожных оснований и покрытий в период строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации производится путем сравнения полученных в результате измерений значений международного индекса ровности IRI (м/км) со значениями, приведенными в ПР РК 218-03 "Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий" [7];

- после камеральной обработки результаты оценки ровности сводят в формы представления информации, согласно [7].

б) оценка поперечной ровности дорожных покрытий:

- оценка поперечной ровности (колеяности) дорожных покрытий осуществляется на основании полученных результатов измерений;

- оценку эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи производят по каждому самостоятельному участку путем сравнения средней расчетной глубины колеи  $h_{КС}$  с допустимыми и предельно допустимыми значениями;

- допускаемые значения коэффициентов сцепления и шероховатости для дорожных покрытий для обеспечения безопасности дорожного движения, должны соответствовать требованиям нормативных документов СНиП РК 3.03-09 "Автомобильные дороги" (п.8.4.19) [8], СТ РК 1279 "Методы определения шероховатости дорожного покрытия и коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием" [9], ПР РК 218-29 "Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог" [10].

- участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений относятся к опасным для движения автомобилей, и требуют немедленного проведения ремонтных работ по устранению колеи.

в) оценка геометрических параметров элементов автомобильной дороги

- при оценке геометрических параметров автомобильных дорог устанавливают фактическую ширину проезжей части, краевых укрепительных полос, обочин, разделительной полосы, высоту бровки земляного полотна, крутизну откосов земляного полотна, величины поперечных уклонов, радиусы кривых в плане и продольном профиле, видимость в плане и продольном профиле, высоту насыпей и глубину выемок и другие параметры.

- параметры поперечного профиля устанавливают на каждом характерном участке дороги, но не реже чем одно измерение на 1 км.

- высоту насыпей, глубину выемок и крутизну откосов измеряют на каждом характерном участке.

- требуемые параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории приведены в таблице 5.1.1 СНиП РК 3.03-09 [8].

## **6.9 Требования безопасности при эксплуатации**

а) Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

б) Эксплуатацию измерительного комплекса следует осуществлять в соответствии с положениями СНиП РК 1.03-05 [11] и требованиями эксплуатационных документов изготовителя.

в) Автомобиль, используемый в качестве платформы для измерительного комплекса, дополнительно оборудуется дорожными знаками или проблесковым

маячком оранжевого света в соответствии с требованиями СТ РК 2607 [12]. Проблесковые маячки должны устанавливаться на крыше автомобиля, а подходящие предупреждающие знаки могут быть размещены на задней части автомобиля.

г) Перед началом работ специалисты, задействованные в измерениях, должны пройти инструктаж по охране труда и технике безопасности с соответствующими отметками в журнале по технике безопасности.

д) Лица, ответственные за содержание установки в исправном состоянии, обязаны обеспечивать проведение ее технического обслуживания и ремонта в соответствии с требованиями эксплуатационных документов изготовителя установки.

## **7 Программно-измерительный комплекс "Дорога-ПРО" (ООО "Титул-2005). Видеодефектовка. Фиксация дефектов дорожного покрытия 7.1 Общие требования**

Программно-измерительный комплекс "Дорога-ПРО" предназначен для сбора информации о транспортно-эксплуатационном состоянии

автомобильных дорог при проведении работ по диагностике, паспортизации и инвентаризации, для контроля качества выполненных ремонтных работ и уровня содержания автомобильных дорог [15,16].

**Модуль "Видеодефектовка"** является составной частью программноизмерительного комплекса (далее ПИК) "Дорога-ПРО", 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.

## **7.2 Состав оборудования**

Программно-измерительный комплекс "Дорога-ПРО" работает в составе бортового вычислительного комплекса на базе передвижных дорожных диагностических лабораторий типов КП-514 МП, и КП-514 СМП "Трасса" производства ООО "Спецдортехника".

Все измерительные системы интегрированы в один комплекс, позволяющий проводить измерение нескольких параметров за один проезд по участку. Программно-измерительный комплекс Дорога-ПРО включает:

а) модуль "Видеосъемка" ПИК "Дорога-ПРО". Предназначен для съемки автомобильных дорог в цифровом формате и позволяет на основе полученной информации решать различные инженерно-административные задачи. Видеосъемка дорожной ситуации выполняется в процессе движения передвижной диагностической лаборатории 3-мя или 5-ю камерами одновременно;

б) модуль "Геометрия" ПИК "Дорога-ПРО". Предназначен для измерения геометрических параметров автомобильных дорог с помощью:

- инерциальной гироскопической системы (2 гироскопа);
- малогабаритной интегрированной навигационной системы (МИНС).

Основными параметрами, получаемыми в процессе измерений, являются данные о курсе лаборатории (в градусах), продольном и поперечном уклоне (в промилле) с привязкой к пройденному пути и GPS координатам.

в) модуль "Ровность" ПИК "Дорога-ПРО". Предназначен для измерения ровности покрытий автомобильных дорог с помощью:

- толчкомера (для измерения ровности покрытия по методу "толчкомера" в состав лаборатории должны входить специализированные приборы измерения ровности: толчкомер или ПКРС-2У);

- системы "IRI" (для оценки микропрофиля автомобильной дороги по методу IRI лаборатория должна быть оснащена системой ПКР-1 или оборудованием для измерения IRI, смонтированным на кузове передвижной лаборатории);

г) модуль "Колейность" ПИК "Дорога-ПРО". Данный модуль позволяет измерять поперечную ровность (колейность) автомобильной дороги. Измерение колейности может осуществляться при помощи:

-2-х видеокамер, с использованием линейной лазерной подсветки покрытия с шириной захвата 4 м.

-ультразвуковой рейки с 12-ю датчиками и общей шириной захвата 2,5 м.

д) модуль "Сцепление" ПИК "Дорога-ПРО". Данный модуль предназначен для использования совместно с установкой ПКРС-2У. Суть метода оценки сцепления установкой ПКРС-2У заключается в изменении тормозящей силы при блокировании колеса установки. Прогиб металлической пластины, возникающий под действием на нее усилий от заторможенного колеса, измеряется с помощью датчика линейных перемещений. Полученные показатели прогиба переводятся в коэффициент сцепления.

е) программа "Прочность" ПИК "Дорога-ПРО". Данная программа предназначена для совместного использования с установкой "Дина-3М". Суть метода оценки прочности установкой "Дина-3М" заключается в регистрации прогибов дорожных одежд автомобильных дорог при воздействии на них кратковременной динамической нагрузки. Прогиб покрытия под действием динамической нагрузки регистрируется с помощью датчика линейных перемещений или акселерометрического датчика. Полученные значения прогиба переводятся в фактический модуль упругости в

соответствии с методикой, описанной в руководстве по эксплуатации установки "Дина-ЗМ";

ж) модуль "Видеодефектовка" ПИК "Дорога-ПРО". Данный модуль позволяет:

-производить съемку 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;

и) программа "Интенсивность" ПИК "Дорога-ПРО". Программа учета интенсивности транспортного потока предназначена для определения интенсивности движения, состава транспортного потока и скорости движения автотранспортных средств;

к) модуль "GPS" ПИК "Дорога-ПРО". Данный модуль предназначен для использования совместно со всеми типами GPS-приемников;

л) модуль "Георадар" ПИК "Дорога-ПРО. Система зондирования дорожных одежд предназначена для получения радарограмм дорожных одежд для оценки их эксплуатационного состояния;

м) модуль "Электронный полевой журнал" ПИК "Дорога-ПРО. Данный модуль предназначен для фиксации объектов инженерного оборудования и обустройства дороги, объектов сервиса и автотранспортной службы, элементов придорожной полосы и полосы отвода.

### **7.3 Измеряемые параметры**

Программно-измерительным комплексом "Дорога-ПРО" производятся следующие измерения:

- определение геометрических параметров автомобильных дорог;
- определение продольной ровности дорожных покрытий методом толчкомера;
- определение продольной ровности дорожных покрытий методом IRI;
- видеосъемка автомобильных дорог;
- измерение поперечной ровности (колеяности) автомобильных дорог;
- определение коэффициента сцепления дорожных покрытий;
- измерение прочности нежестких дорожных одежд;
- видеофиксация дефектов покрытия;
- измерение интенсивности транспортного потока;
- сбор GPS-информации по автомобильным дорогам;

- георадарное зондирование дорожных одежд;
- паспортизация автомобильных дорог с помощью электронного полевого журнала;
- инвентаризация сооружений и технических объектов на автомобильной дороге.

Получаемая в процессе измерений информация сохраняется на жестком диске бортового компьютера.

В комплект ПИК "Дорога-ПРО" включен модуль обработки полученных результатов. Предусмотрено несколько основных режимов обработки полученных данных:

автоматическая обработка результатов доступна сразу после завершения измерений и позволяет создать экспресс ведомость оценки транспортно-эксплуатационного состояния участка дороги.

- экспертная обработка может осуществляться как в полевых, так и в камеральных условиях. Позволяет детально настроить параметры обработки под поставленные задачи.

Полученная информация анализируется на соответствие нормативам с созданием статистического отчета. Вывод отчета возможен как в табличном, и так и в графическом виде с печатью и сохранением в форматы файлов Microsoft Word, Excel, текстовый формат и т.д.

## **7.4 Требования к условиям проведения измерений**

Видеофиксация дефектов покрытия автомобильных дорог с использованием модуля "Видеодефектовка" осуществляется с учетом условий:

а) видеофиксация дефектов покрытия автомобильных дорог возможна при установке на передвижной диагностической лаборатории линейной видеокамеры и измерительной системы "Видеодефектовка";

б) перед фиксацией дефектов необходимо выполнить проверку доступности настроек параметров измерения;

в) при съемке покрытия в темное время суток необходимо поставить флажок напротив пункта "Включать осветители";

г) при съемке покрытия в дневное время суток, флажок в данном пункте следует убрать;

д) настройка "Включать осветители" доступна только в том случае, если лаборатория оснащена системой подсветки линейной камеры;

е) рекомендуется не использовать значения частоты кадров ниже чем 2000 лин/с, т.к. слишком малые значения частоты кадров приведут к тому, что скорость движения лаборатории будет очень низкой;

ж) при превышении скорости движения будут наблюдаться потери данных, из-за чего на кадре в постобработке будут видны черные полосы (разрывы).

## 7.5 Требования к средствам измерений

а) Требования к безопасности автомобиля по TP TC 018/2011 [6].

б) Рекомендуемая скорость автомобиля при передвижении между точками измерений и пошаговые инструкции по использованию измерительного оборудования определяются руководством по эксплуатации изготовителя.

в) Рекомендуется периодически измерять давление в шинах и задавать его равным значению, установленному производителем базового автомобиля.

г) Компоненты лабораторного комплекса требуют периодической калибровки для проведения измерений с высокой степенью точности.

## 7.6 Порядок подготовки к проведению измерений

7.6.1 Перед фиксацией дефектов необходимо выполнить проверку доступности настроек параметров измерения, для этого:

- необходимо запустить ПИК "Дорога-ПРО";

- из главного меню программы из раздела "Параметры" нужно выбрать пункт "Параметры системы измерения", либо с панели "Настройки" нажать кнопку "Система измерений";

- в открывшемся окне "Параметры системы измерения" нужно перейти на вкладку "Система измерения" и поставить флажок напротив "Видеофиксация дефектов покрытия";

- затем перейти на вкладку "Видеофиксация дефектов покрытия".

7.6.2 При возникновении неполадок с оборудованием, в ПИК "Дорога- ПРО" предусмотрен режим тестирования каналов.

Для запуска режима тестирования каналов:

а) в меню главного окна программы из раздела "Сервис" нужно выбрать вкладку "Тест измерительных каналов" или нажать на кнопку "Тест каналов". Откроется окно тестирования оборудования. Для проверки линейной камеры следует перейти на вкладку "Видеодефектовка". Окно тестирования "Видеодефектовка" содержит следующие элементы:

- показания с камеры - в данном окне отображается картинка с линейной камеры. Картинка в данной области отображается только тогда, когда от датчика пройденного пути поступают импульсы. В неподвижном состоянии для отображения картинки с камеры необходимо выставить режим внутренней синхронизации;

- установка режима синхронизации:

внутренняя синхронизация - данный режим должен использоваться только при тестировании каналов, когда лаборатория находится в неподвижном состоянии (

состоянии покоя). При переходе в режим измерения, флажок должен быть установлен на режим внешней синхронизации;

внешняя синхронизация - данный режим устанавливается при проведении измерений;

- частота кадров: выбрать 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: меньше или равно 36 км/ч (10 м/с);

15 000 - соответствует скорости движения лаборатории: меньше или равно 54 км/ч (15 м/с);

- настройка экспозиции: настройка аппаратного усиления, чем выше значение, тем снимки получаются светлее, рекомендуется аппаратное усиление выставлять по максимуму "+10";

- вкладки выбора каналов - переключение между каналами;

- кнопка "Выход" - закрывает окно тестирования каналов.

## **7.7 Порядок проведения измерений**

7.7.1 Перед началом измерений необходимо провести тарировку датчика пути.

7.7.2 Для запуска измерения:

- в главном меню программы из раздела Работа нужно выбрать пункт "Начать измерения" или нажать на кнопку "Измерения";

- откроется окно занесения информации о дороге;

- после того, как информация о дороге успешно введена, откроется окно проведения измерений. В нем нужно выбрать подходящий для работы шаблон или создать свой;

- в результате появляется экран с показаниями датчиков;

7.7.3 Окно измерения видеodefектовки содержит следующие элементы:

- кнопка "Начало/Конец участка": нажатие данной кнопки запускает режим измерения видеodefектовки, повторное нажатие останавливает измерения;

- кнопка "Выход": выход из окна измерения видеodefектовки;

- картинка с линейной камеры;

- установка режима синхронизации: настройка режима синхронизации.

Внутренняя синхронизация: данный режим должен использоваться только при тестировании каналов, когда лаборатория находится в неподвижном состоянии (состоянии покоя). При переходе в режим измерения, флажок должен быть установлен на режим внешней синхронизации.

Внешняя синхронизация, данный режим устанавливается при проведении измерений;

- частота кадров: настройка частоты съемки линейной камеры. Выражается в количестве линий в секунду (лин/с);
- максимальная скорость: максимальная разрешенная скорость движения при заданной частоте съемки;
- время экспозиции: время экспозиции, рассчитанное в зависимости от частоты съемки линейной камеры.

#### 7.7.4 Для запуска измерений:

- отступить от начала участка измерений на 100-200 метров;
- включить режим внутренней синхронизации;
- начать движение вперед со скоростью 1-2 км/ч;
- во время движения установить значение частоты кадров таким образом, чтобы добиться оптимального качества изображения, при котором на покрытии будут видны дефекты и объекты (например, разметка);
- картинка будет обновляться каждый метр;
- если картинка получается пересвеченной, то нужно повысить частоту кадров ( пороговое значение 18000 лин/с);
- если картинка получается недосвеченной, то нужно понизить частоту кадров. Для подтверждения выбранной частоты всегда нажимать кнопку "ОК".
- слишком малые значения частоты кадров приведут к тому, что скорость движения лаборатории будет очень низкой. Рекомендуется не использовать значения частоты кадров ниже чем 2000 лин/с;
- после того как картинка на экране будет подходящего для измерений качества, нужно установить лабораторию на начало участка и нажать кнопку "Начало участка";
- в процессе измерения необходимо корректировать значение частоты кадров, и в зависимости от этого подбирать скорость движения, которая не превышает максимальную;
- при превышении скорости движения будут наблюдаться потери данных, из за чего на кадре в постобработке будут видны черные полосы (разрывы).
- для завершения измерений нажмите кнопку "Конец участка".

## 7.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений

7.8.1 После съемки покрытия автомобильной дороги необходима фиксация дефектов.

Для перехода в режим просмотра и обработки данных видеodefектовки выполняется следующее:

- в главном меню программы зайти в меню "Работа" и выбрать пункт "Обработка Результатов", либо с помощью кнопки "Обработка" запустить соответствующий режим ;

-в правой части окна раскрыть список измеренных характеристик интересуемой дороги и выбрать пункт "Видеодефектовка";

-открыть список полос движения и из него выбрать интересуемый номер полосы;

-для файлов видеодефектовки, снятых в более ранних версиях программы, откроется окно в котором необходимо указать тип полосы относительно проезжей части: крайняя слева, крайняя справа или центральная.

Рекомендуется обратить внимание при выборе типа полосы, т.к. данная информация используется при классификации продольных трещин на центральные и боковые;

-после выбора типа полосы откроется окно "Обработка данных видеодефектовки".

#### 7.8.2 Обработка данных видеодефектовки":

-список дорог: панель, на которой представлен список обследованных дорог (код и название);

-обновить: обновление списка измерений при добавлении новых файлов;

-кнопки формирования ведомостей: кнопки для формирования ведомости и детальной ведомости состояния покрытия, картограммы покрытия и анализа всех дефектов;

-кнопки для обработки данных: кнопки для анализа и восстановления отмеченных дефектов;

-панель фиксации дефектов: кнопки для фиксации различных видов дефектов;

-область просмотра и редактирования: область, в которой пользователь просматривает видеоизображение дорожного полотна и отмечает дефекты покрытия;

-область быстрого просмотра полотна дороги: на данной панели можно просмотреть полотно дороги в разрезе 50, 100, 200 и более метров;

-бальная оценка: бальная оценка дефектов покрытия на заданном участке;

-панель информации: панель отображения информации о коде дороги, направлении проезда, направлении камеры, дате съемки, местоположении, номере кадра.

#### 7.8.3 Панель инструментов:

- ведомость состояния покрытия: при нажатии на данную кнопку формируется ведомость дефектов;

- детальная ведомость: формирование ведомости на 1000 м<sup>2</sup> на участке дороги;

- картограмма дефектов: вывод и печать картограммы дефектов;

- анализ всех файлов: проведения анализа дефекта для формирования ведомостей и картограммы;

- восстановление списка дефектов: восстановление дефектов из выбранного файла.

#### 7.8.4 Панель дефектов

- выбор: выбор дефекта на кадре для его редактирования;

- автоопределение дефекта: режим автоматического распознавания дефектов. При выборе участка анализируются все дефекты и отображаются на кадре;
- поперечная трещина: режим занесения поперечных трещин;
- продольная трещина: режим занесения продольных трещин;
- сетка трещин: режим занесения продольных трещин;
- просадки: режим занесения просадок;
- проломы: режим занесения проломов дорожной одежды;
- выбоины: режим занесения выбоин дорожной одежды;
- карты выбоин: режим фиксации карты заделанных выбоин;
- карты трещин: режим фиксации карты заделанных трещин;
- волны: режим занесения поперечных волн на дорожной одежде;
- сдвиги: фиксация сдвигов дорожной одежды;
- шелушение: режим фиксации поверхностного разрушения покрытия дорожной одежды;
- выкрашивание: фиксация поверхностного разрушения покрытия дорожной одежды;
- разрушение швов: режим фиксации разрушения швов дорожной одежды;
- ступеньки в швах: фиксация дефектов на стыках плит, уложенных в основание дорожной одежды автомобильной дороги;
- перекося плит: фиксация дефектов, возникающих в результате перекося плит;
- скол углов плит: фиксация дефектов на стыках плит, уложенных в основание дорожной одежды автомобильной дороги.

7.8.5 Фиксация дефектов: для получения оценки состояния дорожного покрытия необходимо с помощью специальных инструментов зафиксировать дефекты, присутствующие на дороге. В программе фиксируются следующие виды дефектов (см таблицу 7.8.1).

7.8.6 Анализ дефектов. После занесения всех дефектов, необходим их анализ, для этого:

- на панели обработки данных нажать кнопку "Запустить анализ всех дефектов" или использовать сочетание клавиш "Ctrl-A";
- откроется окно со списком дефектов, в данном окне содержатся следующие элементы:

**Таблица 7.8.1 - Виды дефектов**

Трещины	Выбоины и просадки	Отремонтированные дефекты
Поперечные трещины	Просадка (пучины)	Карты заделанных выбоин
Продольные трещины	Выбоины	
Сетка трещин	Проломы дорожной одежды	Залитые трещины
Волны и сдвиги	Дефекты в швах и плитах	

Поперечные волны	Разрушение швов	Скол углов плит
Сдвиг	Перекося плит	Ступеньки в швах

а) список дефектов:

- зеленым флажком выделяются дефекты, которые принимаются к дальнейшему анализу.

- красным флажком выделяются одиночные дефекты, которые будут исключены из анализа, к примеру, одиночные трещины, расстояние между которыми больше 40 метров, просадки, где площадь составляет менее 10% и др. (настройки обработки указывается в параметрах);

б) каждый дефект можно посмотреть на кадре, для этого необходимо двойным щелчком мыши выбрать из таблицы интересующее местоположение.

в) общее количество зафиксированных дефектов - отображает, сколько всего было зафиксировано дефектов на данном участке дороги;

г) количество исключенных дефектов - отображает общее количество всех исключенных из анализа дефектов;

д) для запуска анализа нажать кнопку "Подтвердить" в результате чего будет выполнен анализ всех зафиксированных дефектов и назначена балльная оценка;

е) результатом успешной балльной оценки является отображение балльной оценки рядом с областью быстрого просмотра. Балльная оценка задается с параметрами по умолчанию, если необходимо детальная настройка, то она выполняется в окне "параметры обработки".

7.8.7 Настройки. Производится детальная настройка формирования балльной оценки и картограммы дефектов.

7.8.8 Нормативы. ПИК "Дорога-ПРО" состояние дорожного покрытия разделяется на три категории:

Дата	Время	Ад1D1	Ад1D2	Ад1D3	Ад1D4	Ад1D5
д.м.г.	час:мин	Влажность	Температура	Влажность	Температура	Влажность
7.5.2014	14:00	5,994	15,13	5,991	15,75	5,247
7.5.2014	15:00	5,992	15,13	5,991	15,75	5,246
7.5.2014	16:00	5,993	15,13	5,991	15,81	5,247
7.5.2014	17:00	5,993	15,13	5,993	15,81	5,248
7.5.2014	18:00	5,992	15,19	5,993	15,81	5,250
7.5.2014	19:00	5,993	15,13	5,994	15,88	5,250
7.5.2014	20:00	5,993	15,19	5,995	15,81	5,253

Значения нормативных и предельно-допустимых баллов задаются в настройках программы в окне "Настройки" на вкладке "Балльная оценка":

7.8.9 Классификация по группам. Производится определение групп дефектов в разрезе выделенных характерных участков.

7.8.10 Формирование дефектной ведомости. Для формирования дефектной ведомости необходимо зафиксировать все дефекты покрытия, провести анализ дефектов.

7.8.11 Формирование картограммы. В программе предусмотрена возможность формирования картограммы дефектов, на которой будет отрисован каждый дефект с привязкой к текущему километражу.

## **7.9 Требования безопасности при эксплуатации**

а) Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

б) Эксплуатацию измерительного комплекса следует осуществлять в соответствии с положениями СНиП РК 1.03-05 [П] и требованиями эксплуатационных документов изготовителя.

в) Автомобиль, используемый в качестве платформы для измерительного комплекса, дополнительно оборудуется дорожными знаками или проблесковым маячком оранжевого света в соответствии с требованиями СТ РК 2607 [12]. Проблесковые маячки должны устанавливаться на крыше автомобиля, а подходящие предупреждающие знаки могут быть размещены на задней части автомобиля.

г) Перед началом работ специалисты, задействованные в измерениях, должны пройти инструктаж по охране труда и технике безопасности с соответствующими отметками в журнале по технике безопасности.

д) Лица, ответственные за содержание установки в исправном состоянии, обязаны обеспечивать проведение ее технического обслуживания и ремонта в соответствии с требованиями эксплуатационных документов изготовителя установки.

## **8 Модернизированная система измерения коэффициента сцепления на базе инновационного прибора ПКРС-2 РДТ 8.1 Общие требования**

Модернизированная система измерения коэффициента сцепления на базе инновационного прибора ПКРС-2 РДТ создана ОАО "СНПЦ "РОСДОРТЕХ" совместно с ООО "Автодор-Инжиниринг" для обеспечения измерений ровности покрытия и коэффициента сцепления [17].

### **8.2 Состав оборудования**

Система включает основное *оборудование*:

- электро-пневматическая система управления блокировкой (торможением) измерительного колеса обеспечивающая возможность регулировки длительности цикла торможения в диапазоне от 2 с до 5 с.;
- электроуправляемая система увлажнения покрытия, обеспечивает синхронность и равномерность нанесения водной пленки на полосу поверхности автомобильной дороги ;

-баки для воды общей вместимостью 500-600 л. с принудительной подачей воды (встроенный насос);

-система контроля блокировки измерительного колеса;

-лазерный датчик измерения тормозного усилия;

-датчик ровности (толчкомер).

Система включает следующие *дополнительные опции*.

-система контроля запаса воды в баках;

-увеличение запаса воды до 1 тонны;

-система контроля температуры поверхности покрытия;

-система контроля температуры измерительного колеса.

### **8.3 Измеряемые параметры**

Система предназначена для:

-измерений коэффициента сцепления на основе определения тормозной силы, возникающей в площади контакта полностью заблокированного измерительного колеса стандартного и увлажненного покрытия (с толщиной водяной пленки около 1 мм), при буксировке ПКРС-2 РДТ со скоростью  $60 \pm 2$  км/час;

-измерений амплитуды колебаний (величины вертикальных перемещений) не подрессоренной массы подвески ПКРС-2 РДТ относительно подрессоренной массы при скорости движения ТС  $50 \pm 5$  км/час и последующей оценки ровности по толчкомеру покрытия автомобильной дороги в составе комплекса.

### **8.4 Требования к условиям проведения измерений**

а) сцепные качества покрытия оцениваются коэффициентом продольного сцепления, измеренным на увлажненном покрытии при расчетной температуре воздуха  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

б) увлажнение дорожного покрытия осуществляется с помощью автономной системы искусственного увлажнения, смонтированной на автомобиле;

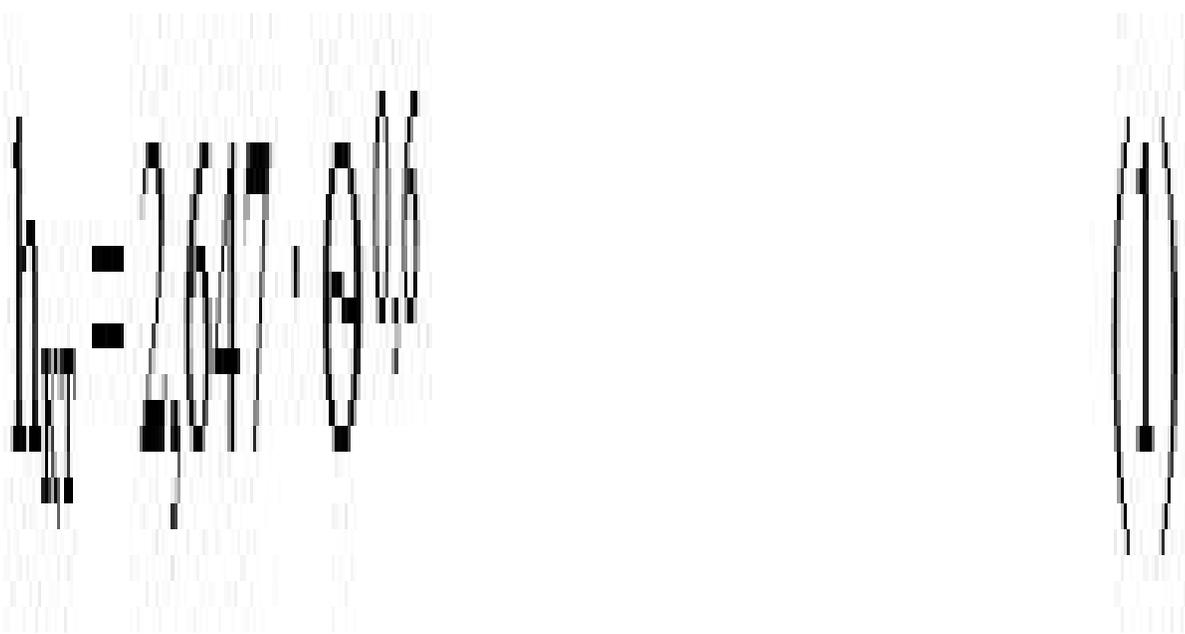
в) не допускается производить измерения коэффициента сцепления во время дождя, а также в течение 2-3 часов после него;

г) измерение ровности в зимний период (при температуре воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ), а также в период выпадения дождя и на влажном покрытии не допускается.

### **8.5 Требования к средствам измерений**

ПКРС-2 РДТ представляет собой прицепное одноколесное устройство, имитирующее движение колеса автомобиля, движущегося с заданной скоростью по измеряемому участку автомобильной дороги (см. рисунки 8.1, 8.2).

Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].



Рекомендуемая скорость автомобиля при передвижении между точками измерений и пошаговые инструкции по использованию измерительного оборудования определяются руководством по эксплуатации изготовителя: Рабочая скорость движения транспортного средства составляет:

- при измерении коэффициента сцепления:  $60 \pm 2$  км/час;
- при измерении ровности покрытия:  $50 \pm 5$  км/час;

В рабочем положении крепится к сцепному устройству транспортного средства. Тягово-сцепное устройство (ТСУ) для буксировки прицепного прибора входит в комплект поставки. В транспортном положении прибор устанавливается в грузовом отсеке транспортного средства на штатные крепления. Необходимые крепежные приспособления входят в комплект поставки.

ПКРС-2 РДТ состоит из измерительного колеса с гладким (без рисунка протектором), установленного на подрессоренной оси подвески. Ось подвески позволяет колесу совершать вертикальные колебания относительно рамы, которая крепится к траверсе сцепки, соединяющейся с кронштейном сцепки. Кронштейн сцепки крепится болтами к ответной части сцепки, расположенной в задней части рамы передвижной дорожной лаборатории. Рама постоянно сохраняет положение, параллельное поверхности дороги.



На раме ПКРС-2 РДТ размещен съемный пригруз для создания необходимого усилия прижатия колеса к дороге.

На арочной части рамы установлен датчик ровности, шкив которого охвачен тросиком. Конец тросика закреплен к подвеске колеса. Вертикальные колебания подвески вызывают повороты шкива датчика, который при этом вырабатывает электрические импульсы, используемые для регистрации неровностей.

На одной оси с колесом установлен рычаг с гидравлическим тормозом, который срабатывает при создании давления в гидравлической тормозной системе. Давление в системе создается от привода торможения. При этом происходит полная блокировка колеса относительно рычага. Этот момент регистрируется датчиком блокировки колеса, расположенным на его оси.

Для исключения боковых смещений ПКРС-2РДТ от оси движения при торможении имеется механизм противозаноса, срабатывание которого происходит одновременно с механизмом торможения колеса.

Для обеспечения требований по увлажнению дорожного покрытия в зоне соприкосновения его с колесом имеется система водополива, состоящая из трубопровода, в котором установлен механический клапан и насадки, формирующий поток воды. Вода к системе поступает по шлангу, соединенному с водяным баком. Подача воды из баков к системе водополива принудительная.

На раме установлен модуль управления для обработки сигналов с датчиков и передачи их к исполнительным механизмам ПКРС-2РДТ.

В модуле установлены системы контроля температуры поверхности покрытия и температуры измерительного колеса.

Обработанные данные и команды управления передаются в установленный компьютер, через который производится управление работой ПКРС-2РДТ и обработка результатов измерений.

## 8.6 Порядок подготовки к проведению измерений

а) Перед началом измерений получают исходную информацию о дороге, в т.ч. информация о дорожно-транспортных происшествиях за последние 3-5 лет. Анализируют полученные данные, намечают наиболее неблагоприятные, с точки зрения безопасности движения, участки дороги в различные сезоны года, оценивают степень их опасности.

б) Подготовка ПКРС-2РДТ к работе заключается в подключении рабочих механизмов, согласно руководству по эксплуатации изготовителя.

в) Техническое обслуживание включает:

- перед каждым выездом на дорогу следует осмотреть ПКРС-2РДТ и убедиться в отсутствии механических повреждений и надежности крепления кронштейна сцепки;

- необходимо регулярно проверять герметичность тормозной системы внешним осмотром; регулярно, но не реже 1 раз в год, проверять уровень тормозной жидкости в резервуаре насоса гидравлического привода торможения;

- регулярно проверять состояние упругих элементов подвески и их крепление, состояние резиновых втулок амортизатора и его герметичности, а также состояние протектора колеса по индикатору износа;

- в процессе эксплуатации может возникнуть необходимость удаления воздуха из гидросистемы;

- в процессе эксплуатации может возникнуть необходимость в регулировке механизма торможения вследствие износа элементов тормозной системы (неисправности могут проявляться в виде отсутствия полной блокировки колеса, или в невозможности автоматического отключения тормозной системы).

г) После эксплуатации в условиях повышенной загрязненности необходимо установку промыть, очистить от грязи шину измерительного колеса, чтобы исключить влияние отложений грязи на качество измерений.

д) ПКРС-2РДТ рекомендуется хранить отсоединенным от передвижной дорожной лаборатории в вертикальном положении. Грузы рекомендуется снять.

е) Согласно руководству по эксплуатации и техническому обслуживанию следует проводить:

- плановое техническое обслуживание (предэксплуатационная проверка, ежемесячное и годовое техническое обслуживание, калибровка);

- диагностику измерительного устройства.

ж) Соблюдение графика технического осмотра и ремонта, обеспечит бесперебойную работу измерительной установки в течение длительного времени.

## **8.7 Порядок проведения измерений**

### *8.7.1 Измерение коэффициента сцепления*

а) При оценке сцепных свойств дорожных покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения. Сплошные измерения выполняют при обследовании участков дорог протяженностью менее 1 км, выборочные - более 1 км. Выборочные измерения выполняют при обследовании участков концентрации ДТП.

б) При комплексном обследовании (диагностике) дорог сцепные качества рекомендуется определять только в местах концентрации ДТП. Основой оценки сцепных качеств покрытий дорог являются закономерности, отражающие зависимость величины, характера и степени изменения коэффициента сцепления от шероховатости и твердости покрытия, погодноклиматических условий, параметров транспортного потока (скорости, интенсивности и состава движения).

в) Проведение измерений.

Во время движения ПКРС-2РДТ с заданной скоростью по измеряемому участку дороги при подаче соответствующего сигнала от компьютера срабатывает привод торможения.

При этом в начальный момент, срабатывает клапан, и вода из водяного бака по шлангу через систему водополива начинает увлажнять поверхность дорожного покрытия.

После этого, с небольшим временным интервалом, срабатывает насос привода торможения. При этом одновременно происходит блокировка колеса и срабатывает механизм противозаноса. Возникающее усилие через тормозную тягу передается датчику.

По окончании цикла измерения, время которого задается программным обеспечением с компьютера, привод торможения отключает блокировку колеса и механизм противозаноса и автоматически закрывается клапан водополива.

### *8.7.2 Измерение ровности дорожного покрытия*

а) При оценке продольной ровности покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения.

Сплошные измерения выполняют при обследовании участков дорог протяженностью более 1 км, выборочные - менее 1 км.

Выборочные измерения выполняют при обследовании: участков концентрации ДТП, опасных участков дорог, участков дорог, на которых произошло ДТП, отремонтированных участков.

б) Проведение измерений.

При движении ПКРС-2РДТ с заданной скоростью, его колесо, копируя неровности дорожного покрытия, совершает колебания в вертикальной плоскости относительно неподвижной рамы. Амплитуда колебаний, пропорциональная высоте неровностей, регистрируется датчиком ровности. Сигналы с датчика поступают в модуль управления передвижной дорожной лаборатории и обрабатываются.

## **8.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений**

### *а) оценка поперечной ровности дорожных покрытий:*

- состояние дорожных покрытий по сцепным качествам оценивают путем сравнения фактической величины коэффициента продольного сцепления с его предельно допустимой величиной;

- дорожное покрытие удовлетворяет требованиям эксплуатации, если фактическая величина коэффициента сцепления больше предельно допустимой величины или равна ей.

- участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений относятся к опасным для движения автомобилей, и требуют немедленного проведения ремонтных работ по устранению колеи.

- допускаемые значения коэффициентов сцепления и шероховатости для дорожных покрытий для обеспечения безопасности дорожного движения, должны соответствовать требованиям нормативных документов СНиП РК 3.03-09 "Автомобильные дороги" (п.8.4.19) [8], СТ РК 1279 "Методы определения шероховатости дорожного покрытия и коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием" [9], ПР РК 218-29 "Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог" [10].

### *б) оценка продольной ровности дорожных покрытий:*

- продольный профиль высчитывается путем вычитания вертикальных движений корпуса автомобиля из смещений между корпусом автомобиля и дорожным покрытием. Эти значения перепадов высоты используются для вычисления статических данных международного индекса ровности, характеризующего степень ровности дорожного покрытия;

- оценка ровности дорожных оснований и покрытий в период строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации производится путем сравнения полученных в результате измерений значений международного индекса ровности IRI (м/км) со значениями, приведенными в ПР РК 218-03 "Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий" [7].

## **8.9 Требования безопасности при эксплуатации**

- а) во время буксировки ПКРС-2РДТ на буксирующем транспортном средстве должен быть включен проблесковый маячок;
- б) транспортирование устройства к месту производства работ осуществляется в салоне передвижной дорожной лаборатории;
- в) во избежание преждевременного износа покрышки колеса транспортировать ПКРС-2РДТ в прицепленном состоянии на расстояние более 1 км не рекомендуется;
- г) не допускается поворот и разворот транспортного средства с прикрепленным к нему ПКРС-2РДТ при установленной тяге заднего хода;
- д) не допускается движение ПКРС-2РДТ при такой неисправности, как постоянная блокировка колеса;
- е) во время буксировки прицепа следует избегать наезда измерительным колесом на бордюры или крупные предметы.

## **9 Определение модуля упругости с применением установки динамического нагружения Дина-ЗМ 9.1 Общие требования**

Определение модуля упругости нежестких дорожных одежд, включает: измерение динамического упругого прогиба, расчет чаши динамических прогибов, расчет модуля упругости.

### **9.2 Состав оборудования**

Установка динамического нагружения ДИНА-ЗМ предназначена для испытаний несущей способности (прочности) дорожных одежд и земляного полотна автомобильных дорог и аэродромов путем измерения упругого прогиба поверхности дороги под действием расчетной нагрузки. Область применения - строительство, ремонт и эксплуатация автомобильных дорог, периодический и текущий контроль состояния дорожных покрытий [18, 19, 20, 21].

Установка состоит:

- прицеп с каркасом;
- блок управления;
- пульт управления;
- балка-консоль;
- преобразователь линейных перемещений;
- аккумуляторная батарея;
- фиксаторы груза;
- планка ограничительная;
- чехол со шнуром.

### **9.3 Измеряемые параметры**

Установка производит измерения прогибов покрытия при динамической нагрузке.

Рассчитываются модули упругости дорожной одежды и производится построение чаши прогиба.

## **9.4 Требования к условиям проведения измерений**

а) Определение модуля упругости дорожных одежд с применением дефлектометра рекомендуется выполнять в расчетный период года, согласно положений СТ РК 1377 [4]. Допускается модуль упругости определять в другие периоды года с учетом положений СТ РК 1293 (приложение А) [5] по приведению результатов измерений к расчетному периоду года.

б) Установка предназначена для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от +5 до +40. Измерения на слоях из несвязанных материалов проводятся при температуре не ниже 5 °С.

## **9.5 Требования к средствам измерений**

а) Для проведения измерений применяется установка динамического нагружения ДИНА-ЗМ (далее-установка), которая конструктивно представляет собой одноосную прицепную установку, которая крепится к буксирующему автомобилю, оснащенный комплектом контрольноизмерительной аппаратуры (см. рисунок 9.1).

Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6]. Рекомендуемая скорость автомобиля при передвижении между точками измерений и пошаговые инструкции по использованию измерительного оборудования определяются руководством по эксплуатации изготовителя

Все измерения происходят в автоматическом режиме. Для дополнительного визуального контроля выполнения работ используется web-камера.

б) Принцип действия установки основан на нагружении дорожной одежды расчетной динамической нагрузкой и измерении возникающего при этом упругого прогиба.

в) Установки динамического нагружения Дина-ЗМ представляет собой одноосный прицеп, на котором смонтированы каркас с направляющими, грузом, траверсой и штампом, электродвигатель с редуктором и лебедкой, и установлены блок управления с пультом и аккумуляторная батарея. На легковом прицепе установлено механизированное устройство для подъема груза массой 160 кг на определенную высоту с последующим сбросом его на штамп, опускаемый на поверхность дорожного полотна. В момент приложения динамической нагрузки измеряется упругий прогиб дорожной конструкции.

Установка может быть дополнительно оснащена устройством определения величины деформации по всей чаше прогиба.

Установка ДИНА-ЗМ оснащена акселерометрическим датчиком и модулем связи с бортовым вычислительным комплексом, что позволяет полностью автоматизировать процесс нагружения и измерений.

Балка-консоль с закрепленным преобразователем линейных перемещений (ПЛП), устанавливается на поверхность дороги таким образом, чтобы наконечник ПЛП касался дорожного полотна через одно из отверстий в штампе.



Блок управления служит для передачи команд поступающих от пульта к приводу и для цифровой индикации величины упругого прогиба.

Подъем груза осуществляется приводом направляющим через траверсу до определенной высоты и автоматически сбрасывается. Под действием демпфирующей пружины, груз возвращается вверх и фиксируется на механизмах подхвата груза. Высота падения груза рассчитывается для каждой установки таким образом, чтобы, с учетом массы груза и упругости демпфирующей пружины, достигалась требуемая динамическая нагрузка на дорогу. Штамп служит для передачи динамического усилия развиваемого падающим грузом на дорожное полотно.

Диапазон измерений:

- время действия нагрузки на дорожную одежду 0,02 с;
- упругого прогиба, мм от 0 до 3;

- пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений упругого прогиба, мм  $\pm 0,02$ ;
- пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений упругого прогиба в рабочем диапазоне температур применения установки не превышают пределов допустимой основной погрешности, мм  $\pm 0,02$ ;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности установки высоты падения груза, мм  $\pm 10$  (высота падения груза рассчитывается по методике, приведенной в технической документации);
- масса падающего груза, кг  $160 \pm 2$ ;
- динамическое усилие развиваемое падающим грузом, кН  $50 \pm 2,5$ ; -упругость демпфирующей пружины, кН/мм  $1,5 \pm 0,1$ ;
- цена единицы младшего разряда цифрового индикатора  $0,01$ ; -напряжение питания установки - автономное, от аккумуляторной батареи или от внешнего источника постоянного тока;
- потребляемая мощность, Вт, не более: в режиме ожидания 12 Вт, в режиме рабочего цикла 400 Вт;
- наработка на отказ, рабочих циклов, не менее 40000;
- габаритные размеры, мм, не более: длина 3100 мм, ширина 1750 мм, высота 2300 мм;
- масса установки, кг, не более 750.

## **9.6 Порядок подготовки к проведению измерений**

а) Перед началом измерений предварительно получают исходную информацию о дороге и дорожной одежде, выполняют визуальное обследование дорожного покрытия и намечают границы характерных участков дороги, в соответствии с требованиями СТ РК 1293 (пункт 6.2.3) [5].

б) Подготовка установки к работе заключается в проверке работоспособности всех узлов установки и подключении контрольноизмерительной аппаратуры.

в) В начальной точке измерений задается количество нагружений при каждом измерении и шаг дискретизации измерений, контролируемый датчиками измерения расстояний.

г) Поверка оборудования осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации.

## **9.7 Порядок проведения измерений**

а) Оператор нажатием клавиш на компьютере дает сигнал о проведении динамического нагружения, при котором создается динамический ударный импульс (

сила, создаваемая падающим грузом и прилагаемая к дорожному покрытию), в результате которого возникает упругий прогиб на поверхности дорожной одежды.

б) Датчики измерения упругих прогибов фиксируют их значения. Результаты замеров автоматически поступают в память компьютера вместе с данными о местонахождении точки производства измерений, величине приложенной нагрузки, температуре покрытия.

в) После выполнения заданного количества нагружений, установку переводят в транспортное положение. После этого на дисплее появляется сигнал о готовности к перемещению на следующую точку измерений.

г) В случае, если значения упругого прогиба дорожной одежды расходятся более чем на 20 %, требуется проведение повторных измерений в данной точке измерений.

д) Регистрация прогибов установками динамического нагружения на выбранном участке производится через равные отрезки пути в шахматном порядке по внешним полосам наката (на расстоянии от 1,0 до 1,5 м от кромки покрытия), как в прямом, так и в обратном направлении. Измерения производят равномерно - на одной, затем на второй полосе наката.

е) Минимальное заданное количество измерений для объективной оценки прочности дорожной одежды составляет не менее 20 измерений упругих прогибов на каждом характерном участке, но не менее 1 измерения на 1 км, согласно требованиям СТ РК 1293 (пункт 6.2.4) [5].

Точки испытаний, попадающие в зоны пучинообразования, выносят за пределы этих зон. Места развития пучин обследуют отдельно.

## **9.8 Порядок обработки и оформления результатов измерений**

Обработку результатов измерений производят в следующей последовательности:

-вычисляют средние значения результатов измерений (динамические прогибы, нагрузка, температура покрытия), сформированные компьютером дефлектометра в каждой точке;

-расчет модуля упругости дорожной одежды нежесткого типа производится в соответствии с СТ РК 1293 (Приложение А) [5].

-результаты измерений оформляют в виде протокола.

В протокол вносятся следующие данные:

-дата проведения измерений;

-полное название автомобильной дороги (включая категорию по СНиП РК 3.03-09 [8] и статус автомобильной дороги по Закону Республики Казахстан [22]) с указанием адреса участка проведения измерений, полосы движения;

-тип использованного измерительного оборудования;

-значения фактической приложенной к плите нагрузки;

- значения измеренных динамических упругих прогибов;
- фактическое местоположение каждой точки измерения;
- значение температуры поверхности покрытия дорожных одежд для каждой точки измерения.

## **9.9 Требования безопасности при эксплуатации**

а) При производстве работ с использованием установки необходимо руководствоваться положениями СНиП РК 1.03-05 [11]. Перед началом работ специалисты, задействованные в измерениях, должны пройти инструктаж по охране труда и технике безопасности с соответствующими отметками в журнале по технике безопасности.

б) При проведении инструктажа по технике безопасности следует объяснять работникам требования и правила охраны природной среды в месте производства работ, согласно ПР РК 218-21 [23].

в) Буксирующий автомобиль дополнительно оборудуется дорожными знаками или проблесковым маячком оранжевого света в соответствии с требованиями СТ РК 2607 [12].

г) Эксплуатацию дефлектометра следует осуществлять в соответствии с положениями СНиП РК 1.03-05 [П] и требованиями эксплуатационных документов изготовителя установки динамического нагружения.

д) Лица, ответственные за содержание установки в исправном состоянии, обязаны обеспечивать проведение ее технического обслуживания и ремонта в соответствии с требованиями эксплуатационных документов изготовителя установки.

## **10 Организация и проведение работ по видеопаспортизации автомобильных дорог передвижным программно-аппаратным комплексом видеопаспортизации дорог "СВПД" НПО "Регион"**

### **10.1 Общие требования**

10.1.1 Паспортизация с целью получения объективных данных о наличии дорог и дорожных сооружений, их протяженности, технических характеристиках, наличии инженерного оборудования, обустройства и обстановки дорог.

10.1.2 Работы по паспортизации автомобильных дорог выполняются согласно положениям Инструкции по паспортизации автомобильных дорог общего пользования ПР РК 218-28 [24].

10.1.3 Работы по паспортизации с использованием программноаппаратного комплекса видеопаспортизации дорог "СВПД" НПО "Регион" включают сбор, первичную обработку и запись достоверной информации о технических параметрах и эксплуатационном состоянии обследуемых объектов [25].

10.1.4 Регистрируемые параметры:

- цифровое видео;
- пройденный путь;
- геометрия дороги, включая: радиусы кривых и углы поворота в плане, продольные и поперечные уклоны, радиусы выпуклых и вогнутых кривых;
- абсолютные координаты в мировой системе координат;
- колейность и поперечная ровность покрытия;
- поперечный и продольный профиль дороги.

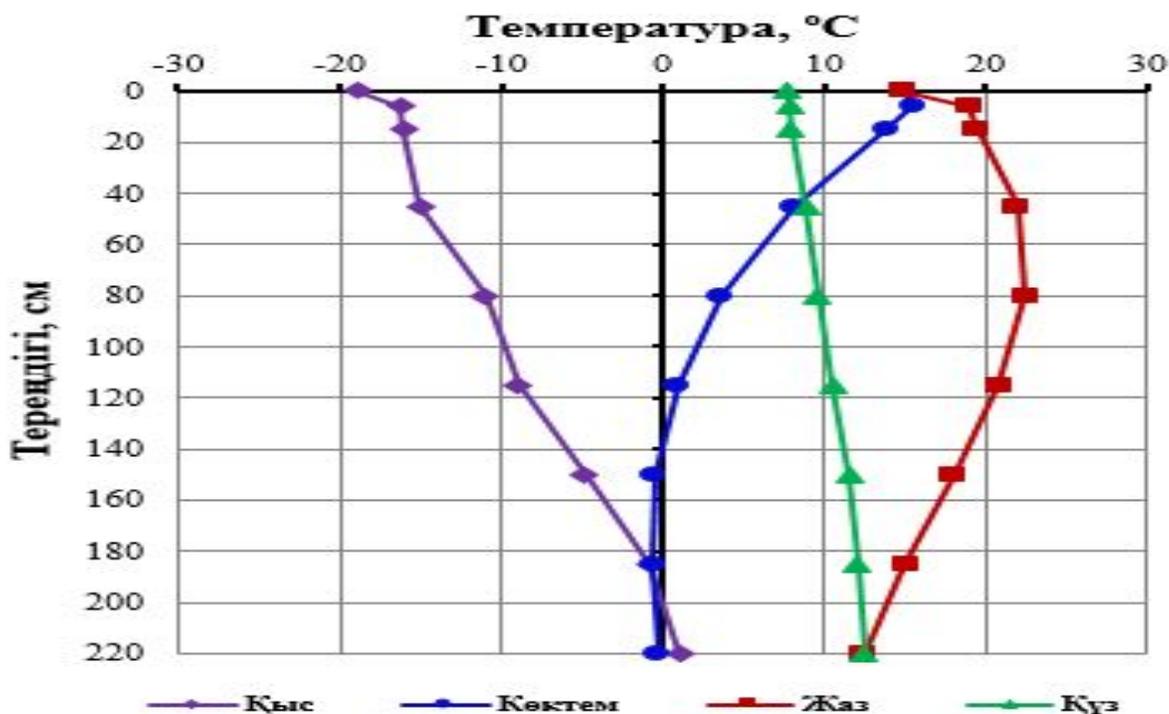
10.1.5 Основным документом после выполнения работ по паспортизации является: технический паспорт дороги с линейным графиком.

10.1.6 Составление паспорта производят на основании данных, полученных в результате обследования автомобильной дороги с помощью оборудования, предназначенного для проведения работ по паспортизации.

## 10.2 Состав оборудования

10.2.1 Состав оборудования передвижной дорожной лаборатории представляет собой комплекс оборудования, монтируемого на базовом автомобиле и программные средства, обеспечивающие функции сбора, первичной обработки и записи достоверной информации о технических параметрах и эксплуатационном состоянии обследуемых объектов (см. рисунок 10.1).

Оборудование лаборатории [25] условно состоит из нескольких модулей: система позиционирования, комплекс измерительного оборудования, модуль сбора информации, дополнительные измерительные приборы и вспомогательное оборудование.



**10.2.2 Система позиционирования** отслеживает все перемещения платформы базового автомобиля. Система позиционирования состоит из нескольких функционально независимых, но синхронизированных по времени устройств, получаемые данные которых достаточны для точного определения положения платформы базового автомобиля в любой момент времени и в любых координатах. При этом синхронизированная работа нескольких устройств позволяет получить результаты, превосходящие по точности данные каждого из них в отдельности.

В состав системы позиционирования входят:

а) *импульсный датчик пройденного пути* - устройство, позволяющее измерить расстояние, пройденное базовым автомобилем, с момента начала измерений. Датчик устанавливается на коробку переключения передач в штатное место привода спидометра;

б) *безплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС)* - специальное устройство на базе оптоволоконных датчиков угловых скоростей (гироскопов), отслеживающее параметры перемещения центра масс базового автомобиля. БИНС устанавливается в салоне базового автомобиля;

в) *датчики положения платформы* - устройства, определяющие положение платформы базового автомобиля относительно поверхности дороги. Датчики устанавливаются по периметру платформы на выносных кронштейнах или поперечных балках;

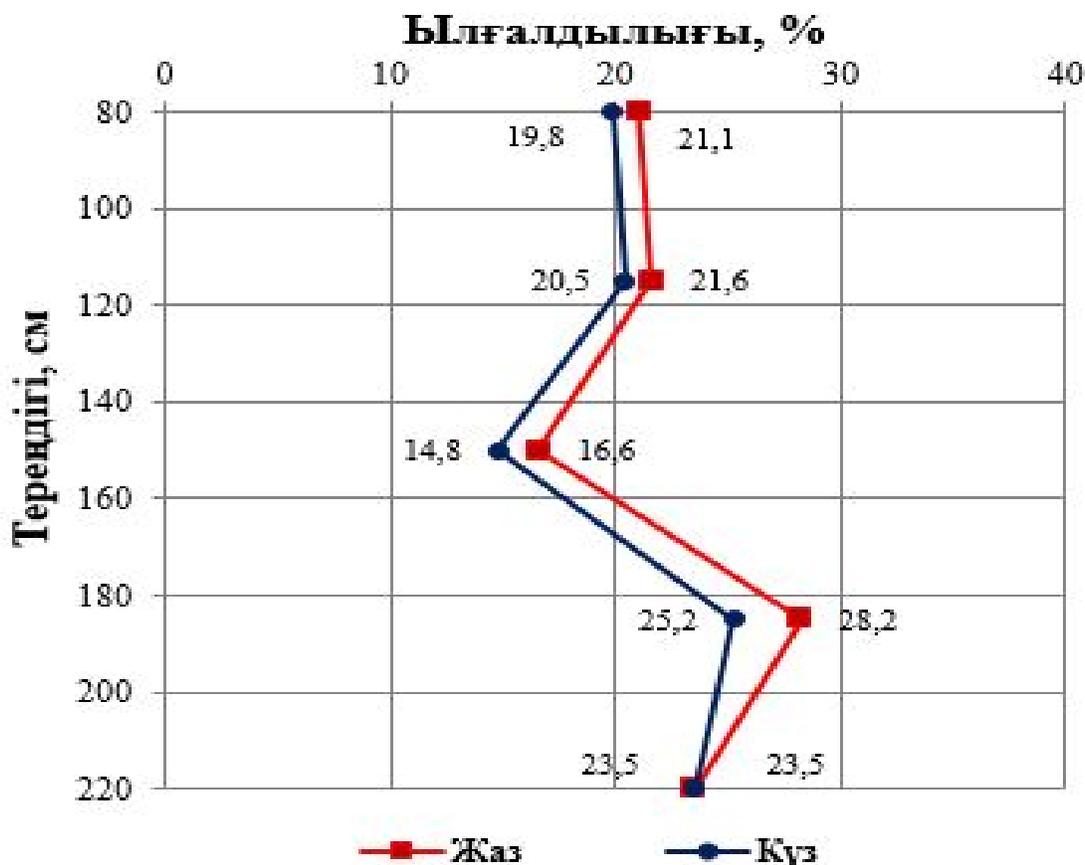
г) *приемник системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС)* - устройство, определяющее положение автомобиля в общемировой системе координат на основе сигналов от искусственных спутников Земли. Приемник устанавливается в модуле сбора информации, а его антенна выносится на крышу базового автомобиля для четкого приема спутниковых сигналов.

**10.2.3 Комплекс измерительного оборудования** передвижной многофункциональной лаборатории по диагностическому обследованию автомобильных дорог включает основное оборудование и дополнительные измерительные приборы (см. рисунок 10.2):

а) *видеокамеры*, предназначенные для записи потокового видеоизображения поверхности дороги, элементов обустройства, придорожной полосы и др. Видеокамеры, заключенные в пыле- и влагозащищенные боксы устанавливаются на крыше автомобиля или на корпусе, ближе к поверхности дороги. При необходимости направление съемки каждой камеры могут изменяться;

б) *датчики положения платформы* - устройства, определяющие положение платформы базового автомобиля относительно поверхности дороги. Датчики устанавливаются по периметру платформы на выносных кронштейнах или поперечных балках;

в) *профилометр* - устройство для измерения поперечной ровности обследуемого дорожного покрытия, определения глубины колеи. Представляет собой балку с расположенными на ней по всей длине датчиками, измеряющими расстояние до поверхности покрытия;



г) *сканер* - устройство для высокоскоростной записи координат множества точек, расположенных в поперечном сечении дороги (сканов). При проезде передвижной лаборатории и записи множества последовательных сканов, соответствующих различным поперечным сечениям дороги, результатом измерений становится массив точек с известными координатами, повторяющими реальный рельеф полосы отвода. При последующей камеральной обработке этот массив точек переводится в цифровую модель местности (ЦММ) для определения параметров поперечных сечений проезжей части, обочин, откосов и пр. Сканер устанавливается на крыше базового автомобиля с использованием специального кронштейна;

д) *георадар* - прибор, измеряющий характеристики среды с помощью радиоволн. Результатом работы георадара в составе передвижного лабораторного комплекса является разработка продольного профиля по оси движения антенны прибора (радарограмма), отражающего характеристики материалов дорожной одежды и грунтов земляного полотна дороги. Георадар устанавливается на корпусе базового автомобиля с использованием специального кронштейна.

10.2.4 Модуль сбора информации выполняет сбор, предварительную обработку и запись информации, получаемой от элементов системы позиционирования и измерительного оборудования.

Модуль представляет собой специализированный компьютер с установленным необходимым программным обеспечением.

### 10.3 Требования к условиям проведения измерений

10.3.1 Необходимо исключить проведение измерений во время дождя, так как в этом случае крайне велика вероятность ложного срабатывания датчиков положения платформы и неправильного определения траектории движения. Кроме того, при этом нельзя записать качественное видеоизображение.

Проведение измерений сразу после дождя, по влажному покрытию, также не рекомендуется, так как в этом случае также возможны ложные срабатывания задних ультразвуковых датчиков на водяную пыль из-под колес, также дорога в окне видео становится более темной, и трещины на асфальте становятся слабо различимыми.

10.3.2 Перед проведением измерений следует выбирать время проведения заезда и маршрут таким образом, чтобы солнце не светило постоянно в объектив камеры.

10.3.3 Калибровку оборудования лаборатории не стоит проводить в условиях ветреной погоды.

## 10.4 Требования к средствам измерений

10.4.1 Для проведения паспортизации автомобильных дорог применяется передвижная дорожная лаборатория, представляющая собой комплекс оборудования, монтируемого на базовом автомобиле и программные средства, обеспечивающие функции сбора, первичной обработки и записи достоверной информации о технических параметрах и эксплуатационном состоянии обследуемых объектов

10.4.2 Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

10.4.3 Рекомендуется соблюдать ограничение скорости движения лаборатории, согласно требованиям руководства по эксплуатации изготовителя [25], в соответствии с таблицей 10.1.

Чем выше скорость движения, тем более размазанными в окне видео получаются трещины на дороге и другие объекты. Повышенные вибрации при движении с большей скоростью также негативно влияют на точность собираемых лабораторией данных.

10.4.4 Для сбора данных о продольном и поперечном уклонах, продольном профиле и ровности точность собираемых данных будет неудовлетворительной, если скорость движения будет выше 60 км/ч из-за ограничений по частоте работы датчиков.

10.4.5 Рекомендуется устанавливать объективы камер, направленных вперед, таким образом, чтобы в области видимости камер была точка, в направлении которой

двигается лаборатория. Видимость этой точки упрощает процедуру нахождения углов установки камер в программе СВПД.

**Таблица 10.1 - Рекомендуемые скорости движения при работе передвижной лаборатории**

Собираемые данные	Оптимальная скорость (км/ч)	Максимальная кратковременная скорость (км/ч)
Продольный и поперечный уклон, продольный профиль, ровность, IRI + любые другие данные.	40	60
Данные без продольного и поперечного уклона, продольного профиля и ровности. Для дорог с твердым покрытием.	40-80	100

10.4.6 Не рекомендуется делать короткие заезды длиной менее километра, так как данных GPS может быть недостаточно для вычисления корректирующих поправок, что негативно скажется на точности выдаваемых системой координат.

10.4.7 Рекомендуется делать заезды длиной не более 120-130 километров. Более длинные заезды требуют большей оперативной памяти компьютера при обработке данных программой DataManager. В случае нехватки памяти компьютер начинает записывать данные кроме оперативной памяти еще и на жесткий диск, что приводит к значительному ухудшению его производительности.

10.4.8 Рекомендуется *периодически измерять давление в шинах* и задавать его равным значению, установленному производителем базового автомобиля. Коэффициент датчика пути меняется в небольших пределах во время движения, и сильно зависит от давления в шинах. Давление воздуха в шинах должно быть установлено в пределах, заданных в инструкции по эксплуатации автомобиля.

10.4.9 Компоненты оборудования лаборатории требуют *периодической калибровки* для проведения измерений с высокой степенью точности.

а) лаборатория поставляется с полностью настроенным и откалиброванным оборудованием. Однако, необходимо проводить повторную калибровку не реже одного раза в год;

б) кроме того, требуется повторная калибровка в случае если:

- блок датчиков лаборатории снимался со своего места, либо производилось откручивание крепежных болтов, включая частичное их откручивание;

- менялось положение хотя бы одного ультразвукового датчика, либо один из датчиков снимался со своего места, либо производилось ослабление винтов крепления датчика, либо корпус датчика или его крепление было повреждено;

- была деформирована поперечная балка ультразвуковых датчиков - профилометр;

- прикладывались большие нагрузки на раму автомобиля, либо рама была повреждена или деформирована;
- в любом другом случае, когда есть подозрение, что взаимное положение ультразвуковых датчиков и блока датчиков лаборатории могло быть изменено;
- следует проводить калибровку балки ультразвуковых датчиков, если она была деформирована;
- при смене мест установки камер и лазерного сканера следует измерять их новое положение;
- базовый автомобиль лаборатории стал участником ДТП;

в) калибровочные заезды необходимо проводить с небольшим интервалом по времени. Во время проведения заездов не должно изменяться количество и положение груза и участников заезда. Нельзя заправлять машину горючим, менять давление в шинах и производить другие действия, которые могут изменить полную массу и положение центра масс автомобиля. Кроме того, следует избегать перемещения участников заездов внутри автомобиля во время их проведения.

10.4.10 Средства измерений, применяемые для паспортизации автомобильных дорог должны быть внесены в реестр государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан в соответствии с СТ РК 2.21 [26], СТ РК 2.30 [27], поверены в соответствии с СТ РК 2.4 [28] и(или) аттестованы в соответствии с СТ РК 2.75 [29].

## **10.5 Порядок подготовки к проведению измерений**

10.5.1 Для корректной работы оборудования и программного обеспечения, а так же получения достоверных данных об исследуемом участке дороги необходимо соблюдать обязательные требования, согласно руководству по эксплуатации изготовителя [25]

10.5.2 Перед проведением заезда необходимо *прогреть лабораторию не менее 10 минут* путем включения компьютера лаборатории.

10.5.3 Установка программ, системные требования.

а) программная часть комплекса видеопаспортизации дорог состоит из следующих компонентов:

- программа DataManager для обработки данных, записанных дорожной лабораторией во время заезда, и занесения их в базу данных. Программа DataManager служит для обработки данных, собранных лабораторией во время заезда, расчета траектории движения, углов наклона платформы и поверхности дороги, записи этих параметров в базу данных и вывода информации в текстовом виде. Также эта программа, установленная на компьютере передвижной лаборатории, используется для проверки данных заезда сразу после его проведения;

-программа SurveyMerger для корректировки (“сшивки”) заездов прямого и обратного направлений;

-программа GPSviewer для просмотра траекторий по GPS (Global Positioning System ) нескольких заездов в единой системе координат на одном графике. Программа GPSviewer предназначена для одновременного просмотра нескольких траекторий, построенных по данным GPS приемника лаборатории. С помощью GPSviewer-а перед записью заездов в базу данных программой DataManager нужно определить, какие заезды считать “прямыми”, какие “обратными”, а также последовательность внесения заездов в базу данных. Программа позволяет открывать заезды и добавлять их на карту по одному, либо задать папку, в которой будет произведен поиск файлов заездов;

- административная утилита SVPDAdministrator;

-основная программа комплекса- СВПД, работающая с базой данных. С помощью программы СВПД выполняют камеральную обработку материалов видеосъемки дороги передвижной дорожной лабораторией. Задачей оператора является "обрисовать" или "оцифровать" изображения объектов на видеосъемке, идентифицировать и описать их свойства. В результате оцифровки видеоизображения в базу данных записывается информация, на основе которой в программе отображается план дороги, заполняются необходимые таблицы, формируются отчеты;

-база данных на СУБД “Microsoft SQL server”;

- файл-сервер для хранения видеофайлов;

б) для нормальной работы программ GPSviewer, DataManager и SurveyMerger требуется операционная система Windows XP с установленным service pack 3. Установка программ производится в автоматическом режиме запуском программы-установщика SVPD AdminProgramms. Для обработки длинных заездов рекомендуется иметь на компьютере как минимум 2 Gb оперативной памяти;

в) для настройки и управления работой измерительного оборудования дорожной лаборатории предназначена программа "RoadLab". Она установлена на специализированном компьютере - модуле сбора информации лаборатории.

При нормальном запуске и работе всего оборудования, установленного в лаборатории, записи в журнале отсутствуют. В случае появления каких-либо ошибок при инициализации оборудования или в процессе работы в журнале появятся соответствующие сообщения.

Основным инструментом контроля работы оборудования являются круглые цветные индикаторы, расположенные в левой области окна программы. Каждый индикатор соответствует одному из видов установленного в лаборатории измерительного оборудования: видеокамерам безплатформенной навигационной системы (БИНС), ультразвуковым датчикам (УЗД), приемнику глобальной системы определения координат (GPS), сканера, георадара.

При нормальном запуске и работе всего оборудования, установленного в лаборатории, индикаторы имеют зеленый цвет. В случае появления каких-либо ошибок при инициализации оборудования или в процессе работы индикаторы начинают мигать желтым цветом.

Так же в блоке выводятся основные параметры работы для каждого вида оборудования: скорость видеопотока (битрейт) для каждой из видеокамер, количество видимых спутников для GPS, скорость записи потока данных со сканера.

Для контроля за работой каждого датчика положения платформы, а также датчиков профилометра, предназначен дополнительный информационный блок.

Для информирования оператора лаборатории в процессе работы также служит блок отображения текущих параметров, где указываются: скорость, пройденный путь, объем записанных данных заезда и оставшийся объем для записи, время, прошедшее с начала заезда, примерное оставшееся время;

г) *настройки оборудования.* Для внесения изменений в параметры работы лаборатории оператор может открывать соответствующие окна, отражающие текущие свойства оборудования;

д) *настройка видеокамер.* В окне настройки видеокамер оператор лаборатории имеет возможность управлять качеством видеоизображения;

е) *настройка БИНС.* В окне настройки бесплатформенной инерциальной навигационной системы можно изменить параметры работы БИНС. Однако изменять эти настройки без консультации с производителем не рекомендуется;

ж) *настройка ультразвуковых датчиков.* В окне настройки ультразвуковых датчиков можно изменить параметры работы датчиков. Для каждого датчика можно указать пороговые значения измеряемых расстояний до покрытия дороги. Это необходимо для исключения из последующих расчетов ложных срабатываний датчика;

и) *настройка приемника GPS.* В текущей версии программы настройки приемника GPS отсутствуют. Для контроля работы приемника на основной информационный блок программы выводится информация о его текущем состоянии и количестве "видимых" спутников;

к) *настройка датчика пути.* В окне настройки датчика пути (одометра) оператор лаборатории имеет возможность задать поправочный коэффициент, применяемый для расчета длины пройденного пути. Коэффициент датчика пути зависит от марки автомобиля и давления в шинах.

10.5.4 Перед началом проведения заездов необходимо *наметить план заездов*, определить точки начала и конца заездов, скорость движения лаборатории.

*Планировать проведение измерений* необходимо таким образом, чтобы получить наибольший объем информации наименьшим количеством заездов. Например, при необходимости видеосъемки обстановки дороги для последующей оцифровки в программе СВПД, достаточно, провести заезд только в одном направлении. При этом

камеры должны быть установлены таким образом, что бы можно было увидеть дорожные знаки для противоположного направления.

При необходимости съемки дороги в прямом и обратном направлениях ее нужно проводить разными заездами. Это необходимо для возможности в дальнейшем произвести процедуру "сшивки" заездов.

10.5.5 *Калибровка оборудования.* Для определения точного положения установленного на передвижной лаборатории измерительного оборудования необходимо проведение *специальных калибровочных заездов.*

Калибровка заключается в проведении нескольких замеров и заездов: измерения положения навесного оборудования, заезда "перестановка", заезда калибровки взаимного положения ультразвуковых датчиков, калибровки поперечной балки УЗ датчиков и внесении калибровочных поправок. Заезды "перестановка" и "калибровка взаимного положения ультразвуковых датчиков" проводятся с небольшим интервалом по времени.

Калибровка включает:

а) измерение положения оборудования лаборатории. Для правильной работы системы необходимо замерить относительное положение установленного на автомобиле измерительного оборудования. Измеряется положение видеокамер, лазерного сканера, БИНС, четырех датчиков положения платформы автомобиля. Измерять пространственное положение профилометра не требуется, оно рассчитывается автоматически относительно передней пары датчиков положения платформы. Следует только произвести калибровку профилометра на наличие микроотклонений каждого датчика по высоте.

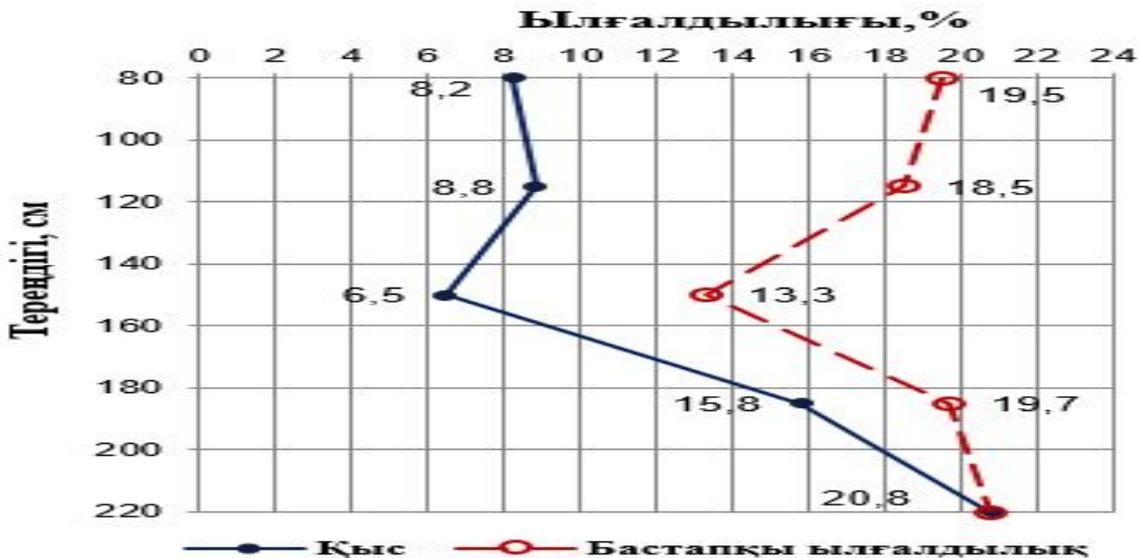
Прямоугольные координаты видеокамер и сканера отсчитываются от центра задней оси автомобиля. Для сканера измеряется расстояние до центра развертки луча, для камер - расстояние до внешней линзы объектива. Координата Y отсчитывается вперед по ходу движения (см. рисунок 10.3), координата X - направо, Z - высота над поверхностью дороги. Координаты задаются в метрах.

Под номером камеры подразумевается номер разъема, к которому подключена камера.

Если углы ориентации камер и сканера от заезда к заезду не меняются и не требуется их менять и в дальнейшем, то следует с помощью программы СВПД измерить углы установки и с помощью программы DataManager внести их в файл *Road.Lab.xml*, находящийся в каталоге программы RoadLab на компьютере передвижной лаборатории. В дальнейшем эти установки будут копироваться в файл *RoadLab.xml* каждого нового заезда и пользователю не нужно будет вводить их каждый раз вручную при первом открытии заезда программой СВПД.

Измерение положения четырех ультразвуковых датчиков, служащих для определения положения автомобиля относительно поверхности дороги, происходит

следующим образом: считается, что датчики расположены по углам прямоугольника и производится измерение длин сторон этого прямоугольника:  $hX$ - поперек автомобиля и  $hY$ - вдоль;



б) калибровка положения БИНС. Эти измерения производятся для определения углов установки блока безплатформенной инерциальной навигационной системы относительно виртуальной горизонтальной плоскости, служащей началом отсчета;

в) калибровка датчиков положения платформы. Эти измерения производятся для определения положения каждого из четырех датчиков по высоте относительно виртуальной горизонтальной плоскости, служащей началом отсчета;

г) порядок проведения калибровочного заезда "перестановка":

- выбирается ровная площадка с твердым покрытием, автомобиль заезжает на эту площадку всеми колесами. На поверхности площадки отмечается точное положение передних и задних колес. В машину садятся водитель и оператор, двери закрываются;

- программой "RoadLab" запускается запись заезда. Делается пауза не менее 30 секунд для измерения углов в этом положении;

- из машины выходит оператор, который будет контролировать установку колес машины по меткам. Водитель разворачивает автомобиль на 180 градусов и ставит его на прежнее место (при этом допускается движение задним ходом). Колеса автомобиля должны встать по меткам на площадке: передние на место задних, а задние - на место передних. Оператор садится на место, дверь закрывается;

- делается пауза не менее 30 с для измерения углов и заезд завершается;

д) порядок внесения калибровочных поправок: открыть файлы калибровочного заезда в программе "DataManager", выбрав пункт меню Файл



Открыть калибровочный заезд "перестановка". Нажать "ОК" в окне "Параметры заезда" для начала расчета калибровочных поправок. После окончания расчета появится окно с результатами;

е) *калибровка поперечной балки ультразвуковых датчиков*. Поперечная балка ультразвуковых датчиков служит для сбора информации о поперечной ровности дороги и измерения глубины колеи. С помощью нее измеряются расстояния от каждого датчика балки до поверхности дороги. Разница этих расстояний определяет неровность покрытия и измеряется с миллиметровой точностью. Положения датчиков в балке по высоте имеют отклонения по высоте, связанные с ошибками геометрии каждого экземпляра балки и разными положениями центра чувствительности внутри каждого датчика. Поэтому для измерения положений по высоте центров чувствительности всех датчиков *проводится калибровка балки*.

Заезд калибровки проводится в офисе, со снятыми с автомобиля профилометром и компьютером лаборатории. Балка профилометра жестко закрепляется вблизи ровной поверхности на расстоянии от нее 15-30 сантиметров и подключается к компьютеру. Запускается запись заезда. Запись надо проводить в течение примерно 30 секунд.

Окончательными значениями поправок для датчиков будут осредненные по времени значения их сигналов, отсчитанные от виртуальной прямой, найденной с помощью метода наименьших квадратов по положениям всех датчиков. Для контроля достоверности калибровки нужно провести еще один заезд, перевернув балку таким образом, чтобы первый датчик оказался на месте последнего, а последний - на месте первого. Балку не обязательно устанавливать строго в то же положение и под тем же углом наклона. Угол наклона может быть другим, это не влияет на результаты калибровки.

Результаты калибровки обоих заездов должны совпасть с точностью 1 мм для каждого датчика.

Если этого не произошло, то, возможно, причиной рассогласования явилась недостаточная ровность поверхности, по которой проводилась калибровка. В этом случае калибровку следует провести еще раз на другой, более ровной поверхности.

## **10.6 Порядок проведения измерений**

10.6.1 В процессе измерений целесообразно вести журнал проведения заездов, в котором отмечать: название дороги, участок измерений (т.е. начала и конец заезда), направление движения, номер полосы движения, необходимые примечания (при съемке развязок, других сложных участков возможна зарисовка абриса).

### **10.6.2 Обязательные требования к проведению заездов:**

а) начинать и заканчивать заезд необходимо из неподвижного положения базового автомобиля;

б) начинать движение можно по истечении 30 секундного интервала после произведения старта лаборатории на запись заезда, останавливать запись заезда можно только после 10 секунд с момента остановки машины;

в) крайне нежелательно во время проведения заезда движение автомобиля задним ходом. Однако, если возникла такая необходимость, а закончить запись данных нельзя, движение задним ходом разрешается только после нажатия оператором кнопки "движение задним ходом" в программе RoadLab и паузы в 5 секунд, во время которой автомобиль стоит на месте.

При этом кнопка "залипает" и на экране появляется сообщение "Движение задним ходом". После завершения движения задним ходом и *обязательной паузы* в 5 секунд, во время которой автомобиль не двигается, оператор должен нажать кнопку "Выключить задний ход".

При этом в файл меток записывается информация о моментах начала и окончания движения задним ходом. После этого возможно продолжение заезда.

Если не выполнить эти рекомендации, то движение задним ходом будет воспринято программой DataManager как движение вперед, и траектория движения будет рассчитана неверно.

В заезде с движением задним ходом неверно рассчитывается показатель ровности IRI и углы наклона лаборатории. Поэтому, если во время проведения заезда, в котором необходимо снимать данные IRI и углы наклона дороги, возникла необходимость движения задним ходом, то следует завершить заезд, сделать необходимые маневры и запустить новый заезд.

Допустимо скатывание автомобиля назад на несколько сантиметров при трогании с места;

г) необходимо соблюдать ограничение скорости движения лаборатории в соответствии с таблицей 10.1;

д) рекомендуется ограничивать максимальную длину одного заезда до 120 - 130 км. Более длинные заезды требуют большей оперативной памяти компьютера при обработке данных программой DataManager;

е) после проведения каждого заезда необходимо проверять записанные данные. Это позволит своевременно обнаружить возможные сбои в работе оборудования, ошибки оператора и, при необходимости, провести повторный заезд.

Для проверки данных заезда необходимо открыть их в программе "DataManager" и убедиться в правильности построения траектории заезда в плане и профиле, наличии данных с датчиков положения автомобиля, приемника спутниковой системы навигации

Для проверки записанных видеофайлов, необходимо открыть их в стандартном видеопроигрывателе и убедиться в полноте и целостности записанного изображения, просмотрев начало и конец записи.

### 10.6.3 Рекомендации к проведению заездов:

а) при необходимости съемки дороги в прямом и обратном направлениях ее нужно проводить разными заездами. Это необходимо для возможности в дальнейшем произвести процедуру "сшивки" заездов;

б) при проведении заездов прямого и обратного направлений или сонаправленных заездов (например, для измерения ровности покрытия по разным полосам движения в одном направлении) точки начала и конца заездов, т.е. места остановки лаборатории должны находиться в одном створе. Хотя количество заездов в прямом и обратном направлениях в обоих приведенных примерах одинаковое (см.рисунок 10.4), количество сегментов для сшивки увеличилось до пяти.

Заезды прямого и обратного направлений записываются в базу данных для каждого сшиваемого сегмента, что увеличивает требуемое место в базе данных, сложность и продолжительность процедуры сшивки. Оцифровку объектов после сшивки в каждом сшитом заезде следует производить только в той части заезда, которая соответствует сшитому сегменту;

в) Кроме того, при проведении последовательных заездов в одном направлении (в случае большой протяженности дороги), начало последующего заезда должно соответствовать концу предыдущего.

Выполнение перечисленных рекомендаций упростит процедуру "сшивки" заездов, а также сделает более понятной структуру заездов в программе СВПД. Такие рекомендации действуют и при проведении заездов на развязках и других сложных участках дорог.

## 10.7 Порядок обработки и оформления результатов измерений

Последовательность действий по внесению информации в базу данных после проведения заездов следующая:

а) программой GPSTviewer просмотреть все файлы заездов и определиться, какие заезды считать “прямыми”, какие “обратными”, определить последовательность внесения заездов в базу данных и их названия;

б) с помощью программы DataManager проверить, задана ли в файлах заездов точка привязки именно того региона, в котором проводились заезды. Если точка привязки задана неверно, задать ее, как описано ниже;

в) программой DataManager считать информацию из файлов заездов прямых и обратных направлений, сделать расчет траектории и занести полученную информацию в базу данных;

г) в программе СВПД расставить необходимое количество реперов для сшивки заездов прямого и обратного направлений, а также по всей длине заездов задать осевую линию, кромку или бровку как линейный репер;

д) программой SurveyMerger “сшить” заезды прямого и обратного направлений;

е) в программе СВПД оцифровать ось дороги во всех заездах и сделать пересчет объектов по осевой линии;

ж) после выполнения всех пунктов оператор программы СВПД может оцифровывать все интересующие пользователя объекты в “сшитых” заездах.

## 10.8 Требования безопасности при эксплуатации

10.8.1 При производстве работ по паспортизации автомобильных дорог с использованием передвижной лаборатории необходимо руководствоваться положениями СНиПРК 1.03-05 [30] и ПР РК 218-28 [24].

10.8.2 Перед началом работ специалисты, задействованные в измерениях, должны пройти инструктаж по охране труда и технике безопасности с соответствующими отметками в журнале по технике безопасности.

При проведении инструктажа по технике безопасности следует объяснять работникам требования и правила охраны природной среды в месте производства работ, согласно ПР РК 218-21 [26].

10.8.3 Работы по паспортизации автомобильных дорог проводят в светлое время суток.

10.8.4 Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

10.8.5 Автомобиль, используемый в качестве платформы для лабораторного комплекса, дополнительно оборудуется дорожными знаками или проблесковым маячком оранжевого света в соответствии с требованиями СТ РК 2607 [23].

Проблесковые маячки должны устанавливаться на крыше автомобиля, а подходящие предупреждающие знаки могут быть размещены на задней части автомобиля.

10.8.6 Эксплуатацию передвижной лаборатории следует осуществлять в соответствии с положениями СНиП РК 1.03-05 [30] и требованиями эксплуатационных документов изготовителя.

10.8.7 Во время обследования с целью обеспечения мер по безопасности движения в местах проведения работ на участке проведения работ до их начала устанавливают временные дорожные знаки, сигналы, ограждающие и направляющие устройства, а в необходимых случаях делают временную разметку проезжей части и устраивают объезд места проведения работ согласно СТ РК ГОСТ Р 12.4.026.

10.8.8 По окончании работ необходимо все оборудование и приборы привести в транспортное положение. Приборы должны быть отключены от источника питания. Дорожные знаки и ограждения необходимо убрать с места проведения обследований и надежно закрепить в кузове автомобиля.

10.8.9 Лица, ответственные за содержание передвижной лаборатории в исправном состоянии, обязаны обеспечивать проведение ее технического обслуживания и ремонта в соответствии с требованиями эксплуатационных документов изготовителя.

## **11 Организация и проведение работ по инструментальному обследованию транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог с использованием многофункционального диагностического передвижного лабораторного комплекса серии Dynatest**

### **11.1 Общие требования**

Диагностика и оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог включает: визуальное и инструментальное обследование состояния автомобильных дорог и дорожных сооружений, обоснование и назначение ремонтных мероприятий, формирование и обновление базы данных о транспортно-эксплуатационном состоянии сети автомобильных дорог и дорожных сооружений.

### **11.2 Состав оборудования**

11.2.1 Состав оборудования лабораторного комплекса включает базовый автомобиль, оснащенный комплектом контрольно-измерительной аппаратуры (см. рисунок 11.1).

Состав оборудования лабораторного комплекса условно делится на несколько модулей: *система позиционирования, комплекс измерительного оборудования, модуль сбора информации, дополнительные измерительные приборы и вспомогательное оборудование.*

11.2.2 Система позиционирования предназначена для отслеживания сложных перемещений оборудования, возникающих в процессе движения базового автомобиля, которые необходимо учитывать для получения достоверных результатов измерений. Система позиционирования состоит из нескольких функционально независимых, но синхронизированных по времени устройств, получаемые данные которых достаточны для точного определения положения платформы базового автомобиля в любой момент времени и в любых координатах. При этом синхронизированная работа нескольких устройств позволяет получить результаты, превосходящие по точности данные каждого из них в отдельности.

В состав системы позиционирования входят:

а) импульсный датчик пройденного пути - устройство, позволяющее измерить расстояние, пройденное базовым автомобилем, с момента начала измерений. Датчик устанавливается на коробку переключения передач;

б) безплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) - специальное устройство на базе оптоволоконных датчиков угловых скоростей (гироскопов),

отслеживающее параметры перемещения центра масс базового автомобиля. БИНС устанавливается в салоне базового автомобиля;

в) датчики положения платформы - устройства, определяющие положение платформы базового автомобиля относительно поверхности дороги. Датчики устанавливаются по периметру платформы на выносных кронштейнах или поперечных балках;

г) приемник системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС)

- устройство, определяющее положение автомобиля в общемировой системе координат на основе сигналов от искусственных спутников Земли. Приемник устанавливается в модуле сбора информации, а его антенна выносится на крышу базового автомобиля для четкого приема спутниковых сигналов.

**11.2.3 Комплекс измерительного оборудования** передвижной многофункциональной лаборатории по диагностическому обследованию автомобильных дорог включает основное оборудование и дополнительные измерительные приборы:

а) установку динамического нагружения типа FWD (дефлектометр), предназначенную для определения модуля упругости дорожных конструкций;

б) высокоточную измерительную установку по определению коэффициента сцепления колеса с дорожным покрытием;

в) лазерный профилометр (RSP) для измерения профиля поверхности дорожных покрытий (ровности, глубины колеи, продольного и поперечного профиля дорожных покрытий и др);

г) лазерную систему определения дефектов покрытия, измерения и анализа трещин и др. дефектов повреждений дорожного покрытия (LCMS); Система автоматически обнаруживает и классифицирует трещины с помощью лазерного изображения в 3D формате;

д) цифровой оптический датчик (DMI), предназначенный для определения скорости движения и расстояния;

е) гироскоп - инерционный датчик движения (IMS), измеряющий продольные уклоны;

ж) встроенный GPS, определяющий георасположение, и, осуществляющий географическую привязку;

и) георадар - прибор, измеряющий характеристики среды с помощью радиоволн, предназначен для неразрушающего исследования толщин слоев дорожных конструкций. Результатом работы георадара в составе передвижного лабораторного комплекса является разработка продольного профиля по оси движения антенны прибора (радарограмма), отражающего характеристики материалов дорожной одежды и грунтов земляного полотна дороги. Георадар устанавливается на корпусе базового автомобиля с использованием специального кронштейна;

к) видеокамеры, предназначенные для записи потокового видеоизображения поверхности дороги, элементов обустройства, придорожной полосы и др. Видеокамеры, заключенные в пыле- и влагозащищенные боксы устанавливаются на крыше автомобиля или на корпусе, ближе к поверхности дороги (например, при подробной съемке состояния бортового камня). При необходимости направление съемки каждой камеры изменяется;

л) сканер - устройство для высокоскоростной записи координат множества точек, расположенных в поперечном сечении дороги (сканов). При проезде передвижной лаборатории и записи множества

последовательных сканов, соответствующих различным поперечным сечениям дороги, результатом измерений становится массив точек с

известными координатами, повторяющими реальный рельеф полосы отвода. При последующей камеральной обработке этот массив точек переводится в цифровую модель местности (ЦММ) для определения параметров

поперечных сечений проезжей части, обочин, откосов и пр. Сканер

устанавливается на крыше базового автомобиля с использованием специального кронштейна;

м) программное обеспечение для обнаружения, записи, хранения и обработки всех данных, полученных во время обследования в режиме реального времени. Программное обеспечение Dynatest Explorer позволяет просматривать и хранить большие объемы данных, полученных с разного оборудования в разные промежутки времени на одном экране, создавая, таким образом, общую картину состояния дорожного покрытия, как функционального(поверхности), так и структурного.

**11.2.4 Модуль сбора информации** выполняет сбор, предварительную обработку и запись информации, получаемой от элементов системы позиционирования и измерительного оборудования.

Модуль представляет собой специализированный компьютер с установленным необходимым программным обеспечением.

## **11.3 Требования к средствам измерений**

11.3.1 Для проведения измерений при инструментальном обследовании транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог применяется многофункциональный передвижной лабораторный комплекс оборудования серии Dynatest, который конструктивно представляет собой автомобиль, оснащенный комплектом контрольно-измерительной аппаратуры (см. рисунок 11.1).

11.3.2 Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

11.3.3 Рекомендуемая скорость автомобиля при передвижении между точками измерений и пошаговые инструкции по использованию измерительного оборудования

лабораторного комплекса серии Dynatest, определяются руководством по эксплуатации изготовителя [30, 31, 32].

11.3.4 Компоненты лабораторного комплекса серии Dynatest требуют периодической калибровки для проведения измерений с высокой степенью точности.

11.3.5 Средства измерений, применяемые для инструментального обследования транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог должны быть внесены в реестр государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан в соответствии с СТ РК 2.21 [26], СТ РК 2.30 [27], поверены в соответствии с СТ РК 2.4 [28] и(или) аттестованы в соответствии с СТ РК 2.75 [29].

## **11.4 Порядок подготовки к проведению измерений**

Для корректной работы оборудования и программного обеспечения, а так же получения достоверных данных об исследуемом участке дороги необходимо соблюдать следующие обязательные требования:

- а) перед проведением измерений необходимо "прогреть" оборудование лаборатории не менее чем за 10 минут до начала заезда;
- б) начинать и заканчивать заезд необходимо при достижении скорости движения 20км/ч до начальной точки съёмки;
- в) останавливать запись заезда можно только спустя 10 секунд после полной остановки базового автомобиля;
- г) нежелательно во время проведения заезда движение автомобиля задним ходом;
- д) после выполнения всех видов полевых работ следует выполнить камеральные работы по обработке результатов для составления отчета;
- е) запись производится при скорости движения транспорта в пределах от 20 км/ч до 70 км/ч.

## **11.5 Требования безопасности при эксплуатации**

11.5.1 При производстве работ с использованием испытательного комплекса необходимо руководствоваться положениями СНиП РК 1.03-05 [30].

11.5.2 Перед началом работ специалисты, задействованные в измерениях, должны пройти инструктаж по охране труда и технике безопасности с соответствующими отметками в журнале по технике безопасности.

При проведении инструктажа по технике безопасности следует объяснять работникам требования и правила охраны природной среды в месте производства работ , согласно ПР РК 218-21 [26].

11.5.3 Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

11.5.4 Автомобиль, используемый в качестве платформы для лабораторного комплекса, дополнительно оборудуется дорожными знаками или проблесковым

маячком оранжевого света в соответствии с требованиями СТ РК 2607 [23]. Проблесковые маячки должны устанавливаться на крыше автомобиля, а подходящие предупреждающие знаки могут быть размещены на задней части автомобиля.

10.5.5 Эксплуатацию испытательного комплекса следует осуществлять в соответствии с положениями СНиП РК 1.03-05 [30] и требованиями эксплуатационных документов изготовителя.

10.5.6 Лица, ответственные за содержание установки в исправном состоянии, обязаны обеспечивать проведение ее технического обслуживания и ремонта в соответствии с требованиями эксплуатационных документов изготовителя установки.

## **12 Метод определения модуля упругости с применением установки динамического нагружения типа FWD (дефлектометра)**

### **12.1 Сущность метода**

Сущность метода заключается в определении величины модуля упругости и регистрации чаши прогиба на поверхности испытываемого слоя дорожной одежды по амплитудам деформации, полученным при ударном нагружении, передаваемом через круглый жесткий штамп дефлектометра.

### **12.2 Общие требования**

Определение модуля упругости нежестких дорожных одежд, включает: измерение динамического упругого прогиба, расчет чаши динамических прогибов, расчет модуля упругости.

### **12.3 Требования к условиям проведения измерений**

12.3.1 Определение модуля упругости дорожных одежд с применением дефлектометра рекомендуется выполнять в расчетный период года, согласно положений СТ РК 1377 [4]. Допускается модуль упругости определять в другие периоды года с учетом положений СТ РК 1293 (приложение А) [5] по приведению результатов измерений к расчетному периоду года.

12.3.2 Измерения упругих динамических прогибов дорожных одежд со слоями из материалов, содержащих битум, проводятся при температуре покрытия от 20°C до 50 °С. Измерения на слоях из несвязанных материалов проводятся при температуре не ниже 5 °С.

### **12.4 Требования к средствам измерений**

12.4.1 Для проведения измерений применяется дефлектометр, который конструктивно представляет собой одно-двухосную прицепную установку (2) и

буксирующий автомобиль(1), оснащенные комплектом контрольноизмерительной аппаратуры (см. рисунки 12.1, 12.2).

Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6]. Рекомендуемая скорость движения автомобиля при передвижении между точками измерений составляет не более 60 км/ч.

12.4.2 Принцип действия дефлектометра основан на измерении значений прогибов дорожной одежды при создании ударной динамической нагрузки, прикладываемой к покрытию мгновенно в виде падающего груза.

Нагрузка передается через жесткий штамп (5) на покрытие автомобильной дороги в результате сбрасывания с определенной высоты груза (10), скользящего по направляющим стойкам (13).

При проведении измерений на слоях нежесткой дорожной одежды нагрузка передается через круглый жесткий штамп диаметром от 300 до 340 мм.

Нагрузка, передаваемая через жесткий штамп, задается оператором и регулируется установкой автоматически путем изменения высоты падения груза, масса и размеры которого определены заводом-изготовителем установки. Величина нагрузки, прикладываемой к дорожному покрытию устанавливается в соответствии с СН РК 3.03-19 [33] и составляет 50 кН на одно колесо для группы А1 и 65 кН на одно колесо для группы Дг.

Длительность приложения нагрузки при воздействии установки на поверхность покрытия составляет от 10 до 30 мс.

Для предотвращения разрушения рабочих узлов дефлектометра в результате динамического удара нагрузка на жесткий штамп передается через амортизирующие элементы (8).

12.4.3 Результаты измерений передаются через блок первичной обработки информации (14) и главный электронный блок дефлектометра (15) на переносной компьютер (16) и информационный дисплей (17). Вертикальные перемещения рабочих узлов дефлектометра производятся с помощью гидросистемы (7), работа которой обеспечивается силовой установкой (4).

12.4.4 Перемещение дефлектометра между точками измерений производится буксирующим автомобилем (1).

12.4.5 Регистрация максимальных динамических прогибов дорожной одежды производится датчиками (2), расположенными на различном удалении от точки приложения нагрузки, осуществляемой механизмом ударного нагружения (1), показанном на рисунке 12.3.

12.4.6 Рекомендуемая скорость автомобиля при передвижении между точками измерений; максимальная нагрузка, прикладываемая к поверхности дорожной одежды; длительность приложения импульса нагружения при воздействии установки на поверхность дорожной одежды; расстояния для установки датчиков-измерителей прогибов от точки приложения нагрузки определяются руководством по эксплуатации изготовителя установки динамического нагружения.

12.4.7 При работе с дефлектометром соблюдают следующие основные требования:

а) нагрузка на поверхность дорожной одежды передается строго по осевой линии без эксцентричного смещения. Для этого контролируют крепление груза так, чтобы центр тяжести приходился на центр жесткого штампа;

б) электромагнит (9) должен обеспечивать фиксацию падающего груза (10) на любой высоте в пределах возможного перемещения груза по направляющим стойкам (13);

в) датчики измерения расстояний (19), температуры покрытия (6), нагрузки (12) и упругого прогиба (11) должны быть надежно закреплены;

г) точность показаний датчиков должна быть не менее:

- измерения расстояний  $\pm 1$  м;
- измерения температуры покрытия  $\pm 1$  °С;
- измерения нагрузки  $\pm 0,01$  кН;
- измерения упругих прогибов  $\pm 0,01$  мм;

д) силовая установка (4) должна обеспечивать полную работоспособность дефлектометра;

е) тормозное устройство (3) должно обеспечивать надежное удержание дефлектометра от продольных перемещений.

12.4.8 Средства измерений, применяемые для измерений модуля упругости нежестких дорожных одежд должны быть внесены в реестр государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан в соответствии с СТ РК 2.21 [26], СТ РК 2.30 [27], поверены в соответствии с СТ РК 2.4 [28], и(или) аттестованы в соответствии с СТ РК 2.75 [29].

## **12.5 Порядок подготовки к проведению измерений**

12.5.1 Перед началом измерений предварительно получают исходную информацию о дороге и дорожной одежде, выполняют визуальное обследование дорожного покрытия и намечают границы характерных участков дороги, в соответствии с требованиями СТ РК 1293 (пункт 6.2.3) [5].

12.5.2 Подготовка дефлектометра к работе заключается в проверке работоспособности всех узлов установки и подключении контрольноизмерительной аппаратуры.

12.5.3 В начальной точке измерений задается количество нагружений при каждом измерении и шаг дискретизации измерений, контролируемый датчиками измерения расстояний.

Примечание - Рекомендуемое количество нагружений в каждой точке измерений - трехкратное: предварительное - однократное без фиксации результатов, испытательное - двукратное с фиксированием результатов измерений. Количество проводимых измерений и шаг дискретизации измерений определяется в соответствии с СТ РК 1293 (пункт 6.2.4).

12.5.4 При проведении измерений следует начинать движение только убедившись в переводе дефлектометра в транспортное положение, позволяющее перемещать его для проведения следующего измерения упругого прогиба.

## **12.6 Порядок проведения измерений**

12.6.1 Оператор нажатием клавиш на компьютере дает сигнал о проведении динамического нагружения, при котором создается динамический ударный импульс (сила, создаваемая падающим грузом и прилагаемая к дорожному покрытию), в результате которого возникает упругий прогиб на поверхности дорожной одежды.

12.6.2 Датчики измерения упругих прогибов фиксируют их значения. Результаты замеров автоматически поступают в память компьютера вместе с данными о местонахождении точки производства измерений, величине приложенной нагрузки, температуре покрытия.

Примечание - При необходимости оператор может занести информацию о состоянии дорожного покрытия или земляного полотна в точке измерения.

12.6.3 После выполнения заданного количества нагружений дефлектометр переводят в транспортное положение. После этого на дисплее появляется сигнал о готовности к перемещению на следующую точку измерений.

12.6.4 В случае, если значения упругого прогиба дорожной одежды расходятся более чем на 20 %, требуется проведение повторных измерений в данной точке измерений.

12.6.5 Регистрация прогибов установками динамического нагружения на выбранном участке производится через равные отрезки пути в шахматном порядке по внешним полосам наката (на расстоянии от 1,0 до 1,5 м от кромки покрытия), как в прямом, так и в обратном направлении. Измерения производят равномерно - на одной, затем на второй полосе наката.

12.6.6 Минимальное заданное количество измерений для объективной оценки прочности дорожной одежды составляет не менее 20 измерений упругих прогибов на каждом характерном участке, но не менее 1 измерения на 1 км, согласно требованиям СТ РК 1293 (пункт 6.2.4) [5].

## **12.7 Порядок обработки и оформления результатов измерений**

12.7.1 Обработку результатов измерений производят в следующей последовательности:

-вычисляют средние значения результатов измерений (динамические прогибы, нагрузка, температура покрытия), сформированные компьютером дефлектометра в каждой точке;

-полученные средние значения прогибов корректируют, приводя к расчетной нагрузке для групп  $A_1$  (50 кН на одно колесо) и  $A_2$  (65 кН на одно колесо), в соответствии с СН РК 3.03-19 [33] (пункт 6.8).

12.7.2 Результаты измерений вычисляются с точностью до  $\pm 0,001$  мм и округляются до 0,01 мм.

12.7.3 Расчет модуля упругости дорожной одежды нежесткого типа производится в соответствии с СТ РК 1293 (Приложение А) [5].

12.7.4 Результаты измерений оформляют в виде протокола. В протокол вносятся следующие данные:

- дата проведения измерений;
- полное название автомобильной дороги (включая категорию по СНиП РК 3.03-09 [8] и статус автомобильной дороги по Закону Республики Казахстан [22]) с указанием адреса участка проведения измерений, полосы движения;
- тип использованного измерительного оборудования;
- значения фактической приложенной к плите нагрузки;
- значения измеренных динамических упругих прогибов;

- фактическое местоположение каждой точки измерения;
- значение температуры поверхности покрытия дорожных одежд для каждой точки измерения.

Примечание - Указанные данные являются обязательными для внесения в протокол. Допускается дополнять протокол другими данными в соответствии с требованиями заказчика или условиями проведения работ.

## **12.8 Требования безопасности при эксплуатации**

12.8.1 При производстве работ с использованием дефлектометра необходимо руководствоваться положениями СНиП РК 1.03-05 [11]. Перед началом работ специалисты, задействованные в измерениях, должны пройти инструктаж по охране труда и технике безопасности с соответствующими отметками в журнале по технике безопасности.

12.8.2 При проведении инструктажа по технике безопасности следует объяснять работникам требования и правила охраны природной среды в месте производства работ , согласно ПР РК 218-21 [23].

12.8.3 Буксирующий автомобиль дополнительно оборудуется дорожными знаками или проблесковым маячком оранжевого света в соответствии с требованиями СТ РК 2607 [12].

12.8.4 Эксплуатацию дефлектометра следует осуществлять в соответствии с положениями СНиП РК 1.03-05 [11] и требованиями эксплуатационных документов изготовителя установки динамического нагружения.

12.8.5 Лица, ответственные за содержание установки в исправном состоянии, обязаны обеспечивать проведение ее технического обслуживания и ремонта в соответствии с требованиями эксплуатационных документов изготовителя установки.

## **13 Метод определения коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием установкой GripTester 13.1 Сущность метода**

Сущность метода заключается в определении величины коэффициента сцепления с дорожным покрытием при торможении колеса.

### **13.2 Общие требования**

12.2.1 Высокоточная измерительная установка GripTester на базе трехколесного прицепа служит для измерения коэффициента сцепления с дорожным покрытием при торможении колеса с использованием принципа постоянного скольжения.

12.2.2 Сцепные качества и шероховатость дорожных покрытий характеризуются коэффициентом сцепления колес автомобиля с покрытием, который определяется

отношением требуемого коэффициента сцепления колеса с покрытием по условиям безопасности к фактическому.

### **13.3 Требования к условиям проведения измерений**

12.3.1 Сцепные качества покрытия оцениваются коэффициентом продольного сцепления, измеренным на увлажненном покрытии при расчетной температуре воздуха 20 0 С.

12.3.2 Увлажнение дорожного покрытия осуществляется с помощью автономной системы искусственного увлажнения, смонтированной на автомобиле.

12.3.3 Не допускается производить измерения сцепных качеств дорожного покрытия во время дождя, а также в течение 2-3 часов после него.

### **13.4 Требования к средствам измерений**

13.4.1 GripTester имеет простую блочную конструкцию, позволяющую легко производить замену поврежденных или изношенных деталей и элементов. GripTester представляет собой трехколесный прицеп, оснащенный высокоточными приборами и оборудованием, предназначенными для измерения коэффициента сцепления колеса с дорожным покрытием, который крепится к буксирующему транспортному средству. Схема устройства GripTester приведена на рисунках 13.1, 13.2.

13.4.2 Измерительное колесо с мягкой шиной монтируется на оси, оснащенной приборами для измерения вертикальной нагружающей силы и горизонтальной силы торможения. На основании результатов измерений автоматически выполняется расчет динамического трения, а полученные сведения передаются в компьютер сбора данных. Компьютер также рассчитывает и сохраняет скорость каждого сеанса измерений.

13.4.3 Результаты измерений передаются в компьютер сбора данных, который располагается в кабине буксирующего транспортного средства. Компьютер сбора данных представляет собой электронное устройство на базе переносного персонального компьютера.

13.4.4 Большая часть массы измерителя распределяется на два транспортных колеса, оснащенных шинами с протекторным рисунком, смонтированными на цельной ведущей оси из нержавеющей стали.

13.4.5 На ведущей оси установлена цепная шестерня с 27 зубьями; на цапфе измерительного колеса установлена цепная шестерня с 32 зубьями. Ось и цапфа соединяются между собой посредством приводной цепи. Такая система передачи позволяет осуществлять постоянное торможение измерительного колеса, в результате чего оно скользит по поверхности.

13.4.6 Скольжение измерительного колеса, а также масса измерителя вызывают кратковременные изгибающие движения в цапфе, которые фиксируются

тензометрическими датчиками, установленными на вертикальной и горизонтальной поверхностях.

13.4.7 Сигналы от тензометрических датчиков обрабатываются блоком обработки сигналов и передаются в компьютер сбора данных. В блок обработки сигналов (БОС) также поступают сигналы от бесконтактного датчика зазора, приводимого в действие закрепленным на ведущей оси зубчатым колесом с 20 зубьями квадратного сечения. Это позволяет рассчитывать расстояние и, следовательно, скорость.



## 13.5 Порядок подготовки к проведению измерений

13.5.1 Перед началом измерений получают исходную информацию о дороге, в т.ч. информация о дорожно-транспортных происшествиях за последние 3-5 лет. Анализируют полученные данные, намечают наиболее неблагоприятные, с точки зрения безопасности движения, участки дорог в различные сезоны года, оценивают степень их опасности.

13.5.2 Перед началом измерений следует проводить:

- предэксплуатационную проверку основных элементов и параметров (проводится каждый раз перед проведением измерений), когда проверяют: заряд батареи, свободное вращение колес и системы привода, правильное

расположение элементов, надлежащее натяжение и смазку цепи, состояние шин, состояние подвески;

-быструю калибровку (настройку измерительной системы). Если показания значения вертикальной нагрузки отличается от указанных в руководстве по эксплуатации (на дисплее должно отобразиться значение  $0000 \pm 0010$ ), то проводится повторная быстрая калибровка;

-если показания повторной быстрой калибровки все равно выходят за пределы указанных значений, то требуется проведение полной калибровки. Порядок проведения калибровки приводится в руководстве по эксплуатации и техническому обслуживанию данного измерительного устройства.

12.5.3 После эксплуатации в условиях повышенной загрязненности необходимо:

-устройство GripTester промыть, уделяя особое внимание ходовой части, не допускается использование шлангов высокого давления;

-как можно скорее обработать загрязненные участки соляным раствором и антиобледенителями;

-очистить от грязи шину измерительного колеса, чтобы исключить влияние отложений грязи на качество измерений;

-приводную цепь необходимо смазать маслом, не допуская попадания масла на шины колес;

-по возможности измерительное устройство GripTester следует оставить подключенным к зарядному устройству, которое автоматически отключится при полной подзарядке;

-компьютер сбора данных (КСД) также необходимо полностью зарядить, а затем отключить от зарядного устройства, чтобы не повредить срок службы батареи;

-измерительную установку GripTester предпочтительно хранить в вертикальном положении с демонтированным дышлом прицепа, что упрощает процедуру удаления загрязнений и осмотра рабочих элементов.

13.5.4 Согласно руководству по эксплуатации и техническому обслуживанию следует проводить:

-плановое техническое обслуживание (предэксплуатационная проверка, ежемесячное и годовое техническое обслуживание, калибровка); -диагностику измерительного устройства;

-проверку ходовой части (колеса, приводная цепь, цепные шестерни, подшипники, зубчатое колесо, ведущая ось);

-проверку системы подвески (узлы пневматической подвески- антивибрационные опоры);

-проверку электронных приспособлений (бесконтактный датчик зазора, блок обработки сигналов, цапфа измерительного колеса, аккумуляторная батарея);

-проверку неподвижных механических частей (кузов, прицеп, ходовая часть, система буксировки, система подачи воды, состояние индикатора силикагелевой капсулы, указывающего на наличие влажности в блоке обработки сигналов);

-проверку наружных систем водоснабжения;

-проверку и калибровку устройства (общая проверка, калибровка шинного манометра);

-проверка затяжки болтов и гаек.

13.5.5 Соблюдение графика технического осмотра и ремонта, обеспечит бесперебойную работу измерительной установки в течение длительного времени.

## **13.6 Порядок проведения измерений**

13.6.1 При оценке сцепных свойств дорожных покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения.

Сплошные измерения выполняют при обследовании участков дорог протяженностью менее 1 км, выборочные - более 1 км.

Выборочные измерения выполняют при обследовании участков концентрации ДТП.

13.6.2 При комплексном обследовании (диагностике) дорог сцепные качества рекомендуется определять только в местах концентрации ДТП. Основой оценки сцепных качеств покрытий дорог являются закономерности, отражающие зависимость величины, характера и степени изменения коэффициента сцепления от шероховатости и твердости покрытия, погодноклиматических условий, параметров транспортного потока (скорости, интенсивности и состава движения).

13.6.3 Коэффициент продольного сцепления измеряют на увлажненном покрытии при расчетной температуре воздуха 20 0 С. Увлажнение дорожного покрытия осуществляется с помощью автономной системы искусственного увлажнения, смонтированной на автомобиле.

13.6.4 Оператор нажатием клавиш на компьютере дает сигнал о проведении измерений.

13.6.5 Датчики измерения фиксируют полученные значения. Результаты замеров автоматически поступают в память компьютера вместе с данными о местонахождении точки производства измерений, температуре воздуха.

13.6.6 После выполнения измерений измерительное устройство GripTester переводят в транспортное положение. После этого на дисплее появляется сигнал о готовности к перемещению на следующую точку измерений.

13.6.7 Для получения устойчивых значений коэффициента сцепления на любых типах покрытий достаточно произвести от трех до пяти измерений.

13.6.8 Результаты измерений передаются в компьютер сбора данных, который располагается в кабине буксирующего транспортного средства. Компьютер сбора данных представляет собой электронное устройство на базе переносного персонального компьютера.

## **13.7 Порядок обработки и оформления результатов измерений**

13.7.1 Состояние дорожных покрытий по сцепным качествам оценивают путем сравнения фактической величины коэффициента продольного сцепления с его предельно допустимой величиной.

Дорожное покрытие удовлетворяет требованиям эксплуатации, если фактическая величина коэффициента сцепления больше предельно допустимой величины или равна ей.

13.7.2 Допускаемые значения коэффициентов сцепления и шероховатости для дорожных покрытий для обеспечения безопасности дорожного движения, должны соответствовать требованиям нормативных документов СНиП РК 3.03-09 "

Автомобильные дороги" (п.8.4.19) [8], СТ РК 1279 "Методы определения шероховатости дорожного покрытия и коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием" [9].

## **13.8 Требования безопасности при эксплуатации**

13.8.1 Во время буксировки измерительной установки GripTester на буксирующем транспортном средстве должен быть включен проблесковый маячок.

13.8.2 Запрещается поднимать измеритель самостоятельно. При подъеме измерителя нагрузка должна приходиться на мышцы ног, а не спины.

13.8.3 Когда измеритель во время его технического осмотра или обслуживания находится в перевернутом положении, а элементы ходовой части при этом вращаются, необходимо проявлять крайнюю осторожность, чтобы не касаться приводной цепи и цепных шестерен во избежание травм.

13.8.4 Во время движения задним ходом на транспортном средстве, буксирующем прицеп с измерителем, необходимо проявлять особую осторожность, чтобы исключить повреждение последнего.

13.8.5 Во время буксировки прицепа следует избегать наезда измерительным колесом на бордюры или крупные предметы.

13.8.6 При демонтаже измерителя с прицепа его необходимо опускать на землю с крайней осторожностью.

## **14 Метод определения профиля поверхности дорожного покрытия испытательным комплексом (RSP) 14.1 Сущность метода**

Сущность метода заключается в непрерывном измерении, при высокой скорости движения широкого спектра данных о профиле поверхности дорожного покрытия с использованием испытательного комплекса (RSP).

### **14.2 Общие требования**

14.2.1 Измерения профиля поверхности дорожного покрытия испытательным комплексом (RSP) включают измерение параметров, которые вычисляются в режиме реального времени и представляются в отчете в виде усредненных значений за установленный пользователем интервал расстояния (длина измеряемого участка).

#### *14.2.2 Изменяемые параметры*

14.2.2.1 *Продольный профиль, IRI.* Вертикальные измерения продольного профиля получают с помощью акселерометра, который отслеживает движения корпуса автомобиля, и лазерного датчика, измеряющего перемещение корпуса автомобиля относительно дорожного покрытия. Вертикальные измерения профиля поверхности

дорожного полотна получают путем суммирования движений корпуса транспортного средства и соответствующих перемещений: корпус автомобиля - дорожное полотно. Измерять профиль можно как на одной, так и на двух полосах наката.

Международный индекс ровности IRI вычисляется в соответствии с процедурами и спецификациями, изложенными в [34].

14.2.2.2 *Поперечный профиль (колейность)*. При наличии минимум пяти лазерных датчиков, может быть измерен поперечный профиль полосы дороги и показатель отдельной колеи для каждой полосы наката. Добавив еще два, четыре, шесть или более лазеров (максимум 21), можно определять более мелкие детали профиля и, таким образом, выявлять колею с более высокой степенью точности.

14.2.2.3 *Высокоточное обнаружение колеи*. При помощи дополнительных электронных устройств, лазерных средств и фотоаппаратуры, установленных на задней части автомобиля, можно определить колею путем непрерывного сканирования поперечных профилей.

14.2.2.4 *Текстура покрытия*. Тип обоих или одного из лазерных датчиков на полосах наката может позволять измерять глубину шероховатости дорожного покрытия с меньшим размером пятна и более высокой частотой замера. Выдаваемые макротекстурные статистические данные вычисляются непрерывно и могут сообщаться каждые 100 мм.

14.2.2.5 Параметры шероховатости *покрытия* измеряются в соответствии со стандартами [35, 36].

14.2.2.6 *Поперечный уклон, угол наклона и радиус кривизны*. При использовании датчика инерционного движения (IMS), возможно получение данных о поперечном уклоне, угле наклона и кривизне трассы. IMS представляет собой саморегулирующийся трехкомпонентный полупроводниковый гироблок, управляемый микропроцессором.

14.2.2.7 *Скорость транспортного средства*. RSP может регистрировать скорость транспортного средства в процессе сбора данных, обеспечивает и контролирует требуемое качество выполнения работ, а также необходимо для решения определенных задач по диагностике и устранению неисправностей.

14.2.2.8 *Вертикальное смещение*. RSP позволяет обнаружить вертикальное смещение плит бетонных покрытий. Программа для проведения полевых работ RSP, обеспечивая достаточную эксплуатационную гибкость, позволяет пользователю указать или изменить характеристики смещения.

14.2.2.9 *Пометки*. Комментарии или примечания могут быть введены вручную или выбраны из подготовленных списков, хранящихся в файлах. Запрограммированная функциональная клавиша сохраняет текст и вводит его в список.

14.2.2.10 *Спутниковая система навигации*. Данные GPS-координат могут быть получены и сохранены с помощью дополнительного GPS-приемника.

14.2.2.11 Испытательный комплекс RSP Dynatest имеет функцию "StopandGo", которая позволяет рассчитывать IRI в транспортном потоке и на перекрестках.

14.2.2.12 *Изображения.* Статические изображения могут сохраняться на заданных пользователем интервалах с помощью дополнительной, совместимой с Windows фотокамерой.

### **14.3 Требования к условиям проведения измерений**

14.3.1 Измерение ровности в зимний период (при температуре воздуха ниже 0°C), а также в период выпадения дождя и на влажном покрытии не допускается.

14.3.2 Максимальная температура окружающей среды для блока обработки данных (DPU) и персонального компьютера (ПК), расположенных в салоне автомобиля, составляет 40°C, при нахождении автомобиля в тени.

Необходимо избегать попадания прямых солнечных лучей на указанные устройства

14.3.3 ПК и блок обработки данных (DPU) не должны эксплуатироваться при температурах ниже 5°C .

14.3.4 Диапазон температур хранения устройств ПК и блока обработки данных (DPU) составляет от -40°C до +65°C.

14.3.5 Не рекомендуется ограничивать работу системы охлаждения и вентилирования ПК и DPU.

14.3.6 Рекомендуется обеспечить в салоне автомобиля, оснащенного испытательным комплексом RSP, кондиционирование воздуха. Транспортные средства рекомендуется обеспечить кондиционерами воздуха для поддержания салона автомобиля в прохладном состоянии и для предотвращения попадания пыли через окна . Белая крыша, тонированное стекло и(или) шторки могут снизить тепловую нагрузку от солнца.

14.3.7 Не рекомендуется подвергать ПК и DPU резким перепадам температур, т.к. влажность негативно сказывается на состоянии электронных компонентов, что влечет за собой перепады напряжений на схемных платах и т.д.

14.3.8 Калибровка лазерных датчиков должна производиться только в том месте, где солнечный свет не попадает на лазерный луч - т.е. внутри помещения, если это возможно; в противном случае - в тени или при облачной погоде.

14.3.9 Калибровку не стоит проводить в условиях ветреной погоды.

### **14.4 Требования к средствам измерений**

14.4.1 Для проведения измерений профиля поверхности дорожного покрытия, применяется испытательный комплекс (RSP), легко монтирующийся и

демонтирующийся на автомобиль, используемый в качестве платформы для лабораторного комплекса (см. рисунок 14.1 а, б).

14.4.2 *В качестве автомобиля* рекомендуется использование автомобиля- фургона или микроавтобуса, или автомобиля с кузовом "универсал" в качестве платформы для комплексов RSP. Не рекомендуется использование пассажирских автомобилей по причине ограниченного обзора лобового стекла, а также транспортных средств со сверхжесткой подвеской. Минимальная рекомендованная ширина автомобиля должна составлять 1,7 м. Автомобиль должен быть оснащен тягово-сцепным устройством повышенной прочности.

Измерения могут проводиться при высокой скорости движения автомобиля (до 110 км/ч). Требования к безопасности автомобиля по ТР ТС 018/2011 [6].

Автомобиль должен проходить техническое обслуживание в соответствии с рекомендациями производителя.

Необходимо регулярно проверять давление в шинах (для обеспечения минимальных отклонений в калибровке датчика пройденного расстояния DMI).

Все колеса (шины) автомобиля должны быть постоянно хорошо сбалансированы (ненадлежащая балансировка может повлиять на точность измерений).

Рекомендуется проверять уровень электролита (и, помимо этого, условия, в которых происходит подзарядка аккумулятора) электронной буферной батареи.

14.4.3 *Испытательный комплекс (RSP) состоит из следующих основных компонентов:*

а) *измеритель профиля* (штанга с размещенным на ней по всей длине оборудованием):

- лазерные датчики для вертикальных измерений (также дополнительно для оценки текстуры дорожного покрытия);

- лазерные датчики и электронные устройства для измерения поперечного профиля дорожного покрытия (в т.ч. колеи);

- акселерометры;

- датчик инерционного движения;

- датчик автоматического запуска фотокамеры;

- модуль первичного доступа;

- модуль доступа второго уровня (один, если RSP оснащен пятью лазерами, два - если используется тринадцать лазеров);

- блок питания;

б) *открылки с угловыми лазерами* для RSP, оснащенного пятью или более лазерами;

в) *электронный блок обработки данных (DPU)*, содержащий одну, две или три системные платы профилографа (PSB) для максимум, 5, 13, 21 лазерного датчика соответственно, и один одноплатный компьютер;

г) *датчик пройденного расстояния (DMI)*, закрепленный на колесе;

д) *устройство GPS*,

е) *фотокамера*,

ж) *персональный компьютер*, совместимый с операционной системой ЮМ, и бортовым процессором обработки данных (обычно ноутбук или настольный ПК, имеющий Ethernet-соединение).

14.4.4 *Дополнительное оборудование* включает: блок GPS-навигации, установленную с испытательным комплексом RSP цифровую камеру (ROW) для получения цифровых изображений с покрытия дороги, специальное оборудование для автоматического высокоскоростного и высокоточного обнаружения колеи (HDR), трещин (HDC), измерений параметров колеи и текстуры покрытия, высокоточную систему лазерного моделирования дорожных покрытий для получения изображений высокой точности (HDI) поперечных участков дорожного покрытия с целью увеличения обзорности небольших продольных и поперечных трещин.

14.4.5 *Основные компоненты испытательного КОМWieКса(RSP)*

14.4.5.1 *Измеритель профиля (штанга с датчиками профилографа)*

а) *Измеритель профиля* представляет собой поперечную балку (штангу) с размещенными на ней по всей длине лазерными датчиками, акселерометрами,

датчиком инерционного движения (IMS), датчиком автоматического запуска фотокамеры, блоком питания, модулем первичного доступа (доступа второго уровня) в случае необходимости. Функция штанги с датчиками заключается в обеспечении защиты различных компонентов, расположенных на ней, а также в создании ровной платформы для установки на ней лазеров. Штанга с датчиками, установленная на передней части автомобиля, показана на рисунке 14.2.

Штанга надежно крепится к передней части транспортного средства для исключения влияния на результаты измерений мелких частиц воды и грязи, находящихся на покрытии. Штанга с датчиками монтируется на переднюю часть автомобиля с помощью комплекта выполненных по индивидуальному заказу стальных кронштейнов. Кронштейны крепятся непосредственно к раме автомобиля. Высота штанги с датчиками регулируется таким образом, чтобы расстояние от поверхности дорожного покрытия составляло приблизительно 290 мм.

Штанга представляет собой алюминиевый бокс с примерными габаритами 20смх20см, стандартной длины 1,83 м (без выдвижных откилков).

Длина штанги может увеличиваться при помощи дополнительных выдвижных откилков, общей длиной выдвижения 0,25 м с каждой стороны.

Таким образом, общая длина штанги может достигать от 2,33 м до 2,55 м. С каждой стороны от выдвижных штанг имеется по ручке, которые помогают фиксировать штангу с датчиками в необходимой позиции. Выдвижные штанги позволяют корпусам лазера поворачиваться/перемещаться таким образом, что они могут устанавливаться в вертикальном положении с учетом гравитации. Перемещение выдвижных штанг также

облегчает калибровку лазеров. На каждом дополнительном открьлке размещены до 4 лазерных датчиков, один из которых может быть закреплен вертикально, а остальные, как правило, под углом. Это позволяет увеличивать ширину захвата измеряемого дорожного покрытия до 0,3-0,4 м с каждой стороны. С каждого конца верхней части штанги имеются крышки доступа, обеспечивающие доступ к двум акселерометрам полосы наката. Таким образом, общая ширина измерения дорожного покрытия составляет от 2,9 м до 3,2 м при наличии установленных дополнительных открьлков на штанге измерителя профиля.

б) *Лазерные датчики* предназначены для измерения высоты подъема штанги над поверхностью дорожного покрытия в различных точках поперек полосы дороги. Эта информация используется для получения объективных данных относительно неровности дорожного покрытия и для количественной оценки колейности на поверхности дороги. Штанга измерителя профиля размещает на себе до 21 лазерного датчика. Лазерные датчики регулируются по ширине 1,5-2,0 м с помощью телескопических держателей.

в) *Акселерометры*. Задачей акселерометров, установленных на RSP, является отслеживание вертикального перемещения лазеров в пространстве. На RSP может быть установлено до 3-х акселерометров - два из них располагаются по полосам наката, а третий - по центру штанги. Акселерометры крепятся к верхней части лазеров с помощью магнитного основания и легко снимаются для проведения калибровки. Центральный акселерометр чаще всего не используется, так как вертикальное перемещение по центру может быть установлено посредством двух акселерометров, расположенных по полосам наката;

г) *Датчик инерционного движения (IMS)* является дополнительным компонентом RSP, который используется для сбора и извлечения геометрических данных участков дорожного покрытия. Эти данные включают радиусы кривых в плане трассы, радиусы выпуклых и вогнутых кривых, расстояние видимости проезжей части дороги, наличие виражей, переходных кривых. В качестве датчика инерционного движения (IMS) используется трехкомпонентный прочный гироскоп с трехосевым акселерометром и магнитометром для привязки к системе земных координат. Крен штанги профилографа, совместно с данными лазерных датчиков измеряющих поперечный профиль, используются для расчета поперечного уклона дорожного покрытия в режиме реального времени.

д) *Датчик автоматического запуска фотокамеры* может быть дополнительно установлен на штанге с датчиками для гарантии того, чтобы при многочисленных проездах по обследуемому участку сбор данных начинался в одной точке, а также для проведения калибровки "на ходу" (определение начала и конца). Программа сбора полевых данных может быть активирована для начала сбора данных входящим сигналом из этого датчика. Датчик автоматического запуска фотокамеры особенно

полезен для проверки результатов, требующих повторных проездов по одному и тому же участку. Первичная статистика и вторичная систематическая погрешность данных могут использоваться для проверки надлежащей работы оборудования. Фотодатчик проецирует инфракрасный модулированный световой сигнал на дорожное покрытие и измеряет поток отраженного инфракрасного излучения. Он отправляет обратный сигнал системе RSP, когда величина отраженного сигнала превышает определенный порог. Значение этого порога задается пользователем. Так как датчик задействует инфракрасный модулированный свет, он может использоваться в любых условиях освещенности, в том числе в ясные солнечные дни. Стандартное место установки фотодатчика на "внутренней" стороне лазерного датчика полосы наката. Автоматический запуск фотокамеры может быть произведен с помощью боковых датчиков бокового обзора.

е) *Модуль первичного доступа (PCM)* расположен внутри штанги измерителя профиля и представляет собой монтажную плату, собирающую сигналы от различных устройств, расположенных на штанге с датчиками. Модуль первичного доступа отправляет все цифровые сигналы по стандартному кабелю передачи данных на системную плату профилографа PSB, которая находится в корпусе DPU в салоне автомобиля. PCM также выполняет конвертацию аналоговых сигналов акселерометров в цифровой формат, а также снабжает электроэнергией акселерометры, фотодиоды и IMS.

ж) *Блок питания* датчиков располагается внутри штанги с датчиками и обладает мощностью 24 вольта, достаточной для питания лазерных датчиков.

14.4.5.2 *Открылки с угловыми лазерами.* На дополнительных выдвижных открылках расположены угловые лазерные датчики (см. рисунок 14.3).

Один и более лазеров располагаются с каждого конца штанги с датчиками. Лазеры располагаются под максимальным углом 45 градусов относительно вертикальной оси штанги. Обычно они увеличивают рабочую ширину захвата измерителя профиля до 2,9 - 3,2 метра.

14.4.5.3 *Электронный блок обработки данных* включает корпус DPU, встроенный процессор, системную плату измерителя профиля (PSB).

*Корпус DPU* представляет собой контейнер для встроенного процессора и системных плат профилографа. Корпус имеет внутренний источник электропитания от автомобиля, к нему подключены плата встроенного процессора и платы PSB.

*Системная плата измерителя профиля (PSB)* является самым важным компонентом комплекса RSP, обеспечивающим сбор всей информации о профиле дорожного покрытия и выполняет функции обработки данных на одной или более компьютерных платах, которые свободно устанавливаются на одном компьютере. Эта плата использует чипы DSP параллельной обработкой данных для расчета в режиме реального времени значений качества сигнала, инерционных профилей, макротекстуры и т.д., а также занимается обработкой данных датчика пройденного расстояния.

*Встроенный процессорный блок (EPU)* собирает данные с плат PSB и рассчитывает показатели колеяности, вертикального смещения и т.д. Встроенный процессор отвечает за создание файла выходных данных, а также за информационное взаимодействие с компьютером через Etliemet-соединение.

14.4.5.4 *Датчик пройденного расстояния (DMI)*, достоверно измеряет расстояние и передает эту информацию на системные платы профилографа PSB по стандартному телефонному кабелю, который подключается напрямую к PSB. Датчик пройденного расстояния обычно крепится на одно из колес автомобиля, как показано на рисунке 14.4 (а, б). Датчик пройденного расстояния производит 2000 отсчетов за один оборот колеса автомобиля. Допускаемая погрешность по дальности равна  $\pm 1$  мм.

14.4.5.5 *Персональный компьютер.* В комплексе RSP задействован ВМ-РС совместимый портативный компьютер для сбора и хранения всех данных измерений. Одноплатный компьютер со вспомогательными электронными устройствами "Встроенный процессорный блок" (EPU) размещается в алюминиевом кожухе по центру штанги. Ethernet-кабель соединяет EPU и стандартный портативный компьютер с операционной системой Microsoft Windows.

Полевой компьютер RSP должен рассматриваться как неотъемлемая составная часть оборудования по сбору данных.

Полевой компьютер не должен использоваться в каких-либо других целях.

Рекомендуется, чтобы компьютер для оборудования был поставлен и настроен поставщиком оборудования. Вся информация должна быть предоставлена пользователю в связи с тем, что возникнет необходимость произвести повторную конфигурацию или замену ПК. Процесс конфигурации компьютера состоит из: проверки соответствия техническим требованиям, установки пакета программ,

создания сетевого подключения между ПК и DPU/EPU, запуска программы для настройки первоначальных параметров.

14.4.5.6 Программное обеспечение. Испытательные комплексы поставляются в комплекте с пакетами программного обеспечения для проведения полевых работ и последующей камеральной обработки данных:

а) программа для проведения полевых работ. Программа для проведения полевых работ переносит все необходимые параметры конфигурации в электронные устройства при запуске. Она получает все обработанные данные с электронных устройств, отображает их на экране ПК и сохраняет данные на жестком диске компьютера. Программа для проведения Полевых Работ на базе Windows предназначена для контроля проведения испытаний и операций по калибровке с клавиатуры ПК.

Программа полевых работ позволяет оператору вводить рабочие параметры и другую информацию, такую как: начальная точка исследуемого участка дороги, увеличение или уменьшение количества точек измерений во время проведения исследования, отчетный интервал IRI, отчетный интервал колеиности, длина фильтра продольного профиля, отчетный интервал поперечного профиля, названия файла данных и т.д.

Для значений IRI можно выбрать интервал в пределах от 0,3 м до 1,6 км.

Отчетный интервал колеиности может быть выбран независимо, вплоть до 0,10 м.

Длина фильтра профиля задается пользователем и может составлять от 10 до 199 метров.

Стандартные файлы выходных данных, созданные программным обеспечением для сбора данных, полученных во время проведения полевых работ, легко импортируются в широко используемые компьютерные программы для работы с электронными таблицами;

б) программа для камеральной обработки данных. Программное обеспечение на базе Windows для камеральной обработки данных предусмотрено для создания отчетов, обобщения, графического отображения и архивирования всех данных, полученных с помощью RSP. Dynatest Explorer (DE) - программа на основе базы данных SQL, объединяющая три функции - импорт, графическое изображение и экспорт данных.

Функция импорта используется для импортирования данных из формата RSP в файл базы данных Microsoft Access. Этот файл совместим с программным обеспечением Dynatest для осуществления контроля за состоянием дорожного покрытия, что позволяет перенести данные RSP в

PMS в режиме автоматической работы. Функция импорта может также использоваться для работы на уровне проекта, при которой для каждого проекта автодороги создается отдельная база данных.

*Функция графического изображения* прочитывает файлы базы данных, созданных с помощью функции импорта, и воспроизводит графическое изображение всех данных,

собранных RSP. Функция графического изображения производит комбинацию столбчатой или линейной диаграммы, на основании которой интересующие параметры отображаются графически на множестве осей ординат, в то время, как расстояние отображается на оси абсцисс.

*Функция экспорта* может, например, вычислить необходимый объем материала для "заделки неровностей" дорожного покрытия, основываясь на данных продольного и поперечного профилей. Выходные данные представляются в виде простых файлов;

в) в качестве антивирусной программы в состав программного обеспечения представлен для использования антивирусный пакет ПО Microsoft Security Essentials;

г) *резервное копирование*. Для того, чтобы сохранить результаты выполненной работы в случае повреждения компьютера, необходимо регулярно проводить резервное копирование ряда файлов.

14.4.6 *Дополнительное оборудование испытательного комплекса (RSP)*. Со всеми моделями RSP может использоваться следующее дополнительное оборудование.

14.4.6.1 *Спутниковая система навигации*. Линейные измерения привязаны к глобальной системе позиционирования (GPS). Данные GPS-координат могут быть получены и сохранены с помощью дополнительного GPS-приемника.

Максимальная скорость передачи данных - 10 Гц. Имеется возможность хранения дополнительных GPS и цифровых геофизических данных вместе с результатами измерений.

14.4.6.2 *Фотокамера*. Цифровая камера, расположенная на лобовом стекле автомобиля, установленная с испытательным комплексом RSP предназначена для получения цифровых изображений с покрытия дороги. Совместимая с Windows камера может быть подключена к компьютеру. Статические изображения могут сохраняться на заданных пользователем интервалах с помощью дополнительной, совместимой с Windows фотокамерой. Система камеры должна соответствовать системе Windows Direct X (совместимый драйвер WDM). Может применяться большинство Firewire- и Web-камер.

## **14.5 Порядок подготовки к проведению измерений**

14.5.1 Перед началом измерений получают исходную информацию о дороге, анализируют и уточняют техническую информацию об исследуемом участке.

14.5.2 Перед началом производства работ необходимо учесть все рекомендации по выбору транспортного средства, инструкции по установке комплекса и подготовке автомобиля, согласно руководству по эксплуатации изготовителя установки.

14.5.3 Соблюдение графика технического осмотра и ремонта, обеспечит бесперебойную работу испытательного комплекса в течение длительного времени:

а) техническое обслуживание автомобиля. Автомобиль должен проходить техническое обслуживание в соответствии с рекомендациями производителя. Перед каждым сеансом сбора данных оператор должен выполнять следующие подготовительные процедуры:

- проверить давление в шинах и отрегулировать его в соответствии с техническими требованиями производителя;

- проверить состояние шины (баланс, соответствие форме окружности);

- проверить датчик пройденного расстояния на перемещение. Если датчик плохо закреплен, нужно затянуть центральный винт. Если не удастся устранить подвижность датчика, необходимо снять его со ступицы колеса автомобиля и проверить крепежные элементы на износ или повреждение. Подвижность датчика пройденного расстояния может отрицательно повлиять на точность данных профиля и ровности дорожного покрытия;

- осмотреть линзы лазерных датчиков на наличие грязи, влажности или повреждения. Очистить их, если необходимо;

- убедиться, что лазерные датчики отключены от питания во время осмотра или их очистки;

- убедиться, что все компьютеры подключены к соответствующим источникам питания;

- проверить, что ПК подключен к DPU через Ethernet-кабель;

- проверить, что кабель датчика пройденного расстояния подключен к блоку DPU;

- проверить, что кабель электропитания подключен к блоку DPU;

б) техническое обслуживание RSP. Помимо транспортного средства, единственными движущимися (изнашиваемыми) частями диагностической системы RSP являются вентилятор и датчик пройденного расстояния. В связи с этим необходимость в техническом обслуживании системы RSP незначительна, при условии, что комплекс хранится и эксплуатируется бережно. На постоянной основе техническое обслуживание обычно ограничивается чисткой защитных стекол лазерного датчиков перемещения, сопровождающейся возможным тарированием всех датчиков. Кроме того, автомобиль должен, обязательно, проходить техническое обслуживание, рекомендованное руководством по эксплуатации изготовителя.

14.5.4 Предэксплуатационная подготовка системы RSP. Перед началом измерений следует проводить предэксплуатационную проверку основных элементов и параметров диагностического комплекса (проводится каждый раз перед проведением измерений).

14.5.4.1 Перед началом производства работ необходимо проверить следующие параметры:

а) убедиться, что штанга с датчиками для измерения колеи находится в ровном горизонтальном положении, все болты и пр. в механических аппаратных средствах, соединяющие блок преобразователя луча и переднюю часть автомобиля, затянуты. Для

этого автомобиль нужно припарковать на ровной горизонтальной поверхности, такой, как, например, бетонный пол, и, при загрузке как в момент проведения испытания, включая водителя и, возможно, пассажиров, проверить, чтобы вертикальный зазор между нижней частью блока преобразователя луча и поверхностью (пола) был приближен к 290 мм. Если этот зазор составляет более 310 мм или менее 270 мм, нужно ослабить крепеж и переместить штангу. После этого вновь закрепить штангу, закрутив гайки;

б) проверить, тщательно ли закручены все болты на нижней части блока преобразователя луча, которые фиксируют модули лазерных датчиков, другие модули и защитные крышки;

в) проверить и очистить, если необходимо, защитные стекла модуля лазерных датчиков. Желательно использование предварительно увлажненной ткани для очистки линз или очищающие салфетки. Если их нет, можно использовать сначала влажную, а затем сухую мягкую ткань для очистки;

г) при использовании датчика пройденного расстояния, требуется проверить механический адаптер, соединяющий блок датчика с колесом автомобиля, на жесткость крепления. Если крепление ослаблено - затянуть снова. Датчик пройденного расстояния не должен передвигаться вдоль оси адаптера. Гибкий рычаг датчика пройденного расстояния нужно отсоединить от места его присоединения к автомобильному шасси и удостовериться, что датчик может свободно вращаться (т.е. не натягивая кабель при движении автомобиля);

д) перед началом работ нужно проверьте все кабели и соединения.

#### 14.5.4.2 Предэксплуатационная настройка ПК

Экран сбора данных в режиме ожидания используется для проверки статуса всех систем до запуска процесса сбора данных. Если автомобиль находится в движении, могут быть произведены следующие проверки:

а) значения пикетажа должны увеличиваться или уменьшаться;

б) скорость должна отражать текущую скорость;

в) блоки активных акселерометров должны выделяться зеленым цветом;

г) блоки активных лазеров должны выделяться зеленым цветом;

д) продольный профиль, поперечный профиль, угловая скорость, искусственный горизонт должны постоянно отражаться графически и обновляться;

е) поля IRI, RideNumber и Rut должны обновляться;

ж) координаты GPS должны отражать текущее местонахождение (если GPS-устройство используется);

и) данные IMS и HDR должны отражать приемлемые значения для данных условий (если датчики IMS и HDR используются);

к) когда скорость автомобиля (Speed) имеет статус “SafeSpeed” (Безопасная скорость), HDC или HDI должны (если используются) отображать снимки дорожного покрытия.

Если используется фотодетектор для запуска или остановки сбора данных, нужно проверить, работает ли датчик. Фотодатчик активируется с помощью отражающего материала, такого как алюминиевая лента или, если чувствительность настраивается соответствующим образом, отметками на дорожном полотне, сделанными белой краской, которые тоже активируют его.

14.5.5 *Калибровка компонентов RSP.* Компоненты испытательного комплекса RSP требуют периодической калибровки: датчик пройденного расстояния (DMI), акселерометры, лазерные датчики перемещения, датчик инерционного движения (IMS), система высокоточного обнаружения колеи (HDR).

а) *Датчик пройденного расстояния (DMI).* Измерения продольного расстояния напрямую соотносятся с радиусом шины (шин) автомобиля, а так как радиус шины зависит от давления, температуры и загруженности транспортного средства, они испытывают самую большую погрешность. Ошибка может быть устранена при помощи калибровки датчика пройденного расстояния (DMI) в полевых условиях. DMI должен подвергаться калибровке при любой возможности. Для этого необходим участок дорожного покрытия, длина которого должна быть измерена очень точно. Во время калибровки DMI автомобиль проходит по участку дорожного покрытия известной длины, затем измеренная длина сравнивается с реальной, коэффициент калибровки DMI обновляется для корректировки различий в измерениях.

б) *Акселерометры и лазерные датчики* обычно очень стабильны и не нуждаются в частой калибровке. Калибровка этих компонентов обычно производится ежемесячно или в том случае, когда важный компонент комплекса был заменен или при запуске работ на большом объекте.

*Акселерометры* калибруются статично с помощью силы притяжения, которая эквивалентна акселерации приблизительно равной  $9,8 \text{ м/с}^2$ . Берутся два показания, одно - с акселерометров в перевернутом положении, второе - с акселерометров в обычном положении. Так как разница между показаниями соответствует удвоенной гравитации, эта информация может использоваться программой RSP для установления чувствительности акселерометров (коэффициентов калибровки). Коэффициенты калибровки автоматически высчитываются и сохраняются в базе данных оборудования RSP.

*Лазерные датчики* перемещения калибруются статически с помощью механической стойки, которая может устанавливаться в паз штанги с лазерными датчиками на двух различных уровнях на расстоянии ровно 100 мм друг от друга, или, точнее говоря, на 50 мм выше и ниже центрального расположения лазерного датчика. Показания на этих

двух уровнях будут сохранены автоматически и использованы программой для проведения полевых работ с целью определения чувствительности и перемещений лазерных датчиков.

в) В комплект Dynatest входит механическая стойка и другие аппаратные средства, необходимые для процедуры калибровки (за исключением домкрата и подъемной опоры, используемых для подъема и опоры транспортного средства).

## 14.6 Порядок проведения измерений

14.6.1 Прежде, чем запустить процесс сбора данных при использовании испытательного комплекса (RSP) измерительного оборудования Dynatest, *необходимо уточнить техническую информацию об исследуемом участке автомобильной дороги.*

14.6.1.1 Основное окно на экране сбора данных позволяет объединить информацию об участке с рабочим файлом данных. Дополнительно большое количество характеристик, таких как, точка начала исследования, место завершения, тип дорожного покрытия, дорожная полоса и другая полезная информация могут быть включены сюда.

Все поля по умолчанию настроены на режим ввода информации в текстовом виде, тем не менее, имеется несколько способов, которые позволяют оператору включить информацию о месте проведения исследования и др. в файл данных.

Для вывода списка всех известных участков нужно выбрать поле Section и нажать кнопку Alt + Down. Все поля предоставляют списки доступных выборов аналогичным образом.

14.6.1.2 Facility, -Code и Section, -Code - отличаются тем, что они загружают все поля данными из основной базы данных.

Система сохраняет все новые участки в базе данных. Эта база данных может также заполняться через сети (NetworkApplet) или напрямую в MS Access.

14.6.1.3 **Области, районы** (Districts). Для удобства оператора в базу данных можно ввести титульный список дорог, в т.ч. и в разрезе областей.

14.6.1.4 **Объекты** (Facilities). Особые характеристики объекта исследования могут быть определены и зарегистрированы оператором. Здесь также можно заново создать и поддерживать базу данных для дальнейшего использования. "Facility" может представлять собой дороги, улицы, места для парковки автомобилей и даже железную дорогу. Часто объект идентифицируется как по общему названию, так и по коду автодороги, который имеет связь с базой данных системы контроля за состоянием дорожного покрытия.

14.6.1.5 **Участки** (Section). Отдельный объект часто состоит из участков различной конструкции. Такое "деление на участки" может быть как продольным, так и

поперечным. Второй вариант подходит для многополосных автодорог, где транспортная нагрузка различна.

**14.6.2 Настройка для проведения испытаний.** Для проведения непосредственно испытаний необходимо осуществить программную настройку. Настройка для проведения испытаний включает следующее.

14.6.2.1 При подготовке к измерениям сначала необходимо убедиться, что программа для проведения полевых испытаний использует корректные настройки. “TestSetup” - это набор настроек ПО, которые сообщают RspWin, какие величины включать в файл выходных данных и какие параметры использовать при вычислении этих значений (какова периодичность измерений (м), какие лазеры должны использоваться для вычисления нужного параметра). Для этой цели может быть создана настройка для проведения испытаний.

14.6.2.2 Имя активной настройки для проведения испытаний отображается в выпадающем поле основного окна. Для выбора другой настройки, нужно нажать стрелку вниз. Для доступа в параметры настройки, нужно выбрать Operation

элемент меню TestSetup вдоль верхней части основного окна или кликнуть метку TestSetup. Окно testsetup, отображает информацию, связанную с выбранной настройкой параметров для проведения испытаний.

14.6.2.3 Для выбора другой настройки нужно кликнуть на комбинированное окно SetupName в верхней части окна testsetup. Выпадающий список, который при этом появляется, содержит все настройки, хранящиеся в базе данных testsetup.

14.6.2.4 Щелкнув по одной из настроек кнопкой мыши, можно загрузить ее в окно testsetup. Можно выбрать настройки в метрических единицах измерения.

14.6.2.5 “DMI Calibration” предназначена для калибровки датчика пройденного расстояния на ходу.

14.6.2.6 Если выбранная настройка устраивает пользователя, нужно нажать ОК, чтобы выйти из окна testsetup. Если необходимо создать новую настройку или редактировать одну, из уже имеющихся, следует руководствоваться инструкциями.

14.6.2.7 Любые производимые изменения, будут сохранены в активной настройке, отображенной в поле SetupName.

14.6.2.8 При нажатии командной кнопки ОК или Apply, создается новая настройка Новый (New), основанная на текущей, поэтому, **прежде**, чем нажать эту кнопку, следует выбрать из комбинированного окна SetupName, ту настройку параметров, которая лучше всего подходит для поставленной цели.

Оператор должен указать новое имя в поле SetupName, затем нажать кнопку Apply. Оператор может затем произвести изменения в настройке параметров. Как только изменения будут внесены, оператор должен щелкнуть кнопку ОК для сохранения изменений.

14.6.2.9 **Удалить (Delete)**. Удаляет текущую настройку. Оператор должен подтвердить, что хочет удалить данную настройку.

14.6.2.10 **Переименовать (Rename)**. Позволяет оператору переименовать текущую настройку. Оператор должен ввести новое имя в поле SetupName, затем нажать ОК.

14.6.2.11 Экран TestSetup разделен на разные области, которые контролируют отдельные функциональные аспекты RSP. Оператор может использовать это поле для размещения дополнительной описательной информации, касающейся текущей настройки параметров

14.6.2.12 **Интервалы сохранения (StorageIntervals)**. Область Storage Intervals окна testsetup используется для определения объемов данных, которые нужно сохранить в файле выходных данных. Также можно указать интервалы для поступления отчетов в файл выходных данных (интервалы сохранения). Например, интервал сохранения 10 м для значения IRI означает, что каждые 10 метров среднее значение IRI сохраняется в файле выходных данных.

14.6.2.13 Метрические интервалы определяются целочисленными метрами или миллиметрами.

14.6.2.14 **Настройки фильтра (интервала) (Filter Settings)**. Длина фильтра профиля может быть установлена на значение в диапазоне от 10 м до 199 м. Значение длины волны фильтра должно соответствовать 0,100 км или 100 м. Оно является стандартным в отрасли и, как правило, не изменяется, если только оператор не имеет дополнительных инструкций по изменению этого значения.

14.6.2.15 **Затухание фильтра (FilterDamping)**. Настройка всегда должна быть установлена на 0,5.

14.6.2.16 **Опции лазера (LaserOptions)** (только для Mark III). Область LaserOptions окна testsetup имеет 6 "радиокнопок" (одновременно может быть активирована только одна кнопка). Каждая кнопка представляет линию значений, которую вычисляет программа. Когда кнопка активирована, штанга с датчиками показывает, какие лазеры участвуют в соответствующих вычислениях. Когда лазерный канал передачи данных выбран, он светится зеленым, в противном случае - серым.

14.6.2.17 При проведении исследований вблизи бордюра возникает риск того, что луч самого крайнего внешнего углового лазера может задеть бордюр, изгородь, растительность и т.п. Такие ложные значения значительно увеличат показатель колейности. Чтобы этого избежать, показания остальных лазеров используются для создания линейной регрессии поперек профиля "ValidationReference" Если показание самого внешнего лазера выпадает на определенное значение выше или ниже этой линии, то оно считается некорректным и будет заменено точкой на линии (только для расчета показателей колейности и поперечного уклона). Для того, чтобы это настроить, необходимо сначала решить, какие лазеры будут создавать нулевую линию.

14.6.2.18 Если активировать кнопку *Lasers Validated*, можно выбрать те лазеры, которые хотелось бы протестировать на “*ValidationReference*” и установить индивидуальные лимиты выше и ниже линии.

14.6.2.19 Поперечный уклон проезжей части дороги можно определить комбинируя значение поперечного уклона, снятого с датчика IMS (дополнительно), и линию наилучшего соответствия перемещений лазера.

14.6.2.20 Кнопка “*Crossfall Reference*” позволяет определить, какие лазеры будут принимать участие в расчете угла наклона или угла между штангой профилографа и дорожным покрытием. Здесь все лазеры выделены зеленым цветом, но, возможно, будет необходимо исключить самые крайние угловые лазеры при проведении исследований в городских условиях, когда бордюры могут создавать помехи.

14.6.2.21 **Настройки по измерению колейности.** Данные по колейности получают по показаниям лазеров.

**Келейность слева (LeftRut).** Данные по колейности слева можно получить по показаниям: от углового лазера с левой стороны до центральной линии полосы. В целом, показания, замеренные от углового лазера с левой стороны до лазера правого колеса (RW), можно использовать для расчетов колейности слева.

**Общая келейность (FullRut).** Опция FullRut может взять в расчет показания всех имеющихся лазеров.

**Келейность справа (RightRut).** Колейность справа растягивается от центра до самого правого углового лазера. В целом, показания от лазера левого колеса до углового лазера с правой стороны можно использовать для расчета колейности справа.

14.6.2.22 **Критерии смещения (FaultingCriteria)** определяются для цементобетонных покрытий.

Вертикальное смещение - это явление неровности, причиной которой стала разница в высоте двух соседних плит дорожных покрытий сооруженных методом плотной укладки плит или секций из цементобетона или других материалов. Метод выявления смещения Dynatest совместим со стандартом AASHTO “Standard Practice for Estimating Faulting of Concrete Pavements” [38].

Алгоритм выявления смещения имеет три фазы: Approach (Lead), Fault (Drop zone) и Leave (Tail). Отклонения профиля в фазе смещения не принимаются во внимание (трещины или отремонтированные трещины после их заливки). Средняя высота фаз Approach и Leave вычисляется.

Разность высот и является высотой смещения. Значения ширины в каждой фазе и минимальная высота смещения, совпадают со стандартом AASHTO.

**Окно обнаружения (Detectionwindow):** Программа на расстоянии последующих 500 мм будет пытаться обнаружить смещения на другой полосе наката или на центральной линии полосы, чтобы сохранить смещения вместе в одной линии в файле данных.

**Расстояние восстановления (Recovery distance):** При активизации программа делает паузу на расстоянии в 1000 мм.

14.6.2.23 **Режимы старт/стоп (Start/Stop Modes).** В окне test setup устанавливаются режимы старт/стоп по умолчанию для использования при запуске сеанса исследования. При нажатии кнопки Activate в основном окне (для того, чтобы начать сбор данных), программа спросит вас, хотите ли вы использовать режимы старт/стоп, предварительно установленные в настройках для проведения испытаний.

14.6.2.24 Close File on Stop автоматически закрывает файл, когда процесс испытаний остановится (рекомендуется).

14.6.2.25 **Ограничения максимальной скорости (Speed Warning Limits).** Если оператор не удерживает скорость автомобиля в пределах, определенных в секции Speed Warning Limits окна test setup, будет издан предупреждающий сигнал.

Обычно, пределы максимальной скорости устанавливаются на рекомендованные значения в соответствии с инструкциями к RSP. Как правило, скорость управления автомобилем должна быть между 25 км/ч и 110 км/ч. Имеется возможность задавать нужные значения скорости движения автомобиля. Например, чтобы скорость автомобиля была как можно ближе к значению 60 км/ч, устанавливаем значение 55 км/ч в качестве нижней границы и значение 65 км/ч в качестве верхнего лимита.

14.6.2.26 Опция Auto-Suspend приостановит сбор данных IRI, колеяности и текстуры, если скорость транспортного средства слишком низка или слишком высока.

#### 14.6.2.27 *Отчеты*

В дополнение к самому файлу данных RSP, программа может генерировать различные печатные или файловые отчеты. Эти отчеты могут создаваться автоматически каждый раз, когда файл RSP закрывается или проходит постобработку через Menu File

Report.

Для настройки отчетов выберите Menu

Reports

Report Setup. IRI Average (Среднее значение IRI) основано на четко зарегистрированных значениях IRI.

IRI No-Go List сначала прогонит зарегистрированные значения IRI через скользящее среднее значение, а затем найдет области, превышающие лимит No-Go.

Localized Roughness (Локализованная неровность) сначала прогонит левый и правый профили или усредненный профиль через скользящее среднее значение, а затем локализует области выше и ниже лимита Bump/Dip.

SectionStatistics (Статистика участка) приводит средние значения IRI, колеяности и текстуры на участок. Запись любого события может служить контрольной точкой участка. Дополнительно приводит стандартное отклонение и минимальные и максимальные значения.

RuttingAverage (усредненное значение колеяности) и Texture Average (усредненное значение текстуры) основаны на четко зарегистрированных значениях.

Опция Events (События) создает список, в котором отдельные клавиши ассоциируются с текстом посредством [Setup],

Две опции Suspend (Приостановка) позволяют включать или исключать значения IRI, колеяности и текстуры.

Опция Checkingany Print (Проверка принтера) требует, чтобы принтер был подключен и готов к эксплуатации.

## **14.7 Порядок обработки и оформления результатов измерений**

### *14.7.1 Камеральная обработка*

14.7.1.1 Данные измерений RSP сохраняются под заголовком в хронологическом порядке. Большинство элементов включают интервал определенного размера, например, значение IRI может сообщаться каждые 50 метров, среднее значение перемещения лазеров - каждые 25мм. Точки начала и окончания - это первые два элемента в большинстве строк. Информация от различных датчиков всегда записывается в определенной последовательности - от крайнего левого до самого крайнего правого лазера.

14.7.1.2 Различные файловые форматы и печатные отчеты могут быть созданы либо сразу после закрытия файла RSP, либо после проведения полевых работ в офисе. Данная камеральная обработка выполняется через доступ к элементу меню File

Export и File

Report.

В дополнение к самому файлу данных. RSP, программа может создавать различные печатные или файловые отчеты.

Эти отчеты могут создаваться автоматически каждый раз, когда файл RSP закрывается. Отчеты могут также пройти камеральную обработку позже в офисе (Menu

File

Report).

### *14.7.2 Оценка продольной ровности дорожных покрытий*

14.7.2.1 Продольный профиль высчитывается путем вычитания вертикальных движений корпуса автомобиля из смещений между корпусом автомобиля и дорожным покрытием. Эти значения перепадов высоты используются для вычисления статических данных международного индекса ровности, характеризующего степень ровности дорожного покрытия.

14.7.2.2 Оценка ровности дорожных оснований и покрытий в период строительства, реконструкции или капитального ремонта производится путем сравнения полученных в результате измерений значений международного индекса ровности IRI (м/км) со значениями, приведенными в таблице 1 ПР РК 218-03 "Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий" [7].

14.7.2.3 Оценка ровности дорожных оснований и покрытий в период эксплуатации производится путем сравнения полученных в результате измерений значений международного индекса ровности IRI (м/км) со значениями, приведенными в таблице 3 ПР РК 218-03 "Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий" [7].

14.7.2.4 После камеральной обработки результаты оценки ровности сводят в формы представления информации, согласно [7].

#### 14.7.3 Оценка поперечной ровности дорожных покрытий

14.7.3.1 Оценка поперечной ровности (колеиности) дорожных покрытий осуществляется на основании результатов измерений, полученных с использованием RSP.

14.7.3.2 Оценку эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи производят по каждому самостоятельному участку путем сравнения средней расчетной глубины колеи  $h_{kc}$  с допустимыми и предельно допустимыми значениями.

14.7.3.3 Допускаемые значения коэффициентов сцепления и шероховатости для дорожных покрытий для обеспечения безопасности дорожного движения, должны соответствовать требованиям нормативных документов СНИП РК 3.03-09 "Автомобильные дороги" (п.8.4.19) [8], СТ РК 1279 "Методы определения шероховатости дорожного покрытия и коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием" [9], ПР РК 218-29 "Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог" [10].

14.7.3.4 Участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений относятся к опасным для движения автомобилей, и требуют немедленного проведения ремонтных работ по устранению колеи.

#### 14.7.4 Оценка геометрических параметров элементов автомобильной дороги

14.7.4.1 При оценке геометрических параметров автомобильных дорог устанавливают фактическую ширину проезжей части, краевых укрепительных полос, обочин, разделительной полосы, высоту бровки земляного полотна, крутизну откосов земляного полотна, величины поперечных уклонов, радиусы кривых в плане и

продольном профиле, видимость в плане и продольном профиле, высоту насыпей и глубину выемок и другие параметры.

14.7.4.2 Параметры поперечного профиля устанавливают на каждом характерном участке дороги, но не реже чем одно измерение на 1 км.

14.7.4.3 Высоту насыпей, глубину выемок и крутизну откосов измеряют на каждом характерном участке.

14.7.4.4 Требуемые параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории приведены в таблице 5.1.1 СНиП РК 3.03-09 [8].

## **14.8 Требования безопасности при эксплуатации**

14.8.1 Эксплуатацию лазерного профилометра следует осуществлять в соответствии с положениями СНиП РК 1.03-05 [П] и требованиями эксплуатационных документов изготовителя.

14.8.2 Штанга с датчиками в собранном для установки виде весит свыше 30 кг, поэтому рекомендуется, чтобы, в целях безопасности, как минимум, два человека производили ее монтаж на транспортное средство.

14.8.3 При проведении любого вида технического обслуживания в области действия лазерных датчиков, необходимо избегать прямого воздействия лазерного излучения, во избежание повреждений органов зрения человека. В качестве дополнительной меры предосторожности требуется всегда держать переключатель мощности в положении OFF (ВЫКЛ), если это возможно. Для обеспечения безопасности запрещается включать электропитание системы, если в зоне действия лазерных датчиков находятся люди. Прежде чем запустить систему, необходимо убедиться в том, что в области действия лазерных датчиков нет людей.

14.8.4 Блок обработки данных (DPU) и ПК размещают в салоне автомобиля в соответствии с некоторыми предосторожностями. Размещение ПК должно быть удобным для оператора, а DPU лучше устанавливать так, чтобы светодиодные индикаторы на задней панели обозревались с места оператора. Все компоненты системы располагаются таким образом, чтобы избежать ударов или опрокидывания во время движения, для этого можно использовать, например, крепежные резиновые ремни или подкладки из пенорезины.

14.8.5 Нельзя ограничивать работу системы охлаждения (вентилирования) ПК и блока обработки данных (DPU).

14.8.6 Необходимо внимательно наблюдать за температурным режимом в салоне автомобиля. Максимально допустимая температура окружающей среды для блока обработки данных и ПК составляет 40°C при нахождении в тени. Необходимо избегать попадания прямых солнечных лучей на указанные устройства.

14.8.7 Доступ к кабель-каналу осуществляется на передней части автомобиля, через него пропускаются сигнальные кабели от штанги с датчиками внутрь салона автомобиля. Кабели никогда не должны пропускаться через дверь автомобиля, так как это может привести к сдавливанию (обрыву) проводов.

14.8.8 Во время проведения калибровки автомобиль должен быть приподнят и поддерживаться. Пол или покрытие рабочей зоны должны быть гладкими и ровными. Для безопасного поднятия автомобиля используется домкрат с необходимой допустимой нагрузкой и конфигурацией. Подъемная опора с необходимой допустимой нагрузкой должна быть помещена под каждое колесо. Домкрат следует опускать до тех пор, пока подъемные опоры не начнут полностью поддерживать автомобиль.

Во время процесса калибровки необходимо убедиться, что транспортное средство стабильно между измерениями показаний, т.е. в салоне автомобиля не должно быть пассажиров, и никто не должен прикасаться к транспортному средству во время процесса калибровки.

## **15 Требования к организации движения в местах производства работ**

15.1 Порядок и способы организации движения на подходах и в местах производства работ на автомобильных дорогах общего пользования, обеспечивающих безопасность исполнителей и участников движения, осуществляются в соответствии с положениями СТ РК 2607 "Технические средства организации движения в местах производства работ" [12] и ВСН 41-92 "Инструкция по организации движения в местах производства работ на автомобильных дорогах Республики Казахстан" [37].

15.2 Схемы по ограждению мест работ и расстановке знаков при производстве работ на автомобильной дороге приведены в Инструкции по организации движения в местах производства работ на автомобильных дорогах Республики Казахстан ВСН 41-92 (приложение 3) [37]. Ограждение при необходимости и расстановку дорожных знаков следует производить по типовым схемам с учетом реальных условий движения на месте и вида производимых работ.

Приложение А  
(информационное)

## **Получение корреляционных зависимостей для различных методов измерений А**

### **.1 Оценка прочности дорожной одежды**

А. 1.1 Оценка прочности дорожных одежд предназначена для установления соответствия их фактической прочности условиям современного или перспективного движения.

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют в соответствии с требованиями СН РК 3.03-19-2006\* "Проектирование дорожных одежд нежесткого типа", СТ РК 1293-2004 "Методы определения модуля упругости дорожных одежд нежесткого типа и их классификация", СНиП РК 3.03-09-2006\* "Автомобильные дороги", Р РК 218-05-97 "Рекомендации по оценке прочности и расчету усиления нежестких дорожных одежд".

**А. 1.2** Оценку прочности дорожной одежды следует проводить согласно СТ РК 1293-2004 "Методы определения модуля упругости дорожных одежд нежесткого типа и их классификация" и Р РК 218-05-97 "Рекомендации по оценке прочности и расчету усиления нежестких дорожных одежд".

Определение модуля упругости нежестких дорожных одежд, включает: измерение динамического упругого прогиба, расчет чаши динамических прогибов, расчет модуля упругости.

**А. 1.3** За основу для оценки прочности дорожной одежды принят упругий прогиб. Большинство методов оценки прочности нежестких дорожных одежд базируется на измерении упругого прогиба.

**А. 1.4** По характеру приложения испытательной нагрузки к дорожной одежде различают методы статического нагружения (колесом автомобиля с измерением прогибов дорожной одежды), динамические методы испытания - методы приложения кратковременной динамической нагрузки в течение менее 0,2 с, ударной или вибрационной нагрузки с измерением динамического прогиба, амплитуды колебаний, виброкорреляционной или других косвенных показателей прочности дорожной одежды

**А. 1.5** Существуют различные методики оценки прочности дорожной одежды по упругому прогибу под статической и динамической нагрузкой.

Между результатами испытаний дорожной одежды разными методами имеется корреляционная связь, которая зависит от конструкции дорожной одежды, температуры воздуха, влажности и типа грунта.

В общем виде эта связь может быть выражена формулой [А. 1]:

В случае использования установок динамического нагружения, необходимо иметь устойчивую корреляционную связь между показаниями полученных значений прогибов и истинными значениями упругих прогибов.

Т.е. в каждом конкретном случае необходимо провести тарировку и установить корреляционную связь.

**А. 1.5** На характерных участках обследуемых дорог, имеющих другие дорожные конструкции, для определения значений "а" и "б" проводят сопоставительные испытания. Эти испытания проводят последовательно методами статического и динамического нагружения на характерных участках обследуемой дороги (длиной не менее 500 м каждый), различающихся конструкцией дорожной одежды.

## **А.2 Оценка сцепных качеств дорожных покрытий**

**А.2.1** Сцепные качества и шероховатость дорожных покрытий характеризуются коэффициентом сцепления колес автомобиля с покрытием, который определяется отношением требуемого коэффициента сцепления колеса с покрытием по условиям безопасности к фактическому.

Величина коэффициента сцепления является показателем надежности контакта автомобильной шины с дорожным покрытием. Дорожные покрытия должны иметь стабильные во времени высокие значения коэффициентов сцепления шин автомобилей с поверхностью проезжей части и шероховатость поверхности, необходимые для обеспечения расчетных скоростей и безопасности движения.

**А.2.2** Допускаемые значения коэффициентов сцепления и шероховатости для дорожных покрытий для обеспечения безопасности дорожного движения, должны соответствовать требованиям нормативных документов СНИП РК 3.03-09-2006\* "Автомобильные дороги" (п.8.4.19), СТ РК 1279-2013 "Методы определения шероховатости дорожного покрытия и коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием".

**А.2.3** Коэффициент сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием и параметры шероховатости измеряют согласно СТ РК 1279-2004 "Методы определения шероховатости дорожного покрытия и коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием".

**А.2.4** Для измерения коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием применяются автомобильные установки типа ПКРС и другие приборы аналогичного типа, принципа действия и метрологических характеристик, имеющие устойчивую корреляционную связь с прибором ПКРС-2У.

**А.2.5** При оценке сцепных свойств дорожных покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения.

Сплошные измерения выполняют при обследовании участков дорог протяженностью менее 1 км, выборочные - более 1 км.

Выборочные измерения выполняют при обследовании участков концентрации ДТП.

**А.2.6** Определение корреляционной зависимости между значениями приборов ПКРС и GripTester для определения коэффициента сцепления.

Для определения коэффициента сцепления был использован прибор ПКРС, предназначенный для определения коэффициента сцепления.

Для получения корреляционной зависимости между значениями приборов ПКРС и GripTester было проведено обследование экспериментального участка в следующей последовательности:

- выбор участка автомобильной дороги для проведения эксперимента; -измерение сцепления покрытия прибором ПКРС;
- измерение сцепления покрытия прибором GripTester;
- анализ результатов.

Определение формулы для перехода от значений ПКРС к GripTester. Экспериментальный участок был выбран на автомобильной дороге М-36 "Граница РФ (на Екатеринбург) - Алматы, через г.г. Костанай, Астана, Караганда", км 2380 (56) - 2438 (114), расположенный в Алматинской области. В скобках приведены значения обратного километража.

На выбранном участке устроено асфальтобетонное покрытие: -асфальтобетон мелкозернистый (тип 1, км 56-63, 109-114); -асфальтобетон мелкозернистый, на который уложен слой шероховатой поверхностной обработки (тип 2, км 64-108).

Граница участка типа 1 составляет км 56-63, км 109-114.

Граница участка типа 2 составляет, км 64-108.

На указанном участке автомобильной дороги были произведены измерения приборами ПКРС и GripTester, согласно действующим нормативно-техническим документам Республики Казахстан.

Всего были проведены измерения в 59 точках. Результаты измерений сведены в таблицы А.1 и А.2.

**Таблица А.1 -Результаты измерения приборами ПКРС и GripTester (тип 1)**

№ точки	Местоположение, км		ПКРС	GripTester
	Прямое	Обратное		
1	2380	56	0,50	0,34
2	2381	57	0,47	0,34
3	2382	58	0,45	0,31
4	2383	59	0,48	0,32
5	2384	60	0,54	0,32
6	2385	61	0,50	0,31

7	2386	62	0,53	0,35
8	2387	63	0,56	0,39
9	2433	109	0,61	0,42
10	2434	110	0,57	0,40
11	2435	111	0,56	0,38
12	2436	112	0,55	0,40
13	2437	113	0,46	0,35
14	2438	114	0,47	0,38

**Таблица А.2 - Результаты измерения приборами ПКРС и GripTester (тип 2)**

№ точки	Местоположение, км		ПКРС	GripTester
	Прямое	Обратное		
1	2388	64	0,60	0,40
2	2389	65	0,58	0,38
3	2390	66	0,52	0,36
4	2391	67	0,57	0,36
5	2392	68	0,58	0,37
6	2393	69	0,58	0,39
7	2394	70	0,57	0,40
8	2395	71	0,59	0,39
9	2396	72	0,54	0,37
10	2397	73	0,54	0,37
11	2398	74	0,56	0,37
12	2399	75	0,61	0,38
13	2400	76	0,57	0,39
14	2401	77	0,58	0,40
15	2402	78	0,54	0,36
16	2403	79	0,52	0,34
17	2404	80	0,57	0,39
18	2405	81	0,53	0,35
19	2406	82	0,56	0,37
20	2407	83	0,54	0,38
21	2408	84	0,56	0,37
22	2409	85	0,55	0,39
23	2410	86	0,55	0,37
24	2411	87	0,54	0,36
25	2412	88	0,57	0,38
26	2413	89	0,56	0,37
27	2414	90	0,57	0,38
28	2415	91	0,57	0,37

29	2416	92	0,53	0,36
30	2417	93	0,52	0,35
31	2418	94	0,52	0,35
32	2419	95	0,53	0,36
33	2420	96	0,53	0,36
34	2421	97	0,55	0,39
35	2422	98	0,56	0,37
36	2423	99	0,55	0,37
37	2424	100	0,56	0,37
38	2425	101	0,55	0,35
39	2426	102	0,53	0,37
40	2427	103	0,55	0,37
41	2428	104	0,54	0,36
42	2429	105	0,59	0,39
43	2430	106	0,60	0,40
44	2431	107	0,61	0,40
45	2432	108	0,59	0,39

На рисунках А.1 и А.2 приведены коэффициенты сцепления, измеренные приборами ПКРС и GripTesteіTU^ типов 1 и 2 соответственно.

По графикам видно, что данные, полученные при помощи прибора ПКРС больше чем данные полученные прибором GripTester, как для типа 1 так и для типа 2. Полученные линии тренда расположены почти параллельно друг другу, что показывает наличие единой закономерности. Как видно из графиков на рисунках А.1 и А.2, тип 2 имеет более высокие показатели по сравнению с типом 1. Это свидетельствует о том, что на участках, обработанных шероховатой поверхностной обработкой, коэффициент сцепления имеет лучшие показания, чем на участках с покрытием из мелкозернистого асфальтобетона.

На рисунке А.3 и А. 4 приведена корреляционная зависимость между приборами ПКРС и GripTester для типа 1 и для типа 2.

Как видно по графикам, наблюдается общая закономерность, увеличения значений GripTester при увеличении значений ПКРС как для типа 1 так и для типа 2. Величина достоверности аппроксимации для типа 1 составляет 0,4955, а для типа 2 составляет 0,6141.

На графиках показаны все точки, полученные при обследовании. При исключении отдельных точек из группы точек можно достичь более высоких показателей. Для определения переходного уравнения от значений ПКРС к значениям GripTester была проведена линия тренда. Для перехода от значений ПКРС к значениям GripTester для типа 1 используется формула (А.2), а для типа 2 формула (А.3):

Приложение Б  
(информационное)

**Нормативы стоимости по инструментальному обследованию и паспортизации автомобильных дорог Б.1 - Единичные расценки работ по диагностике и паспортизации автомобильных дорог общего пользования республиканского значения**

№ п/п	Наименование работы, услуги	Ед.изм	Стоимость в ценах 2015 г. с НДС, тенге
	1 Паспортизация автомобильных дорог		
1.1	Обследование автомобильной дороги	1 км	34924,30
1.1.1	Подготовительные работы	1 км	12137,50
	- сбор исходной информации	1 км	7370,80
	-обработка результатов	1 км	4766,70
1.1.2	Формирование видеобанка данных дорожной сети	1 км	8777,40
	-цифровая видеосъемка	1 км	6349,60
	-конвертация данных	1 км	2427,80
1.1.3	Оцифровка полотна и обустройства	1 км	4364,50
	-камеральная обработка видео	1 км	4364,50
1.1.4	Регистрация геометрических параметров	1 км	9644,90
	-измерение элементов плана дороги, продольных и поперечных уклонов	1 км	4878,00
	-обработка результатов	1 км	4766,00
1.2	Обследование и составление карточек искусственных сооружений	1 км	38528,00
1.2.1	Водопрпускные трубы	1 км	10194/11136
1.2.2	Мосты до 100м	1 км	320919/27392
1.3	Составление технического паспорта	1 км	3978,00
1.4	Стоимость в ценах 2001г.: (34924,3+38528+3978):2,557:1,12	1 км	27037,23
	2 Диагностика автомобильных дорог (полная)*		

2.1	Диагностика автомобильной дороги	1 км	56796,00
2.1.1	Подготовительные работы	1 км	7300,00
	-сбор исходной информации	1 км	3533,20
	-обработка результатов	1 км	3766,80
2.1.2	Визуальная оценка состояния дорожных одежд, земляного полотна и водоотвода	1 км	5125,00
2.1.3	Сканирование дефектов покрытия	1 км	3000,00
2.1.4	Регистрация колеиности и ровности	1 км	7132,00
2.1.5	Измерение модуля упругости (2 направления)	1 км	8069,00
2.1.6	Измерение коэффициента сцепления покрытия	1 км	8385,00
2.1.7	Определение толщины конструкции дорожной одежды	1 км	
	-георадарное обследование	1 км	6786,00
	-обработка результатов	1 км	6838,00
2.1.8	Определение интенсивности движения	1 км	4161,00
2.2	Вскрытие конструкции дорожной одежды	1 км	40230,00
2.3	Диагностика искусственных сооружений	1 км	38528,00
2.3.1	Водопропускные трубы	1 км	10194/11136
2.3.2	Мосты до 100м	1 км	32091927392
2.4	Составление технического отчета (картограммы)	1 км	2200,00
2.5	Стоимость в ценах 2001г.: (56796+38528+2200):2,557:1,12		34053,58

**\* П р и м е ч а н и я**

1 Расчет стоимости составлен для двухполосных дорог, для 3-х дорог использовать коэффициент К=1,5; для 4-х полосных дорог (I категория) использовать К=2,0;  
2 За малый объем работ для дорог, протяженностью: от 10 км до 20 км К=1,25; от 5 км до 10 км К=1,50; менее 5 км К = 1 , 7 5 ;  
3 Затраты на проведение работ для городских улиц определяют аналогичным расчетом для 10 000 кв.м, покрытия ;  
4 При расчете стоимости моста длиной свыше 100 м применяется коэффициент К=1,9;  
5 За срочность применяется коэффициент К=1,5-3,0;  
6 В п.1.4 и п.2.5 значение "2,557" является коэффициентом перехода с уровня цен 2015 г. в уровень цен 2001 г.; значение "1,12" - размер НДС-12%.

	3 Диагностика автомобильных дорог (сетевая) **		
3.1	Диагностика автомобильной дороги	1 км	51188,9
3.1.1	Подготовительные работы	1 км	7300
3.1.2	Формирование видео банка дорожной сети	1 км	8777,4
3.1.3	Оцифровка полотна и обустройства	1 км	4364,5
3.1.4	Сканирование дефектов покрытия	1 км	3000
3.1.5	Регистрация колеиности и ровности	1 км	7132
3.1.6	Измерение модуля упругости (2 направления)***	1 км	8069
3.1.7	Измерение коэффициента сцепления покрытия* * *	1 км	8385
3.1.8	Определение интенсивности движения	1 уч	4161
3.2	Составление технического отчета (картограммы)	1 км	2200
	Стоимость в ценах 2001 года: 51188,9+2200):2,557:1,12		18 642,42

**\* \* П р и м е ч а н и е :**

1. Расчет стоимости составлен для 2-х полосных дорог, для 3-х полосных дорог использовать  $K=1.5$ , для 4-х полосных дорог (1-категория) использовать  $K=2$ ;
  2. За малый объем работ для дорог 20-10 км -  $K=1.25$ , 10-5 км -  $K=1.50$ , менее 5 км -  $K=1.75$ ;
  3. Затраты на проведение работы для городских улиц определяют аналогичным расчетом для 10 000 кв. м.
- п о к р ы т и я :**
4. Расчет стоимости моста длиной свыше 100 м, применяется коэффициент  $K=1.9$ ;
  5. За срочность  $K = 1.5 - 3.0$ .
  6. Расценки даны в ценах 2015 года. Для перехода на цены текущего периода применять переходный коэффициент.
  7. В расценки не включены транспортные расходы до объекта \*\*\* - Периодичность обследования составляет 2-5 лет.

## **Б.2 Нормативы стоимости**

Норматив стоимости рассчитан на полный вид услуг по паспортизации, диагностике автомобильных дорог и искусственных сооружений с применением высокопроизводительных многофункциональных передвижных лабораторных комплексов.

**Норматив стоимости по паспортизации автомобильных дорог:**

$$27037,23 \times 2,928 = 79165,01 \text{ тенге}$$

**Норматив стоимости по полной диагностике автомобильных дорог:**

$$34053,58 \times 2,928 = 99708,88 \text{ тенге}$$

**Норматив стоимости по сетевой диагностике автомобильных дорог:**

$$18642,42 \times 2,928 = 54\,585 \text{ тенге}$$

Норматив стоимости работ по паспортизации, диагностике автомобильных дорог рассчитан на уровне цен 2017 г. без учета НДС.

Примечание - Значение "2,928" - коэффициент перехода с базового уровня 2001 г. в текущий уровень 2017 г.

## **Библиография**

[1] СТ РК 1053-2011 Автомобильные дороги. Термины и определения.

[2] <http://rosdorteh.ru/catalog/item/peredvizhnaya/dorozhnaya-laboratoriya-na-osnove-kompleksa-izmeritelnogo-kp-514-rdt-line>

[3] <http://rosdorteh.ru/catalog/item/peredvizhnaya-dorozhnaya-laboratoriya-na-osnove-kompleksa-izmeritelnogo-kp-514-rdt-rdt-line>

[4] СТ РК 1377-2015 Дороги автомобильные и аэродромы. Метод определения модуля упругости нежестких дорожных одежд установками динамического нагружения

[5] СТ РК 1293-2004 Дороги автомобильные и аэродромы. Методы определения модуля упругости нежестких дорожных одежд и их классификация.

- [6] ТР ТС 018/2011 "Требования к безопасности колесных транспортных средств" от 9 декабря № 877(с изменениями и дополнениями по состоянию на 11.07.2016 г.).
- [7] ПР РК 218-03-2016 "Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий".
- [8] СНиП РК 3.03-09-2006\* "Автомобильные дороги" с изменениями по состоянию на 22.04.2014 г.
- [9] СТ РК 1279-2013 "Методы определения шероховатости дорожного покрытия и коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием".
- [10] ПР РК 218-29-2016 "Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог".
- [П] СНиП РК 1.03-05-2001 "Охрана труда и техника безопасности в строительстве".
- [12] СТ РК 2607-2015 Технические средства организации движения в местах производства дорожных работ. Основные параметры. Правила применения.
- [13] <http://sdtech.ru/store/lab/trassa/trassa.html>
- [14] Инструкция по эксплуатации СДТ 896.00.00.000 ИЭ "Прибор контроля ровности и сцепления ПКРС-2У", ООО "Спецдортехника".
- [15] <http://titul2005.ru/index.php/mnuprogramm/mnudorogapro-2>
- [16] Программно-измерительный комплекс "Дорога-ПРО". Видеодефектовка. Фиксация дефектов дорожного покрытия. Руководство пользователя. ООО "Титул-2005".
- [17] [info@rosdorteh.ru](mailto:info@rosdorteh.ru) Открытое Акционерное Общество Саратовский научно-производственный центр "РОСДОРТЕХ".
- [18] <http://sdtech.ru/about/news/2015/121.html>
- [19] [http://trastinvest.ru/construction\\_and\\_road/peredvizhnye-dorozhnye-laboratorii/ustanovka3/](http://trastinvest.ru/construction_and_road/peredvizhnye-dorozhnye-laboratorii/ustanovka3/)
- [20] <http://rdt.ru/node/49>
- [21] <http://td-str.ru/>
- [22] Закон Республики Казахстан "Об автомобильных дорогах от 17 июля 2001 года № 245-ІІ.
- [23] ПР РК 218-21-02 "Охрана окружающей среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог в Республике Казахстан (Утверждены Государственной экологической экспертизой Республики Казахстан, введены в действие приказом Комитета автомобильных дорог от 8 апреля 2001 г. № 21).
- [24] ПР РК 218-28-2016 "Инструкция по паспортизации автомобильных дорог общего пользования".
- [25] "СВПД. Система Видеопаспортизации дорог", 1. Руководство администратора системы., 2. Передвижная дорожная лаборатория. Руководство по эксплуатации. 3. Программа СВПД. Руководство пользователя. НПО "Регион", 2009.

[26] СТ РК 2.21-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений.

[27] СТ РК 2.30-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок проведения метрологической аттестации средств измерений. Эталоны единиц величин. Основные положения создания, утверждения, хранения и применения.

[28] СТ РК 2.4-2007 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения

[29] СТ РК 2.75-2009 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок аттестации испытательного оборудования.

[30] Руководство пользователя "Многофункциональная Диагностическая Установка Dynatest" (RSP-III/IV с HDR, HDI или HDC и ROW), Версия 2.6.12, 2013.

[31] Инструкция по эксплуатации "Испытательные установки FWD/HWD компании Dynatest", 2008

[32] Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию "Измеритель коэффициента сцепления GripTester. Тип МК2D", Выпуск 4, 2008.

[33] СН РК 3.03-19-2006\* "Проектирование дорожных одежд нежесткого типа" (с изменениями по состоянию на 22.04.2014 г.).

[34] Технический Документ Номер 46 Мирового Банка Данных "Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements".

[35] "Measuring & Analyzing Road Profiles, National Highway Institute Short Course Manual, University of Michigan, Transportation Research Institute, October 1997".

[36] ASTM E1845-01 "Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth"

[37] ВСН 41-92 "Инструкция по организации дорожного движения в местах производства работ на автомобильных дорогах Республики Казахстан"

[38] AASHTO "Standard Practice for Estimating Faulting of Concrete Pavements"

Ключевые слова: автомобильная дорога, транспортно-эксплуатационное состояние, инструментальное обследование, паспортизация автомобильных дорог, передвижная дорожная лаборатория, модуль упругости дорожной одежды, коэффициент сцепления колеса с дорожным покрытием, профиль поверхности дорожного покрытия, продольная и поперечная ровность дорожного покрытия

## **ИСПОЛНИТЕЛИ**

Руководитель разработки

Президент АО "КаздорНИИ", д.т.н., профессор

Б.Б. Телтаев

Исполнители:

К.т.н.

Е.Е. Айтбаев    Б.К. Жексенбеков    Г.А.Буцик  
А .                    Ш .                    Кансеитов  
В. Б. Курапова

© 2012. РГП на ПХВ «Институт законодательства и правовой информации Республики Казахстан»  
Министерства юстиции Республики Казахстан