

SCR-E/110623/C/SV/RU

Управление Дорогами
Северо-Запада России

Технический Отчет 6

Руководство по Проведению
Обследования Состояния
Дорог и Учету Интенсивности

Окончательная версия

15 Июня, 2002

Опубликовано: Июнь 2002

Copyright © 2002 by Tacis services DG IA, European Commission.

Запросы на использование материалов посылать на адрес
Информационного Офиса Тасис
European Commission, Aarlenstraat 88 1/06 Rue d'Arlon, B-1040 Brussels.

Данный Отчет был подготовлен Консорциумом Finnroad Ltd, ВСЕОМ и JP-Transplan Ltd. Все выводы, предположения и интерпретации в данном документе принадлежат только Консорциуму и никаким образом не отражают политики или мнения Европейской Комиссии.

Что такое Тасис?

Программа Тасис является инициативой Европейского Союза для Новых Независимых Государств и Монголии, которая благоприятствует развитию гармоничной и процветающей экономики и политическим связям между Европейским Союзом и этими странами - партнёрами. Её целью является поддержание инициатив стран-партнёров, по развитию общества основанного на политических свободах и экономическом процветании.

Делает это Тасис путём обеспечения финансовыми грантами для ноу-хау, чтобы поддержать процесс преобразования экономик этих стран в рыночные, а общества – в демократические

За первые шесть лет своей деятельности с 1991 по 1996 г.г., Тасис реализовал 2,807 миллионов ЕВРО, чтобы начать более чем 2,500 проектов.

Тасис работает в тесном сотрудничестве со странами-партнёрами при определении как и на что истратить фонды. Это обеспечивает гарантию в том, что финансирование по линии Тасис направляется каждой стране на её собственную политику реформирования и в соответствии с приоритетами. Тасис также работает в тесном сотрудничестве с другими донорами и международными организациями выполняя роль части более расширенных международных усилий.

Тасис обеспечивает партнёров ноу-хау из широкого ранга государственных и частных организаций, которые позволяют объединить опыт рыночных экономик и демократий с местными знаниями и опытом. Это ноу-хау поставляется через консультации по линии политических советов, исследований и обучения путём развития и реформирования правовых норм и правил, институтов и организаций, и путём создания партнёрства, сетей и показательных проектов, а также проектов-близнецов. Кроме того, Тасис является катализатором, для открытых фондов основных займодавцев через предынвестиционную деятельность и технико-экономические обоснования.

Тасис обеспечивает понимание и признательность демократии и рыночно ориентированной социально-экономической системы путём культивирования связей и продолжительных отношений между организациями в странах-партнёрах и их контрпартнёрами в странах Европейского Союза.

Основными приоритетами для финансирования по линии Тасис являются государственные административные реформы, реструктуризация государственных предприятий и развитие частного сектора, транспортной и телекоммуникационной инфраструктур, энергетики, ядерной безопасности и охраны окружающей среды, строительства и эффективного производства пищевых продуктов, производственной и распределительной системы, развитие социальных услуг и образование. Поэтому, каждая страна выбирает приоритетные сектора в зависимости от её нужд.

Форма 1.2. ТИТУЛЬНАЯ СТРАНИЦА ОТЧЕТА

Название проекта:	Управление дорогами Северо-Запада России	
Номер проекта:	SCR-E/110623/C/SV/RU	
Страна:	Российская Федерация	
	Местный партнер	Консультант ЕU
Название:	Архавтодор	Финнроуд
Адрес :	Комсомольская 38-1 163045 Архангельск, Россия	Опастинсилта 12 Н 00521 Хельсинки Финляндия
Тел. :	+7 8182 229891	+358 9 86898810
Факс :	+7 8182 229176	+358 9 86898820
Телекс :	_____	_____
Контактное лицо :	Г-н Попов Сергей Иванович	Г-н Раймо Салланмаа
Подписи :	_____	_____

Дата отчета : 15.06.2002

Название Отчета : Окончательный Отчет: Руководство по проведению обследования состояния дорог и учету интенсивности

Автор отчета : Консультанты ЕС (С. Данн / Д. Вортингтон)

Мониторинг ЕС	_____	_____	
	_____	_____	_____
	[имя]	[подпись]	[дата]
Делегация ЕС	_____	_____	
	_____	_____	_____
	[имя]	[подпись]	[дата]
ТАСИС	_____	_____	
[управляющий проектами]	_____	_____	_____
	[имя]	[подпись]	[дата]

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	1
ГЛАВА 1 СБОР ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ДОРОГ	2
ВВЕДЕНИЕ	2
ВИЗУАЛЬНЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ	3
<i>Характеристики деформаций покрытия</i>	3
<i>Растрескивание</i>	4
<i>Выкрашивание</i>	4
<i>Ямочность</i>	5
<i>Разрушение кромки покрытия</i>	5
<i>Колейность</i>	5
<i>Оптимальное время для визуальных обследований</i>	5
<i>Комплектование команды обследователей</i>	6
<i>Обеспечение точности данных</i>	6
Калибровка	6
Воспроизводимость результатов.....	6
Гарантия качества данных (DQA).....	7
ПРОЧНОСТЬ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ, ОПРЕДЕЛЯЕМАЯ ПРИ ПОМОЩИ УДН (FWD).....	7
<i>Процедура</i>	8
<i>Температурная стандартизация</i>	8
<i>Оптимальное время для измерений прогиба</i>	8
<i>Получение репрезентативного значения прогиба для каждого участка дороги</i>	8
ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ	9
<i>Ровность покрытия</i>	9
<i>Измерение ровности при помощи толчкомера (интегратора неровностей)</i>	9
Калибровка.....	9
<i>Шероховатость покрытия</i>	10
<i>Коэффициент сцепления</i>	10
РАЗБИВКА ДОРОЖНОЙ СЕТИ ПРИМОРСКОГО РАЙОНА НА УЧАСТКА.....	11
БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ	11
ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ДЕТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРОЕКТОВ	11
ГЛАВА 2 СБОР ДАННЫХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ И СКОРОСТЯМ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА, ОСЕВЫМ НАГРУЗКАМ	13
ВВЕДЕНИЕ	13
ДАННЫЕ УЧЕТОВ ИНТЕНСИВНОСТИ	13
<i>Интенсивность</i>	13
<i>Существующие Методы Учета</i>	13
<i>Транспортные Данные в HDM-4</i>	15
Регистрация Транспортных Данных	15
Состав Транспортного Потока	16
Автоматизация процесса ввода данных состава движения и ежегодного прироста.....	19
<i>Корректировка Разницы Интенсивностей Зимнего и Летнего Периода</i>	20
<i>Рекомендации для сбора данных учета интенсивности</i>	20
Категории ТС	20
Продолжительность учета интенсивности движения.....	21
Коэффициент пересчета интенсивности ADT	21
Долгосрочный мониторинг интенсивности	21
Разница интенсивности зимнего и летнего периодов	22
Автоматизация ввода данных о составе движения и данных процента прироста в HDM-4	22
ДАННЫЕ ОСЕВОЙ НАГРУЗКИ	23
<i>Коэффициент разрушений, вызванных ТС (VDF)</i>	23
Сбор данных	24
Общее	24
Руководство по обследованиям	25

Методология исследований.....	25
Формы для сбора данных	29
Анализ данных	30
Ввод данных	30
Анализ данных осевых нагрузок по классам ТС.....	31
ДАННЫЕ О СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТС	33
Введение	33
Мгновенная скорость	33
Методы измерения мгновенных скоростей	33
Метод прямого секундного измерения	33
Метод контактной полосы давления.....	34
Использование детекторов с индуктивным контуром.....	34
Использование радарного спидометра	35
Использование звуковых детекторов	35
Использование кинокамер замедленной съемки	36
Анализ результатов измерения мгновенной скорости	36
Графический анализ	36
Математический анализ	38
Руководство по проведению исследований мгновенных скоростей	40
План и профиль дороги	40
Погодные условия.....	40
Маскировка ТС, используемого для наблюдений.....	40
Представительная выборка транспортных средств	40
Статистический анализ.....	40
Калибровка желаемой (выбираемой водителем) скорости в HDM-4	41
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – РУКОВОДСТВО ПО ПРОВЕДЕНИЮ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВИЗУАЛЬНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ НДМ-4	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ (УДН) ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ ПОКРЫТИЯ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 – КАЛИБРОВКА «ТОЛЧКОМЕРА» ПРИ ПОМОЩИ УСТАНОВКИ ИЗМЕРЕНИЯ РОВНОСТИ MERLIN	58
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 – ПРИМЕР ИСХОДНЫХ ФАЙЛОВ STR-VEHCOMP.HDBF И STR-VEHGROWTHS.HDBF ДЛЯ НДМ-4	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 – ПРИМЕРЫ ФОРМ УЧЕТА ОСЕВЫХ НАГРУЗОК	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 – ПРИМЕР ФОРМЫ УЧЕТА СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 – ЗАМЕЧАНИЯ ПОЛУЧАТЕЛЯ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ОТЧЕТУ И ОТВЕТЫ КОНСУЛЬТАНТА:	67

Предисловие

Данный отчет является Техническим отчетом 6 в контексте проекта «Управление Дорогами Северо-Запада России», финансируемого программой ЕвроСоюза Tacis, и представляет собой руководство для сбора дорожных и транспортных данных.

Глава 1 связана со сбором данных о состоянии дорог, запрашиваемых HDM-4 для целей стратегического планирования и анализа проектов Системы Управления Покрытиями «Архангельскавтодора». В первой главе приведены объем работ по визуальным обследованиям состояния дорог и характеристики деформаций покрытий, а также руководства по комплектованию команд и определению работ. В следующей главе описаны процедуры измерения и анализа данных по прочности дорожных одежд, полученных с использованием установки динамического нагружения. Также рассмотрены процедуры сбора данных о характеристиках дорожных покрытий, включая определение ровности, шероховатости и коэффициента сцепления. В последней главе части 1 рассмотрен сбор данных о состоянии дорог для проведения детального анализа проекта. Приложение 1 представляет собой руководство по выполнению обследований состояния дорожных одежд, а в Приложении 2 описана процедура калибровки результатов визуальных обследований состояния, необходимых для HDM-4. В Приложении 3 дана более подробная информация об использовании установки динамического нагружения для оценки прочности дорожной одежды. В Приложении 4 рассмотрена процедура калибровки толчкомера при помощи установки для измерения ровности MERLIN.

Глава 2 связана со сбором транспортных данных и данных весового контроля. В первой части описываются процедуры учета интенсивности и дискуссии о методах учета. Обсуждается формат транспортных данных для HDM-4, дан ряд рекомендаций для сбора транспортных данных в будущем. Во второй части описаны обследования, проводимые с целью установления данных по осевым нагрузкам парка транспортных средств Архангельской области. Данная часть дает специфичное руководство по сбору данных и анализу, необходимому для расчета величины ущерба дорожной одежде, причиняемого каждым типом транспортных средств. В третьей части рассмотрены вопросы сбора и анализа скоростей движения и калибровка входных данных HDM-4. Описаны методы измерения скоростей движения и приведен анализ результатов с использованием как математических, так и графических методов. Даются специальные рекомендации по измерению скоростей движения транспортных средств и методология калибровки Требуемой Скорости в HDM-4.

Глава 1 Сбор данных о состоянии дорог

Введение

Часть 1 данного Технического отчета стоит обособленно, представляя собой руководство для сбора данных о состоянии дорог, необходимые HDM-4 для стратегического планирования и анализа проектов Системы Управления Покрытиями Архангельскавтодора.

Для чего нужен сбор данных о состоянии дорог?

Опытный инженер-дорожник, проезжая по сети дорог, оценивая ровность дороги и комфортность поездки, замечая такие дефекты дорожного покрытия, как трещины, выбоины, колейность, отмечая недостатки системы водоотвода, повреждения элементов дорожного обустройства, может достаточно быстро получить общее представление об уровне содержания данной сети дорог. Но для того, чтобы использовать результаты этих наблюдений для целей рационального и оптимизированного планирования содержания и стратегического анализа, эти характеристики необходимо систематически измерять, обеспечивая нужную степень точности, и фиксировать в определенное время года, а затем применять, используя при этом соответствующее программное обеспечение Систем Управления Покрытиями.

Целями выполнения обследований состояния дорог являются следующие:

- 1. Для планирования и осуществления работ по текущему содержанию дорог**
Установить тип, величину и степень повреждений/дефектов дорожных покрытий с целью определения местоположения и протяженности участка производства ремонтных работ, которые необходимо осуществить в рамках текущего содержания. В принципе, такими работами могут быть ямочный ремонт, заливка раскрытых широких трещин, перепрофилирование обочин, нанесение дорожной разметки, ремонт элементов дорожного обустройства, и прочее.
- 2. Для стратегического планирования дорожной сети**
Как главный инструмент управления покрытиями, анализ HDM-4 будет применяться для стратегических изучений при определении соответствующих работ по содержанию и капитальному ремонту и расстановке приоритетности работ в зависимости от имеющегося бюджета с целью получения максимальных выгод. Данные о состоянии дорог необходимы для ввода в HDM-4.
- 3. Для детального анализа проектов**
После определения того, на каких участках дорог следует выполнить восстановительные работы, а каким требуется капитальный ремонт, на этих участках необходимо провести детальные обследования и точно определить виды работ и местоположение начала и конца участка производства работ. Аналогично, при планировании работ по новому строительству и реконструкции может быть использована программа HDM-4, также потребуются детальная информация.

Существующий объем работ по обследованию состояния дорог

В настоящий момент предлагается ограничить обследования состояния для проведения анализа HDM только обследованиями дорог с асфальтобетонным покрытием. Консультанты не вполне уверены в правомочности применения имеющейся модели HDM для дорог с покрытием из железобетонных плит и потому не могут рекомендовать ее для этих целей. Необходимо следовать нормативным процедурам и опробованным/зарекомендовавшим себя инженерным решениям при содержании и ремонте железобетонных плит. Однако, дороги с покрытием из железобетонных плит следует включать в стратегический анализ дорожной сети, а для этого важно измерять ровность. Что касается гравийных дорог, то условия здесь меняются столь быстро, что проведение ежегодных обследований состояния покрытий послужит лишь малым целям. Как бы то ни было, HDM представляет собой эффективный инструмент для принятия решений по совершенствованию (для перевода в более высокую категорию) или улучшению гравийных дорог. Для этих целей можно осуществлять обследования состояния дорог.

Обследования состояния покрытий можно рассматривать под следующими тремя заголовками:

- **Визуальные обследования состояния** - выявление деформаций покрытия
- **Прочность дорожной одежды** – по величине прогиба от падающего груза
- **Характеристики покрытия** - ровность; шероховатость – коэффициент сцепления покрытия.

Все указанное рассмотрено ниже.

Визуальные обследования состояния

Для того, чтобы точно определить, какую именно информацию должна собрать команда обследователей, в Приложение 1 данного руководства отдельно включена методология. Следующее далее дает более полное описание того, что требуется для HDM. Очевидно, что будет лучше осуществлять сбор данных Системы Управления Покрытиями (PMS) в том же формате, что запрашивает HDM, с тем чтобы свести к минимуму процедуры доработки.

Характеристики деформаций покрытия

Приведенные ниже виды дефектов оказывают значительное влияние на разрушение асфальтобетонных покрытий во времени.

- **Растрескивание**
- **Выкрашивание**
- **Ямочность**
- **Разрушение кромки покрытия**
- **Колейность**

Растрескивание

Трещины можно классифицировать по двум категориям: поперечные температурные трещины и структурные трещины. Это, конечно, упрощенное деление, но для целей анализа его вполне достаточно.

Поперечные температурные трещины - это трещины, проходящие перпендикулярно дороге. Считается, что их появление обусловлено разрушением при растяжении слоев асфальтобетона при падении температуры. Поперечные трещины измеряют путем подсчета количества непрерывных поперечных трещин на километр дороги. Поперечные трещины, которые пересекают только одну полосу движения, также должны быть приняты как температурные трещины, но их количество должно быть приведено к эквивалентному количеству трещин на полную ширину проезжей части. В НДМ допускается, что поперечные трещины воздействуют на 0,5 м ширины покрытия. Так, площадь поперечных температурных трещин (АСТ) рассчитывается как количество трещин на километр дороги $\times 0,5$ м \times ширину проезжей части.

Структурные трещины – это все остальные видимые трещины на покрытии. Считается, что их развитие связано с воздействием нагрузки от проходящих транспортных средств, приводящей к появлению структурных разрушений дорожной одежды. Количество таких трещин подсчитывается, исходя из предположения, что каждая отдельная трещина воздействует по ширине 0,5 м. Участки, на которых трещины проходят на расстоянии 0,5 м друг от друга и ближе, считают как площадь четырехугольника, описывающего сетку трещин. Сюда включается как сетка трещин (блочная), так и сетка крокодиловых трещин. Общая площадь всех структурных трещин – это сумма описываемых площадей и площади, полученной из расчета общей длины отдельных трещин (в большинстве случаев продольных), умноженной на 0,5.

Обследователям необходимо фиксировать как отдельные компоненты протяженность отдельных трещин и площади крокодиловых трещин или сетки трещин на километр дороги.

Обследователь, сидящий и зрительно оценивающий дефекты из кабины транспортного средства либо использующий для этого видеокамеру, установленную на автомобиле, в реальности способен заметить только широкие трещины. Эти трещины определены в НДМ как взаимосвязанные или линейные трещины шириной 3 мм или узкие трещины с шириной раскрытия более чем 3 мм. Поэтому полученные результаты измерений следует интерпретировать как площадь широких структурных трещин. Аналитик, занимающийся подготовкой входных данных, должен будет рассчитать, исходя из данной площади широких трещин, площадь всех структурных трещин, т.е. площадь трещин шириной более 1 мм, и определить DIST_ACW, площадь широких трещин (ACW) в процентах от площади всех структурных трещин (ACA).

В Приложении 2 предложен метод приблизительной оценки площади “Всех” структурных трещин, исходя из данных о доле площади “Широких” структурных трещин. В Приложении 2 также приведены детали расчета всех параметров трещин, запрашиваемых НДМ.

Выкрашивание

Выкрашивание означает потерю материала из поверхности покрытия обычно по причине плохого качества битума. Площадь выкрашивания -это площадь,

подверженная выкрашиванию без учета площади трещин (трещины считаются более серьезным дефектом покрытия). Обследователь записывает площадь выкрашивания в м² на километр дороги (округляя в большую сторону до 1 м²). Затем аналитик обрабатывает данные и выражает площадь выкрашивания в процентах от площади покрытия (RAVEL_AREA).

Ямочность

Ямочность означает наличие выбоин на покрытии диаметром не менее 150 мм и глубиной 25 мм. Выбоины меньшего размера подсчету не подлежат (но при ямочном ремонте их игнорировать нельзя). Обследователь должен подсчитать количество выбоин на километр дороги и это значение (PHOLE_NUM) затем вводят в HDM, где площадь оценивается, исходя из предположения, что средний размер выбоины составляет 0,1 м² (стандартная выбоина). Как бы то ни было, яму диаметром 0,5 м следует считать за две стандартных. Выбоина площадью 1 м² эквивалентна 8 стандартным выбоинам.

Разрушение кромки покрытия

Разрушение кромки покрытия означает потерю материала покрытия с кромки проезжей части. Обследователь должен оценить суммарную длину разрушения кромки покрытия в метрах на километр дороги в обоих направлениях (не может быть более 2000 м), а затем рассчитать среднюю ширину разрушения кромок. Аналитик вводит разрушения кромки как EDGEBREAK, площадь в м²/км.

Колейность

Колейность – это постоянный и неподдающийся исправлению вид деформации слоев покрытия, обусловленный воздействием транспорта и, в случае канализации по колею, накапливаемый во времени и признаваемый колею.

Холодный климат Архангельской области отражается на том, что асфальтобетон практически не испытывает серьезных пластических деформаций, и результаты инспектирования дорог Приморского района показали, что ни одна из дорог не подвержена значительному колеюобразованию. Поэтому нет особого смысла в измерении глубины колеи. Буде введено номинальное значение колеюности. Любые признаки колеюности в модели HDM будут обусловлены использованием шипованной резины. Глубина колеи RUT_DEPTH будет установлена в виде постоянной величины 2 мм для существующих покрытий.

Оптимальное время для визуальных обследований

Визуальные обследования лучше всего проводить в апреле или мае во время весеннего таяния, когда поверхность дороги уже полностью очищена от снега, а трещины максимально раскрыты и потому хорошо видны. Начинать обследования так рано необходимо еще и потому, что результаты можно использовать для оценки потребностей текущего содержания. В частности, ямочный ремонт рекомендуется выполнять сразу, как только погодные условия будут благоприятны, во избежание дальнейшего разрушения и расширения выбоин.

Комплектование команды обследователей

При выполнении визуальных обследований команде требуется одновременно выявлять и подсчитывать количество трех видов трещин, выбоины, оценивать площадь выкрашивания, определять протяженность и ширину разрушения кромки покрытия – и все это из кабины движущегося автомобиля. Две полосы осматриваются вместе.

Это должен быть поистине исключительный человек, пусть даже достаточно опытный, который может делать все эти вещи одновременно, а по окончании дать точный и достоверный отчет по оценке всех видов дефектов.

Рекомендуется. Чтобы визуальные обследования выполняли, по меньшей мере, два человека, которые делили бы задачи между собой. Например, один мог бы оценивать трещины, а другой – определять площадь выкрашивания, количество выбоин и разрушение кромки. В качестве альтернативы можно предложить проведение обследований за два захода по одному и тому же участку, если обследователь работает один. До тех пор, пока не будет достигнут необходимый уровень компетенции, рекомендуется, чтобы скорость движения транспортного средства не превышала 20-25 км/ч.

Если планируется применение видеокамеры, то, при обеспечении хорошего качества записи, аналитик может вновь и вновь просматривать запись и использовать требуемые данные, касающиеся видимых дефектов.

Обеспечение точности данных

В случае проведения обследований из кабины автомобиля, важно, чтобы результаты наблюдений обладали определенной степенью точности. Сотрудники Отдела диагностики объяснили, что время от времени они выполняли калибровку, проходя пешком по дороге и оценивая дефекты, а затем сравнивая эти результаты с данными наблюдений из кабины автомобиля. Конечно, это хорошая практика, и Консультант рекомендует принять эту процедуру калибровки для гарантии качества данных. Это можно осуществить следующим образом.

Калибровка

Обследователи должны время от времени выполнять обследования пешком на участке дороги, протяженностью 1 километр, имеющей типичные виды дефектов, точно измеряя площадь и длину деформаций по каждому 100 м участка, а затем суммируя их для определения общей величины на километр. После этого, на данном участке необходимо выполнить обследования из кабины транспортного средства, возможно повторяя поездку с тем, чтобы каждый член команды мысленно сравнил свое восприятие с фактическим положением дел. Эта процедура может также сопровождаться применением видеокамеры.

Воспроизводимость результатов

Второй обследователь время от времени должен выполнять независимое обследование нескольких километров дороги, проезжая по ним на автомобиле, а затем сравнить результаты с данными первого обследователя. Если разница

результатов существенна, оба обследователя должны вместе выполнить детальные измерения (пешком) и прийти к соглашению относительно измерений, а затем повторять вновь до получения удовлетворительных результатов, гарантирующих, что данные обследований из движущегося автомобиля воспроизводят данные точных измерений состояния, выполняемых пешком.

Гарантия качества данных (DQA)

Хотя инженеры, занимающиеся обследованием состояния дорожных одежд, могут быть достаточно подготовленными для решения этих задач, рекомендуется ввести простейшую форму обеспечения качества данных, в рамках которой будут регулярно выполняться упомянутая выше калибровка и проверка воспроизводимости результатов. Она будет основана на осуществлении определенного количества самопроверок на 100 км обследованных дорог и записи их после выполнения. Когда весной будут начаты работы по обследованию состояния, вначале необходимо выполнить контроль качества. В обеспечение DQA, начальник отдела время от времени должен осуществлять контроль того, что проверки действительно выполняются и ведется их запись.

Невозможно переоценить важность получения достоверных данных о состоянии дорог. Если информация является неточной, неполной или неверной, ни один последующий компьютерный анализ не может это компенсировать. Стратегические решения во многом зависят от достоверности собранных данных, поэтому можно без преувеличения сказать, что обследователь является самым главным членом команды Системы Управления Покрытиями (PMS).

Прочность дорожной одежды, определяемая при помощи УДН (FWD)

В Архангельскавтодоре придерживаются политики определения прочности дорожных одежд посредством выполнения тестов с использованием установки динамического нагружения (УДН) – измерения величины упругого прогиба поверхности покрытия под воздействием груза, падающего со стандартной высоты на жесткую стальную плиту. По величине прогиба рассчитывают общий модуль упругости дорожной одежды E_f , допуская, что она – однородное упругое полу-пространство. Полученный модуль упругости, который затем корректируют для стандартного значения температуры 10°C, является измерителем прочности дорожной одежды в России, используемым при проектировании дорожных одежд и определении толщины слоев усиления.

Прогиб, измеренный при помощи УДН в мм, может быть использован и в HDM при условии, что его величина будет конвертирована в эквивалентное значение прогиба балки Бенкельмана¹. В HDM требуется, чтобы прогибы были указаны для температуры 30°C, но Консультанты считают, что это слишком высокий температурный порог для климатических условий Архангельской области, и потому рекомендуют не вносить исправления в значения прогиба, измеренные в июле/августе.

Детали перевода прогибов УДН в прогибы балки Бенкельмана, а также введение температурных поправок (если они необходимы) приведены в Приложении 3.

¹ Перевод прогиба УДН в значение прогиба балки Бенкельмана является приблизительным, поскольку соотношение между воздействием статических и динамических напряжений изменяется в зависимости от реологических свойств исследуемых дорожных одежд.

Процедура

Для целей стратегического планирования вполне достаточно измерять прогиб у каждого километрового столба.

Автомобиль должен располагаться таким образом, чтобы измерения выполнялись на линии внешней колеи колеса. На каждом тестируемом участке необходимо произвести как минимум три измерения. Значение прогиба определяется как среднее из двух последних измерений.

Температурная стандартизация

Команда, выполняющая измерения с использованием УДН, должна измерять также температуру поверхности покрытия и соответствующую температуру воздуха не реже трех раз за каждый день измерений, фиксируя при этом время измерений. Термометр необходимо помещать в углубление на 20-35 мм ниже поверхности покрытия. В целях сравнения результатов измерений, проводимых в различные сезоны года, необходимо пересчитать значение прогиба для стандартной температуры 10°C в соответствии с ВСН 46-83, как это показано в Приложении 3. Однако Консультант рекомендует не вносить температурных поправок в значение прогиба для целей анализа HDM.

Оптимальное время для измерений прогиба

Обследования с использованием УДН выполнялись на участках М8 в различные месяцы 2000г. с весны по осень. Результаты обследований показали, что дорожная одежда наиболее ослаблена в июле или августе. По этой причине рекомендуется выполнять измерения в период с июля по сентябрь. Полученные в это время значения прогиба необходимо использовать в HDM в качестве измерителя прочности дорожной одежды "SNP" для "влажного сезона". Более подробное и полное объяснение дано в техническом отчете 5, "Часть 3 – Адаптирование HDM-4 для условий Архангельской области и схожих регионов с длительным периодом промерзания".

Для будущих сравнений, ссылок и анализа важно, чтобы аккуратно фиксировались и сохранялись в базе данных даты проведения измерений и температура на момент их выполнения.

Получение репрезентативного значения прогиба для каждого участка дороги

Допуская, что величина прогиба не сильно отклоняется от среднего значения и не очень отличается от начала участка дороги до конца, рекомендуется принимать среднее значение в качестве репрезентативной прочности дорожной одежды данного участка. В случае, если очевидно, что величины прогиба одного участка отличаются от прогиба другого, это говорит о том, что разбивку на участки следует пересмотреть. Наилучшим считается вычерчивание диаграммы полученных прогибов вместе со значениями предыдущих лет с тем, чтобы тщательно изучить результаты перед составлением рекомендаций по новой разбивке участков.

Характеристики дорожных покрытий

Ровность покрытия

Неровность дороги, измеряемая показателем ровности (IRI, м/км), является одной из наиболее важных характеристик состояния дорог, влияющих на величину транспортных затрат. Ровность дороги влияет как на скорость движения транспортного средства, при которой может быть обеспечена комфортность и безопасность поездки, так и на эксплуатационные затраты самого автомобиля. В большинстве случаев экономии затрат, по расчету HDM, можно достичь посредством снижения показателей ровности поверхности дорожных покрытий, и потому необходимо, чтобы измерения были точными.

Измерение ровности при помощи толчкомера (интегратора неровностей)

В “Архангельскавтодоре” используют интегратор неровностей, смонтированный на транспортном средстве. Он соединен с бортовым компьютером при помощи кабеля. Также в компьютер поступают данные с электронного одометра. Прибор позволяет измерять вертикальные перемещения шасси относительно оси, и результатом измерения ровности является сумма относительных перемещений вверх и вниз при движении вдоль измеряемого участка. Обычная процедура заключается в записи данных по каждому 50 м дороги. В итоге получается показатель ровности, измеряемый в см/км.

Калибровка

Количество перемещений шасси относительно оси зависит от жесткости подвески конкретного транспортного средства, а также его (и перевозимого груза) веса. Это означает, что измерения с использованием интегратора неровностей зависят от характеристик транспортного средства, как впрочем, и от ровности поверхности дороги. Показания прибора поэтому не являются непосредственно абсолютным измерителем ровности. Это значит, что показания прибора невозможно конвертировать прямо в Международный Показатель Ровности (IRI), без предварительной калибровки.

Здесь мы не будем обсуждать различные способы калибровки. Выбранный способ калибровки при помощи прибора MERLIN описан в приложении 4. Но, в принципе, калибровка заключается в том, чтобы использовать специальное оборудование для измерения ровности (IRI, м/км) на нескольких участках дорог с разными показателями ровности (изменяющейся от гладкой поверхности до неровной), а затем выполнить на тех же самых участках измерения при помощи толчкомера (интегратора неровностей). Показания толчкомера сравниваются с показателями IRI, а затем выводится формула для калибровочного пересчета. Используя эту зависимость можно конвертировать показания интегратора неровностей в эквивалентные показатели IRI.

На всем протяжении измерений оборудование и подвеска транспортного средства должны функционировать как и при калибровке. Должна соблюдаться корреляция. Важно время от времени подтверждать, что это действительно так. Необходимо предпринять следующие меры предосторожности:

- Перед началом выполнения ежегодных измерений ровности рекомендуется проверить, что рессоры и амортизаторы, а также шины находятся в рабочем состоянии.
- Вес транспортного средства должен быть примерно таким же, как при калибровке
- Давление в шинах должно быть тем же, что при калибровке
- Необходимо решить, с какой скоростью будет двигаться транспортное средство при производстве измерений. Проедьте на этой скорости по калибровочным участкам и затем поддерживайте ее в ходе измерений ровности. Рекомендуется выполнять калибровку на двух скоростях: приемлемой на очень неровных участках и той, с которой Вы собираетесь двигаться в большинстве случаев (50км/ч?).
- При измерении ровности водитель должен вести машину по колее. Он должен вести себя как среднестатистический водитель, объезжающий ямы и выбоины.
- Так как на жесткость подвески будет воздействовать температура, лучше всего выполнять измерения ровности в то время, когда температура не сильно отличается от той, которая имела место при калибровке.
- Для того, чтобы проверить точность калибровочной корреляции интегратора неровностей, рекомендуется выбрать участок дороги протяженностью около 500 м в непосредственной близости от базы и время от времени измерять его ровность. Если измеренная ровность та же, что и раньше, это доказывает правильность корреляции.

Поскольку известно, что ровность незначительно изменяется по сезонам (вместе с изменением уровня грунтовых вод, воздействием морозного пучения и весеннего таяния), для того, чтобы измерить среднегодовое значение ровности, рекомендуется выполнять измерения ровности в одни те же месяцы года: лучше в июне или сентябре.

Шероховатость покрытия

Шероховатость покрытия является важной характеристикой, влияющей на сцепление колес с покрытием. Макро-текстура, формируемая выступающими над поверхностью дороги каменными частицами, определяет способность отвода воды в месте контакта шин с покрытием (тонкие пленки воды). Поэтому шероховатость (а точнее, высота неровностей) оказывает большее влияние на коэффициент сцепления именно в сырую погоду при высокой скорости движения автомобиля. Высоту неровностей измеряют посредством определения объема пор (между заполнителем, выдающимся на поверхности покрытия) на единицу площади и выражают в мм. Для этого применяют метод песчаного пятна. Этот метод не является в России официальным, но в 1988 году вышло руководство, в котором описан метод, схожий с тем, что применяют в отделе диагностики "Архангельскавтодора". HDM запрашивает ввод высоты неровностей TEXT_DEPTH. Если же шероховатость не измеряют, то можно ввести какую-то постоянную величину. Для асфальтобетонного покрытия и поверхностной обработки предлагается вводить соответственно 2 и 4 мм.

Коэффициент сцепления

Сцепление шины с поверхностью покрытия влияет на количество и степень тяжести дорожно-транспортных происшествий по причине заноса автомобиля. Величина этого показателя особенно важна на подходах к пересечениям и примыканиям дорог, для

которых характерно движение тяжелых автомобилей. Когда со временем поверхность становится гладкой, или полируется, и высота неровностей уменьшается по причине износа покрытия, величина коэффициента сцепления может снизиться ниже допустимого значения. Тогда коэффициент сцепления необходимо повысить хотя бы на самых критических участках посредством устройства поверхностной обработки для восстановления необходимых показателей шероховатости и сцепления. В HDM применяется как показатель шероховатости, так и коэффициент бокового скольжения SFC, измеряемый при помощи SCRIM (Прибор для исследования коэффициента бокового скольжения) на скорости 50км/ч.

В Архангельске сцепление шин с поверхностью покрытия определяют при помощи переносного прибора, который измеряет коэффициент сцепления. Метод определения описан в ГОСТ Р50597-93. Считается, что он дает примерно те же результаты, что и ПКРС (пятое колесо). При желании можно конвертировать результаты измерения коэффициента сцепления в эквивалентные значения SFC с тем, чтобы включить моделирование коэффициента сцепления в HDM. Эту проблему необходимо исследовать. Между тем, HDM запрашивает ввод коэффициента сцепления "SKIDRESIST", а если измерения не проводятся, можно использовать значение по умолчанию равное 0.35.

Предлагается выполнять измерения показателей коэффициента сцепления и шероховатости по меньшей мере на подходах к важным пересечениям в одном уровне на участках, где среднегодовая среднесуточная интенсивность движения превышает, скажем, 2000 авт/сут.

Разбивка дорожной сети Приморского района на участка

Разбивка дорожной сети на участки уже выполнена, и дороги большой протяженности уже разбиты на участки с разной интенсивностью движения. Прочие контрольные точки для разбивки были выбраны там, где происходит смена типа покрытия или условий. Необходимо сделать пересмотр разбивки на участки с целью отражения последних изменений и проведения более детального анализа.

Можно увидеть, что конец некоторых участков не совпадает с километровым столбом и протяженность последнего сегмента дороги составляет менее километра. Поэтому следует быть внимательными при измерении количества на километр, так как допуск сделан на меньшую длину.

Безопасность производства работ

Необходимо подчеркнуть, что когда персонал выполняет обследования или тесты на дороге, они должны строго следовать правилам безопасности и одевать яркие жилеты со светоотражающими элементами. На транспортном средстве сзади должны быть установлены соответствующие предупреждающие знаки. На крыше транспортного средства должен быть установлен оранжевый проблесковый маячок для предупреждения следующих навстречу водителей

Проведение обследований для детального анализа проектов

Когда готовы результаты Стратегического Анализа и приняты решения в отношении выбора дорог для производства капитального ремонта и работ по содержанию, для

необходимо выполнить детальные обследования для определенных проектов, как например, реконструкция, перекрытие слоем, устройство поверхностной обработки.

Визуальные обследования необходимо выполнять пешком, исследуя дорогу по 100-метровым сегментам, применяя ту же методологию, что и при обследовании участков, протяженностью 1 км. Необходимо измерить площади, подверженные серьезным деформациям, которые могут быть исправлены посредством добавления материала и перекрытия слоем либо поверхностной обработки. Для этой цели обследователи должны воспользоваться мерной лентой.

Определение прогиба при помощи установки динамического нагружения необходимо также выполнять с интервалом 100 м, а также на участках, отличающихся по структуре или более остальных подверженных разрушениям.

Все собранные данные должны в дальнейшем содействовать принятию инженерных решений в отношении точного местоположения, протяженности участка выполнения работ, определения (проектирования) толщины слоев перекрытия.

Затем можно запустить HDM, группируя схожие по характеристикам 100 м участки дорог для проведения анализа. Предлагаемые работы можно оформить как проект для определения стоимости строительства и калькуляции экономических выгод в качестве обоснования проекта.

Собранная информация не только является входными данными для HDM, но и формирует основу для подготовки Спецификации объемов работ. В HDM содержится только ограниченное количество видов работ, которые можно подразделить на отдельные рабочие операции Спецификации объемов работ. Прочие необходимые виды работ (не связанных с ремонтом дорожных одежд), как, например, ремонт элементов обустройства или ремонт водопропускных труб, будут также включены в Bill, но в HDM будет включена только их стоимость.

Глава 2 Сбор Данных по Интенсивности и Скоростям Движения Транспорта, Осевым Нагрузкам

Введение

Глава 2 данного Технического Отчета описывает процесс сбора данных по интенсивности движения транспорта и осевым нагрузкам, которые будут использоваться для анализа НДМ-4 в Архангельскавтодоре. Три наиболее важных вопроса данной главы: данные учета интенсивности, данные замеров осевых нагрузок и данные замеров скоростей движения транспортных средств.

Данные Учетов Интенсивности

Для того проводить эффективное транспортное планирование необходимо иметь точные данные по интенсивности транспортного движения и уметь прогнозировать возможную интенсивность автотранспорта, которую следует ожидать на дороге или дорожной сети, которая подвергается оценке. Интенсивность транспорта, однако, сильно возрастает в определенные времена года и в определенные часы суток. Поэтому транспортный планировщик должен быть знаком с поведением транспорта в целом, прежде чем приступить к проведению прогнозных исследований.

Интенсивность

Следующие три вида циклических колебаний представляют особый интерес:

- суточные колебания интенсивности (за 24 часа),
- недельные колебания (за 7 дней),
- сезонные колебания (за 4 сезона).

Кроме этого, транспортный планировщик должен знать распределение транспорта по направлениям движения и то, как меняется состав потока. Глубокое понимание всех этих вопросов является основным требованием к любой программе планирования развития транспортной сети.

Существующие Методы Учета

Существующие процедуры учета интенсивности соответствуют «Временной Инструкции по учету интенсивности и состава транспортного потока на дорогах общего пользования Архангельской области» от 1995 г. Данная Временная Инструкция была составлена на основании ВСН 6-90.

На дорогах федерального значения ручной учет интенсивности проводится один раз в месяц, а на областных – один раз в квартал. Минимальное требование для местных дорог – проводить учет не реже одного раза в 5 лет. Учет интенсивности проводится силами РДО (районный дорожный отдел) в течение одного часа. Временная

Инструкция рекомендует проводить учет в середине месяца, по возможности в Среду или Четверг, в дневное время в период 09.00-12.00 или 14.00-18.00. В конце каждого квартала, РДО посчитывает среднесуточную интенсивность за квартал и отправляет информацию в Отдел Содержания Автодора, где производится расчет Среднегодовой Суточной Интенсивности Движения (AADT - ССИД).

Временная Инструкция определяет семь основных категорий транспортных средств:

1. Легковые автомобили
2. Легкие грузовые ТС (грузоподъемность < 2 т).
3. Средние грузовые ТС (грузоподъемность от 2.1 до 6 т).
4. Тяжелые грузовые ТС (грузоподъемность от 6.1 до 8 т).
5. Очень тяжелые грузовые ТС (грузоподъемность от 8.1 до 14 т).
6. Сверх-тяжелые грузовые ТС (грузоподъемность > 14 т).
7. Автобусы

Колесные тракторы также учитываются отдельной категорией ТС, но они не включаются в суммарное значение AADT, рассчитываемое Автодором.

Временная Инструкция указывает ряд переводных коэффициентов для превращения одночасовых замеров в суточную интенсивность движения, в зависимости от конкретного часа проведения замера.

Для расчета среднесуточной интенсивности движения (ADT) значение интенсивности одночасового замера необходимо разделить на коэффициент по следующей формуле:

$$N_{\text{сут}} = \sum_i^n \frac{N_i}{f} , \text{ авто/сут}$$

где, $N_{\text{сут}}$ – общая интенсивности движения, ADT.
 N_i – одночасовая интенсивности движения каждой категории (i) ТС;
 f – переводной коэффициент.

Таблица Переводных Коэффициентов от Часовой к Суточной Интенсивности Движения на Основании Часа Проведения Замера

Время Начала Проведения Замера							
9	10	11	14	15	16	17	18
0.0653	0.0637	0.0659	0.0644	0.0608	0.0635	0.0631	0.0655

Интересно заметить, что данные коэффициенты применяются независимо от дня недели проведения замеров (даже, несмотря на то, что рекомендуется проводить учет или в Среду, или в Четверг), а также независимо от месяца проведения учета. Обычной практикой является использование трех видов переводных коэффициентов:

- Коэффициент перевода часовой интенсивности в среднесуточную (в зависимости от конкретного часа проведения замера);
- Коэффициент перевода суточной интенсивности в средненедельную (в зависимости от конкретного дня проведения замера);
- Коэффициент перевода месячной интенсивности в среднегодовую (в зависимости от конкретного месяца проведения замера).

Ранее, до 1995 года, продолжительность каждого замера интенсивности была 24 часа. Однако, фактически РДО, очевидно, не выполняли данное требование и поэтому результаты многих замеров (если не всех) были фиктивными. Переход на систематические часовые замеры кажутся компромиссом для получения хотя бы минимального уровня достоверности процедуры учета.

В дополнение к ручному учету интенсивности, Архангельскавтодор имеет оборудование автоматического учета интенсивности, установленное на различных дорогах области. Система замеров и регистрации интенсивности предназначена для обеспечения удаленного автоматизированного измерения и записи характеристик транспортных потоков на дорогах.

На каждом пункте учета установлены двойные индуктивные петли на каждой полосе проезжей части (4 петли на дороге с отдельной проезжей частью), которые присоединены к устройству записи, регистрирующему проходящие автомобили. Оборудование позволяет классифицировать ТС по 10 категориям на основании различных размеров. Для нормальной работы системы, расстояние между ТС должно быть не менее 2.5 метров, скорость движения от 20 до 200 км/ч.

Производитель системы разработал программное обеспечение "ELIS" для представления результатов учета. Она выдает на экран 3 вида графиков: месячная, суточная и часовая интенсивность по категориям ТС. На графиках также указывается общая интенсивность, средняя и максимальная скорость движения. Перенос данных с устройства записи на компьютер с программным обеспечением выполняется при помощи встроенного модема по телефонной линии или через COM-порт.

К сожалению, все пункты автоматического учета в данный момент не работают из-за технических причин. Долговременные данные по месячным, суточным и часовым потокам также оказались недоступны.

Консультанты были проинформированы, что в прошлом достоверность переводных коэффициентов была подтверждена при помощи долговременных данных с пунктов автоматического учета. Подробности данного анализа не были предоставлены Консультантам.

Транспортные Данные в HDM-4

Данная глава нацелена на описание процесса ввода транспортных данных, представления и обработки в HDM-4.

Регистрация Транспортных Данных

В окне описания дорожной сети в HDM-4 интенсивность регистрируется в виде общей AADT (отдельно для моторизованного и немоторизованного транспорта). Также указывается год AADT (год, в который данная интенсивность была зарегистрирована).

AADT может быть обновлена в любой момент после проведения нового учета, важно также обновить год замера AADT.

Транспортный поток может быть описан как «двусторонний» (обычный формат) или как «односторонний в гору», или «односторонний под гору». Нижеприведенный рисунок показывает существующую сеть дорог Приморского района с указанием AADT для 2000 г. Все интенсивности показаны в наиболее удобной форме двусторонней совокупной интенсивности. В настоящий момент уже известны значения интенсивности для 2001 года, поэтому колонка AADT может быть обновлена на основании этих данных.

ID	Описание	Направление Движения	Кол-во Полос	Ширина Обочин, м	Тип Скоростного Потока	Схема Потока Транспорта	Климатич. Зона	Категория Дороги	AADT Мот. Трн	Год AADT
10_1	10_1 Shirsha-Animal farm	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	342,00	2000
10_2	10_2 Shirsha-Animal farm	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	236,00	2000
11_1	11_1 SPPM-Povrakula	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	358,00	2000
12_1	12_1 Velikoe-Kiparovo	Двустороннее	2,00	1,80	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	127,00	2000
12_2	12_2 Velikoe-Kiparovo	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	127,00	2000
13_1	13_1 Anisimovo-Perhachevo	Двустороннее	2,00	1,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	226,00	2000
13_2	13_2 Anisimovo-Perhachevo	Двустороннее	2,00	1,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	226,00	2000
15_1	15_1 Horkovo-Prichal	Двустороннее	2,00	0,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	20,00	2000
17_1 C	17_1 Nizhnee Ladno-Verhnee	Двустороннее	2,00	1,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	117,00	2000
18_1	18_1 Rikasiha-Laya	Двустороннее	2,00	1,30	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	180,00	2000
18_2	18_2 Rikasiha-Laya	Двустороннее	2,00	1,20	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	180,00	2000
18_3	18_3 Rikasiha-Laya	Двустороннее	2,00	1,10	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	65,00	2000
19_1	19_1 Lasnaja Rechka-Katunin	Двустороннее	2,00	2,25	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	286,00	2000
19_2	19_2 Lasnaja Rechka-Katunin	Двустороннее	2,00	2,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	286,00	2000
2_1	2_1 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	4,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	6464,00	2000
2_10	2_10 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	3,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	4433,00	2000
2_11	2_11 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	3,20	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	4433,00	2000
2_2	2_2 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	3,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	6464,00	2000
2_3	2_3 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	4,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	6464,00	2000
2_4	2_4 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	4,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	6464,00	2000
2_5	2_5 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	4,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	6464,00	2000
2_6	2_6 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	4,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	4685,00	2000
2_7	2_7 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	3,80	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	4685,00	2000
2_8	2_8 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	4,30	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	4685,00	2000
2_9	2_9 Access to Severodvinsk	Двустороннее	2,00	3,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Territorial	4433,00	2000
21_1	21_1 Access to airport Vask	Двустороннее	2,00	2,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	970,00	2000
21_2	21_2 Access to airport Vask	Двустороннее	2,00	2,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	970,00	2000
21_3	21_3 Access to airport Vask	Двустороннее	2,00	2,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	638,00	2000
22_1 C	22_1 Access to Felshinka	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	220,00	2000
23_1	23_1 Access to Rikasovo	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	600,00	2000
23_2	23_2 Access to Rikasovo	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	683,00	2000
23_3	23_3 Access to Rikasovo	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	386,00	2000
24_1	24_1 Access to Tsiglomen	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	1050,00	2000
25_1	25_1 Access to Levkovka	Двустороннее	2,00	1,50	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	95,00	2000
26_1 C	26_1 Access to museum	Двустороннее	2,00	2,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	56,00	2000
27_1	27_1 Access to Zachapino	Двустороннее	2,00	1,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	126,00	2000
28_1	28_1 Access to Psarevo	Двустороннее	2,00	1,00	2 Полосы Широкая	Свободный Поток	Архангельск	Local	54,00	2000

Состав Транспортного Потока







Как говорилось ранее, только общая AADT регистрируется в окне Описание Сети Дорог. Однако, HDM-4 использует состав транспортного потока для расчета степени разрушения дорожной одежды.

Различные типы транспортных средств создаются в окне Описание Данных ТС. Приведенное ниже окно показывает парк ТС, состоящий из 7 транспортных средств, который был предложен к использованию в Ноябре 2001 г. По умолчанию, все типы ТС располагаются в списке в алфавитном порядке.

HDM-4 - [Парк ТС: NWRRM_121101 - Данные Описания]

Рабочая область Парк ТС Вид Окно Помощь

Название	Класс	Дата Послед. Изменений	Базовое Трансп. Средство	Категория
GAZel	Фургоны	12.11.2001	Грузовой Фургон Лег	Моториз.
KAMAZ 5410p	Грузовики	12.11.2001	Автопоезд	Моториз.
KAMAZ 5511	Грузовики	12.11.2001	Грузовик Тяжелый	Моториз.
Lada 2110	Легковые авто	12.11.2001	Легковая Малая	Моториз.
LAZ 699	Автобусы	12.11.2001	Автобус Средний	Моториз.
MAZ 500	Грузовики	12.11.2001	Грузовик Средний	Моториз.
ZIL 130	Грузовики	12.11.2001	Грузовик Средний	Моториз.

 Добавить Новое ТС
  Удалить
  Ред.
  Инфо
  Сохранить
  Выход

Для Помощи, нажмите F1

При вводе установок анализа стратегии в HDM-4, пользователь должен выбрать как участки дорог для анализа, так и транспортные средства, их использующие. На основании данного выбора HDM-4 устанавливает ID (идентификационный код) и для участков (SEC_ID) и для ТС (VEH_ID). Нумерация начинается с 0 и последовательно идет далее, например, если все семь ТС вышеуказанного парка будут выбраны для анализа, то нумерация будет от 0 до 6. Однако, программа раздает коды не в алфавитном порядке, как приведено выше, а по другим специальным правилам, описанным ниже.

Определение типичных ТС в HDM-4 выполняется по трех-уровневой иерархии:

- Категории – Моторизованное ТС или НеМоторизованное ТС;
- Классы – группы схожих ТС, например, легковые автомобили, грузовики и т.п.;
- Типы – отдельные типы ТС, для которых представляется набор взаимосвязей модели ВПД.

Данные категории, классы и типы ТС перечислены в Техническом Отчете 5 (Глава 1, п.1.3.1).

ТС, включенные в анализ перечислены в файле STR-SELVEHICLES.dbf вместе с соответствующим кодом VEH_ID. Содержание данного файла приведено ниже:

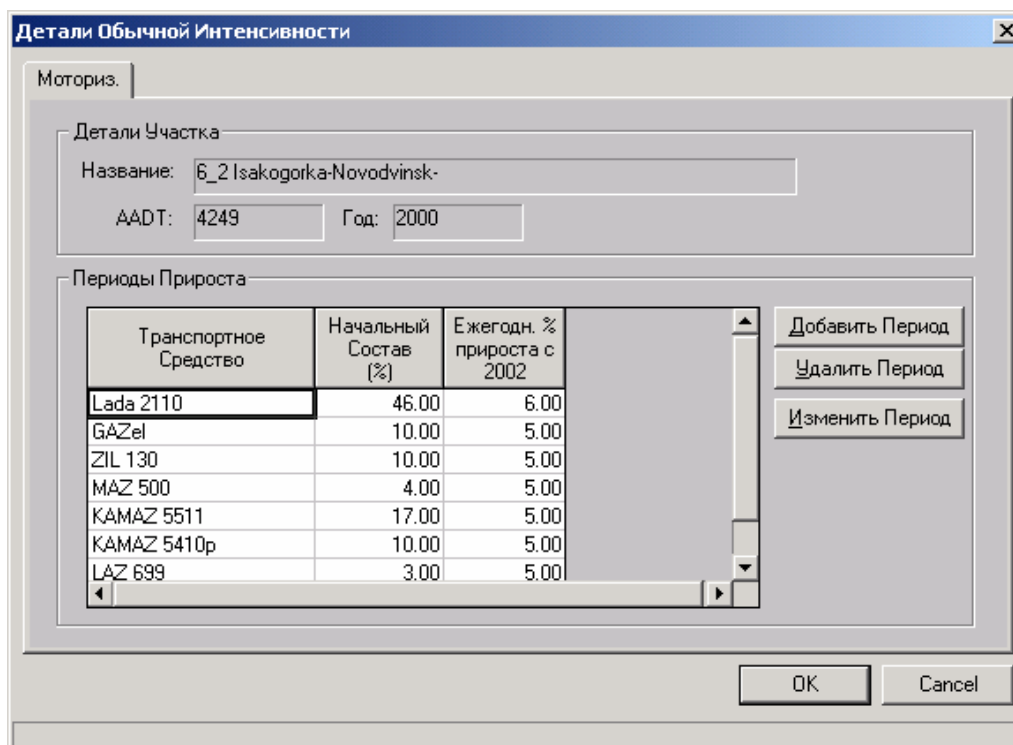
ANALYSISID	VEH_ID	VEH_NAME
0	0	Lada 2110
0	1	GAZel
0	2	ZIL 130
0	3	MAZ 500
0	4	KAMAZ 5511
0	5	KAMAZ 5410p
0	6	LAZ 699

Полный набор данных для ввода в модель ВПД для каждого типа ТС приведен в файле VEHICLES.dbf. Нижеприведенная таблица показывает первые 6 колонок этих исходных данных.

VEH_ID	VEH_NAME	CATEGORY	BASE_TYPE	CLASS	INFO
0	Lada 2110	0	1	1	малый легковой автомобиль
1	GAZel	0	5	2	очень легкий микро-фургон (4 колеса)
2	ZIL 130	0	8	3	средний 2-осный грузовик (> 3.5 тонн)
3	MAZ 500	0	8	3	средний 2-осный грузовик (> 3.5 тонн)
4	KAMAZ 5511	0	9	3	много-осный грузовик
5	KAMAZ 5410p	0	10	3	автопоезд или полу-прицеп
6	LAZ 699	0	13	4	средний автобус (3.5 - 8.0 тонн)

Из данной таблицы следует, что коды VEH_ID основаны, соответственно, на категории, базовом типе и классе в возрастающем порядке. В приведенном примере, ЗиЛ 130 и МАЗ 500 – идентичны по категории, базовому типу и классу ТС. Поэтому, необходимо заметить, что назначение кода VEH_ID основано не на буквенно-цифровой последовательности поля VEH_NAME, а на возрастающем цифровом порядке соответствующих входных переменных (в данном случае, ежегодном пробеге).

Важно понять разницу последовательности в списке, которая основана на наборе буквенно-цифровых символов поля VEH_NAME и является значением по умолчанию в окне парка ТС, указана в возрастающем порядке VEH_ID в окне «Детали обычной интенсивности» (см. ниже), что определяет состав транспортного потока. Окно также содержит данные ежегодного прироста по каждому типу ТС.



Детали Обычной Интенсивности

Моториз.

Детали Участка

Название: 6_2 Isakogorka-Novodvinsk

ААДТ: 4249 Год: 2000

Периоды Прироста

Транспортное Средство	Начальный Состав (%)	Ежегодн. % прироста с 2002
Lada 2110	46.00	6.00
GAZel	10.00	5.00
ZIL 130	10.00	5.00
MAZ 500	4.00	5.00
KAMAZ 5511	17.00	5.00
KAMAZ 5410p	10.00	5.00
LAZ 699	3.00	5.00

Добавить Период
Удалить Период
Изменить Период

OK Cancel

Автоматизация процесса ввода данных состава движения и ежегодного прироста

Как было упомянуто выше, суммарная среднегодовая среднесуточная интенсивность движения (AADT) регистрируется в файле Описания Сети Дорог, и эти данные необходимо систематически обновлять сразу по получению новых данных учета. Окно «Детали обычной интенсивности» (пример окна приведен выше) содержит первоначальный состав движения, выраженный в процентах ТС того или иного типа (в год проведения учета интенсивности), и средний процент прироста для каждого типа ТС за указанный период прироста.

Для анализа проекта можно достаточно быстро и легко вручную ввести данные по первоначальному составу движения и ежегодный прирост по каждому типу ТС в процентах для одного или нескольких участков дорог, для которых необходимо выполнить анализ. Однако, для анализа стратегии или программы, процесс ввода данных вручную требует много времени и может привести к появлению ошибок. Например, сеть дорог Приморского района включает 87 участков дорог, и мы определили парк ТС, основанный на 7 типах ТС. Если бы нам потребовалось определить отдельно три периода прироста (например, 2002-2005, 2005-2010 и 2010 и далее) и выполнить анализ чувствительности по трем сценариям – оптимистический, средний и пессимистический сценарии роста, нам нужно было бы ввести вручную 5481 значение ($87 \times 7 \times 3 \times 3$). Далее, каждый раз при обновлении данных (или допущения при оценке прироста изменились), потребуется проделать огромную работу по обновлению прежних данных. В таком случае, имеется серьезный аргумент в пользу попытки автоматизации импорта данных о составе движения и проценте прироста. Процедура автоматизации ввода данных описана ниже.

Что касается состава ТС, HDM-4 запрашивает ввод данных о транспортном потоке по типам ТС, выраженных в процентах от суммарной интенсивности движения (AADT). Значения указаны с точностью до двух знаков после запятой, т.е. 1% от AADT соответствует 1.00. Для каждого участка сети данные о транспортном потоке по типам ТС в процентах от суммарной интенсивности AADT сохраняются в файле формата dBase - **STR-VEHCOMP.HDBF**. В HDM-4 необходимо, чтобы указанные процентные значения в составе в сумме составляли точно 100.00 (т.е. все ошибки вследствие округления были бы исправлены).

HDM-4 также запрашивает ежегодный прирост в процентах по типам ТС за каждый период прироста. Эти данные необходимы модели для расчета AADT за каждый год анализа. Для каждого участка HDM, по каждому типу ТС и для каждого периода прироста в файле формата dBase - **STR-VEHGROWTHS.HDBF**, сохраняется средний ежегодный процент прироста. Эти значения указываются с точностью до двух знаков после запятой, 1% прироста в год соответствует значению 1.00.

Автоматизированный процесс должен включать операции создания необходимых файлов **STR-VEHCOMP.HDBF** и **STR-VEHGROWTHS.HDBF** как выходные данные системы CARMAN, а также импорта файлов в соответствующую текущую директорию для HDM-4. Все необходимые расчеты и манипуляции с данными должны выполняться с использованием модуля «Конвертер HDM-4» системы CARMAN. Пример извлечения этих файлов приведен в Приложении 5. Что касается кодов VEH_ID, более подробно они описаны в пункте 2.2.3.2.

Корректировка Разницы Интенсивностей Зимнего и Летнего Периода

В Техническом Отчете 5 “Калибровка HDM-4” (Глава 2.4 и 2.5) предлагалась специальная процедура использования модели разрушения HDM-4. Для того, чтобы прочность дорожной одежды и разрушение были корректно смоделированы, предлагалось разделить два сезона и под сухим сезоном понимать зимний период (вода находится в твердом состоянии), а под влажным – весну и лето (когда вода находится в жидком фазе, а земполотно – в наислабейшем состоянии).

В Главе 3.9 Технического Отчета 5 рекомендуется проводить анализ для дорог, поверхность которых покрыта снегом в течение зимнего периода, только для весенне-осеннего и летнего сезонов, когда поверхность полностью очищена, а зимний период не учитывать. Следовательно, в HDM-4 необходимо вводить данные по суммарной интенсивности AADT для периода «чистой поверхности» деленные на 365. Согласно регистрации значений температур за последние 21 год средняя температура ноября составляет -5°C , а апреля - 0°C . Предлагается принимать продолжительность зимнего периода равной 5 месяцам (с ноября по март включительно).

На основе вышесказанного, предлагается для дорог, поверхность которых покрыта снегом в течение зимнего периода, вводить в HDM-4 данные по интенсивности, представляющие собой значения суммарной AADT за период «чистого покрытия», поделенные на 365. Для этого рекомендуется изучить имеющиеся в РДО ежемесячные данные учета интенсивности (в настоящий момент учет осуществляется не Автодором) с тем, чтобы вывести для каждого месяца года средние ежемесячные коэффициенты. Применяя эти коэффициенты, станет возможным выполнить расчет доли интенсивности за период «чистого покрытия» в общей суммарной интенсивности за год, а, значит, и определить коэффициент для конвертации AADT в суммарную интенсивность за период «чистого покрытия» путем деления на 365. Первоначально будет сделано допущение, что состав движения не будет меняться в течение года, т.е. это не повлияет на отклонения значений состава ТС, вводимых в HDM-4, как описано выше в пункте 2.2.3.3.

Регистрацию достоверных ежемесячных данных и все необходимые расчеты и манипуляции с данными следует выполнять в рамках охвата модуля системы CARMAN “Конвертер HDM-4”.

Рекомендации для сбора данных учета интенсивности

На основании анализа существующих методов сбора данных учета и потребностей ввода данных в HDM-4, Консультант рекомендует внести некоторые изменения относительно сбора транспортных данных в будущем. Рекомендации приведены ниже.

Категории ТС

Консультант рекомендует включить дополнительную категорию ТС в классификацию категорий, а именно Микроавтобус. В настоящее время неясно, регистрировать ли микроавтобус (например, «Газель») как автобус или как легкий грузовой автомобиль. Степень заполнения микроавтобусов пассажирами весьма отличается от автобусных, так и категории легких грузовых автомобилей. Введение дополнительной категории позволит дать более точное представление о парке ТС Архангельска за счет входных параметров RUE в HDM-4.

Продолжительность учета интенсивности движения

Консультант понимает очевидные доводы в пользу коротких (часовых) замеров интенсивности по сравнению с попытками проведения полного круглосуточного учета. Однако, Консультанты считают, что в этом случае велик предел погрешности, а значит, в результате учета с точки зрения статистики может быть получен низкий уровень достоверности и точности данных интенсивности AADT. Кроме того, чем больше интенсивность движения, тем больше потенциальный предел погрешности. Поэтому Консультанты рекомендуют периодически проводить более продолжительные учеты интенсивности с целью повышения достоверности, от чего зависит последующие результаты. Также Консультант рекомендует проводить кампанию на М8, заключающуюся в осуществлении 12-часового ручного учета интенсивности (08.00-20.00). Для определения колебаний интенсивности в течение дня и недели, рекомендуется выполнять замеры непрерывно в течение семи дней, по меньшей мере, на одном участке М8. Также рекомендуется выполнять 12-часовые учеты интенсивности на участках калибровки MERLIN.

Коэффициент пересчета интенсивности ADT

Консультант рекомендует выполнить анализ коэффициентов пересчета интенсивности, предложенных во Временной инструкции 1995 года и корректировки методологии с целью охвата трех групп коэффициентов пересчета, включая:

- Коэффициент перевода часовой интенсивности в суточную;
- Коэффициент перевода суточной интенсивности в недельную, и
- Коэффициент перевода месячной интенсивности (по среднему месяцу) в годовую.

Консультант убежден в том, что интенсивность меняется по дням недели и месяцам, поэтому важно учитывать эти колебания. В дальнейшем, для применения НДМ-4 в Архангельске, необходимо иметь достоверную информацию о сезонных колебаниях интенсивности движения транспортных потоков. Первоначально, коэффициенты должны быть основаны на исторических данных, включая данные ежемесячного учета, выполняемого РДО, а также исторические данные автоматических счетчиков интенсивности.

Долгосрочный мониторинг интенсивности

Консультант рекомендует к выполнению систему долгосрочного мониторинга, как только это представится возможным. Наблюдения за транспортными потоками и система регистрации, включающая применение автоматических счетчиков интенсивности, формирует неотъемлемый элемент процесса мониторинга. Результаты долгосрочного мониторинга будут использованы для анализа ежегодных изменений объемов движения (выраженных в AADT), а также для пересмотра и обновления коэффициентов пересчета, упомянутых в 2.2.5.3. Для этого необходимо отремонтировать или восстановить имеющиеся автоматические счетчики с целью осуществления непрерывного сбора данных. В случае получения данных непрерывного учета в течение года станет возможной местная калибровка Схемы транспортных потоков в модели транспортной перегруженности НДМ-4 (см. Технический отчет 5, пункт 1.4.2), которая будет достоверна для федеральной трассы М8.

Необходимо рассмотреть автоматизацию записей учета интенсивности, осуществляемого РДО, и уделить особое внимание восстановлению и архивации исторических данных учета интенсивности, включая данные ручного учета с разделением по типам ТС и данные автоматического учета.

Консультанты рекомендуют подготовить “Годовой транспортный отчет”, в котором приведены данные об объемах движения, исторические данные, а также основные тенденции. В отчете должны входить руководства для составления прогнозов по перспективным транспортным потокам, основанных, например, на тенденциях экономического роста Архангельской области, национальном приросте интенсивности, изменениях численности населения и темпах автомобилизации (кол-во ТС на 1000 жителей) и т.д. Кроме того, в отчет можно включить данные, связанные с безопасностью движения и количеством ДТП на сети дорог Архангельской области.

Разница интенсивности зимнего и летнего периодов

Консультанты выявили необходимость определения разницы в интенсивности движения в течение зимних (ноябрь-март) и весенне-летне-осенних месяцев (апрель-октябрь) на дорогах, где допускается наличие снега на покрытии в течении зимы, с целью более точного моделирования разрушений сети дорог в Архангельске. Для этого предлагается определить месяц в году для определения средних месячных коэффициентов. При помощи этих коэффициентов станет возможным определение доли интенсивности за период «чистого покрытия» в общей суммарной интенсивности за год, а, значит, и определить коэффициент для конвертации AADT в суммарную интенсивность за период «чистого покрытия» путем деления на 365. Первоначально предлагается получить эти коэффициенты, используя имеющиеся данные учетов, проводимых РДО. Затем данные коэффициенты необходимо пересмотреть и обновить в рамках долгосрочного мониторинга, упомянутого выше. Регистрацию достоверных месячных данных и все необходимые расчеты и манипуляции с данными необходимо осуществлять в пределах охвата модуля “Конвертер HDM-4” системы CARMAN.

Автоматизация ввода данных о составе движения и данных процента прироста в HDM-4

Для анализа проекта Консультант рекомендует вручную ввести первоначальный состав движения и ежегодные коэффициенты прироста (%) для каждого типа ТС по одному или нескольким анализируемым участкам дорог. Однако, для целей анализа стратегий и программ Консультанты рекомендуют, чтобы процессы определения состава движения и ежегодного прироста были автоматизированы. Желательно, чтобы процедура автоматизации включала создание необходимых файлов **STR-VEHCOMP.HDBF** и **STR-VEHGROWTHS.HDBF**, являющихся выходными данными системы CARMAN, и последующий импорт файлов в соответствующую директорию HDM-4. Все необходимые расчеты и манипуляции с данными должны осуществляться при помощи модуля “Конвертер HDM-4” системы CARMAN.

Данные осевой нагрузки

В данной главе Части 2 Технического отчета приведено руководство по методам исследований нагрузки на ось ТС. Цель исследований осевой нагрузки заключается в определении (с максимально возможной степенью статистической точности) полный вес и массу грузов, перевозимых ТС по сети дорог, а также разрушения покрытий, обусловленные движением данных ТС.

Коэффициент разрушений, вызванных ТС (VDF)

В модели HDM коэффициент разрушения, причиняемого дорожной одежде транспортными средствами (VDF) отражает оценку повреждений, наносимых дорожной одежде тяжелыми автомобилями и представляет собой функцию конфигурации осей и массы. VDF рассчитывается по формуле:

$$VDFVEH_k = \sum_{i=1}^n \left(\frac{AX_i}{SX_i} \right)^4$$

и

$$VDF = \frac{\sum_{k=1}^z VDFVEH_k}{z}$$

где,

VDFVEH _k	коэффициент разрушения для автомобиля k (ESA/автомобиль)
VDF	коэффициент разрушения для потока автомобилей (ESA/автомобиль)
AX _i	нагрузка на ось i (тонн)
SX _i	стандартная нагрузка на группу осей j (тонн)
n	количество осей автомобиля
z	количество автомобилей в потоке

Стандартная нагрузка на ось с двумя колесами принята равной 80 кН (около 8.2 тонн). Так как для двойных и тройных групп осей могут использоваться различные стандартные нагрузки, Консультанты рекомендуют рассматривать каждую ось отдельно и считать нагрузку на двойную ось как нагрузку на две одинарные оси. Другими словами, при прогнозировании разрушения дорожной одежды игнорировать влияние расстояния между осями.

Существует несколько важных моментов, относящихся к коэффициенту разрушения (VDF), которые следует отметить.

- Так как показатель степени в уравнении VDFVEH равен 4, VDF следует рассчитывать как средний VDF на автомобиль, а не как VDF для автомобиля со средней массой. Средний VDF всегда выше VDF для среднего веса.
- VDF является суммой всех коэффициентов нагрузки на ось для всех групп осей автомобиля, а не коэффициентом разрушения для средней нагрузки на ось.
- VDF должен представлять собой средний VDF всех автомобилей какого-либо класса, входящих в транспортный поток, включая пустые, частично загруженные и перегруженные автомобили.

С учетом этого необходимо добавить дополнительную колонку данных для преобразования каждого записанного значения нагрузки на ось в эквивалентную нагрузку 80 кН следующим образом:

$$\left(\frac{AX}{8.2}\right)^4$$

Как говорилось выше, VDFVEH является суммой таких значений по каждой оси автомобиля

$$VDFVEH_k = \sum_{i=1}^n \left(\frac{AX_i}{8.2}\right)^4$$

Сбор данных

Общее

Оборудование для сбора данных осевой нагрузки могут быть двух основных типов:

- Зафиксированная платформа весового контроля, или
- переносные платформы весового контроля

Преимущества статической платформы состоят в том, что она позволяет осуществлять систематический и длительный сбор данных осевой нагрузки на определенном участке сети дорог. Достоинства переносной платформы заключаются в возможности определения осевой нагрузки на разных участках и различных типах дорог.

На федеральной трассе Москва-Архангельск имеется зафиксированная платформа весового контроля, размещенная недалеко от г. Архангельска. Консультанты побывали на станции весового контроля. Оборудование находилось в рабочем состоянии, позволяя измерять нагрузку на ось Полного веса ТС, движущихся в направлении Архангельска. Некоторые данные были уже предварительно собраны, но, поскольку их нельзя было импортировать в среду Windows, анализ данных был затруднен.

Оборудование используется для выявления перегруженных автомобилей в контексте действующего законодательства, относящегося к вопросам нагрузки на ось. Новое оборудование было приобретено и доставлено, а его монтаж ожидается в конце 2002г. Консультанты уверены в том, что запись данных для новой системы будет осуществляться в таком формате, чтобы их можно было анализировать в Microsoft Excel. Консультанты выполняют анализ данных нового оборудования как только оно будет работать. Станция весового контроля сформирует основной источник данных для калибровки характеристик нагрузки на ось парка ТС Архангельска.

Переносные (пеердвижные) станции весового контроля также имеются в собственности государства, что позволяет выполнять замеры осевой нагрузки в Архангельске. В отчете сказано, что исследования ведутся время от времени на различных видах дорог, имея целью выявления перегруженных ТС, а следовательно, взвешиванию подлежат только выбранные ТС. Ниже приведено руководство по выполнению обследований осевой нагрузки с использованием передвижных станций весового контроля с целью калибровки характеристик осевых нагрузок для ввода в HDM-4.

Руководство по обследованиям

Как было упомянуто ранее, цель измерений осевых нагрузок в контексте данного Технического Отчета – определить (с максимально возможной статистической точностью) рабочий вес транспортных средств и массу грузов, ими перевозимых по сети дорог, а также разрушения дорожных одежд, вызываемые данными транспортными нагрузками. Результаты измерений будут использоваться в целях калибрования характеристик нагрузок, вводимых в HDM-4.

Оборудование, конечно, может также быть использовано для идентификации транспортных средств с перегрузом, в контексте законодательства Архангельской области и РФ. Однако, существуют проблемы, которые могут возникнуть, если данное использование оборудования будет совмещено со сбором статистических данных по осевым нагрузкам в целом. Во-первых, если ГИБДД будет останавливать нарушителей и выписывать штрафы, то это отрицательно скажется на плавности работы пункта учета нагрузок. Во-вторых, это может привести к отклонениям в результатах, если предварительно будут выбраны для взвешивания только сильно нагруженные ТС. В-третьих, если внимание ГИБДД будет направлено на выявление перегруженных ТС, то может быть невозможно зарегистрировать все ТС, проходящие через пункт учета, что также приведет к искажениям в результатах. По этим причинам, не рекомендуется сочетать эти два альтернативных вида использования оборудования.

Методология исследований

Общие требования, предъявляемые к участку, на котором проводятся исследования осевой нагрузки, следующие:

- (a) Хорошая видимость (по причинам безопасности)
- (b) Сравнительно ровная поверхность дороги (следует избегать крутых уклонов)
- (c) Твердая площадка (асфальт, бетон, поверхностная обработка или щебень)
- (d) Длина минимум 50 метров
- (e) Ширина минимум 5 метров (предпочтительно вне основной проезжей части).

На местных дорогах не всегда представляется возможным найти участки, удовлетворяющие всем этим требованиям. В этом случае, принципы, перечисленные выше, следует применять в как можно большей степени, хотя не всегда измерения возможно проводить вне основной проезжей части. В этом случае предпочтительнее выбирать четырехполосные участки, закрывая только одну полосу для проведения измерений. На двухполосных дорогах с невысокой интенсивностью можно перекрыть одну полосу и направить движения в оба направления по единственной оставшейся полосе. При любых условиях на участке, основным критерием выбора должна быть безопасность. Поэтому, где возможно, следует установить предупреждающие знаки, зону измерений следует оградить конусами, измерения нужно проводить в дневные часы, все специалисты должны быть одеты в соответствующую спецодежду. По техническим причинам, как упоминалось выше, оборудование не следует использовать во время дождя. Это не следует делать и по причине соблюдения безопасности, так как при дожде снижается сопротивление дорожной поверхности юзу.

Типичная команда исследователей должна состоять из 4 технических специалистов и по крайней мере одного представителя ГАИ (предпочтительнее двоих на дорогах с высокой интенсивностью). Один из технических специалистов должен отвечать за работу устройства и запись данных о нагрузке на ось, один специалист должен собирать данные о пунктах отправления/назначение и записывать характеристики взвешиваемых автомобилей, один специалист должен направлять автомобили при

заезде и съезде с платформ весов, и один специалист должен опрашивать водителей автомобилей, которые не проходят взвешивание.

В идеальных условиях, следует создать два канала: один для автомобилей, которые будут проходить взвешивание, а другой – для автомобилей, которые не будут взвешиваться, а пройдут только опрос водителей. После удаления всех камней и осколков платформы весов следует установить на расстоянии примерно 1,5 метра друг от друга и подсоединить все кабели. Деревянные «ложные платформы» следует располагать с необходимой стороны каждой платформы. Это делается для того, чтобы обеспечить, чтобы двойные и тройные группы осей находились на одной высоте во время взвешивания, чтобы избежать ошибок из-за перераспределения нагрузки между осями.

Футляр для инструментов, записывающее устройство и принтер нужно расположить со стороны тротуара. Специалисты, отвечающие за направление автомобилей при заезде и съезде с весов, сбор данных о пунктах отправления/назначения и запись характеристик автомобилей, должны располагаться со стороны водителя. На фотографии ниже показано установленное оборудование и специалисты, готовые для проведения взвешивания.



Автомобили направляются на платформы, и каждая ось последовательно взвешивается. С целью точной записи данных, важно, чтобы шины располагались по центру платформ и не касались внешней металлической части. Поэтому специалист, отвечающий за направление автомобилей, играет важную роль в обеспечении точности результатов.

На фотографиях внизу показаны расположение оси тягача по центру платформ и специалиста, направляющего водителя сочлененного автомобиля с тройной группой осей подать назад так, чтобы центральной колесо группы стало по центру платформы.



Ось тягача, расположенная по центру платформ.



Автомобиль с сочлененной рамой стоит так, чтобы колесо было в центре платформ.

На фотографии ниже показан специалист, проводящий опрос водителя с целью узнать данные о пункте отправления/назначения и записать характеристики автомобиля.



Роль автоинспекции также чрезвычайно важна для обеспечения точности статистических данных. Только автоинспекция имеет необходимые полномочия останавливать и направлять транспортный поток, а потому невозможно проводить исследования без представителей автоинспекции. Автоинспекция должна направлять все коммерческие автомобили на взвешивание и обеспечивать непрерывный поток автомобилей. Когда образуется очередь, лишние автомобили следует направлять через канал, где проводится опрос.

По статистическим причинам важно, чтобы все коммерческие автомобили проходили либо взвешивание, либо опрос, поэтому автоинспекторы отвечают не только надлежащую работу двух каналов, но и за то, чтобы никакие коммерческие автомобили не прошли мимо участка, не пройдя одну из процедур. Все легковые автомобили следует пропускать мимо участка взвешивания без задержек или помех. В среднем взвешивание одного автомобиля занимает около 2 минут, а на опрос водителя требуется около 30 секунд.

На фотографии ниже показана работа каналов взвешивания и опроса, которые работают одновременно.



Формы для сбора данных

Как уже упоминалось выше, часто не представляется возможным взвесить все автомобили, проходящие через участок, поэтому используются две формы для сбора данных. Форма 1 предназначена для автомобилей, которые проходят взвешивание, а Форма 2 для автомобилей, водители которых проходят опрос. Формы 1 и 2 включены в Приложение 6 к настоящему техническому отчету.

Форма 1 включает следующую информацию:

Общая информация

- Номер дороги
- Участок
- Направление
- Дата
- Погодные условия
- Примечания

Специальная информация о транспортном средстве

- Время
- Производитель ТС
- Модель автомобиля
- Регистрационный номер
- Тип ТС (по типу конфигурации осей)
- Область, в которой находится пункт отправления
- Область, в которой находится пункт назначения
- Перевозимые грузы/товары
- Загрузка – порожний или загруженный
- Нагрузка на ось по номерам осей (Передняя ось = 1 и т.д.)

Форма содержит графическое описание типов ТС, определенных согласно конфигурации осей.

Форма 2 содержит следующую информацию:

Общая информация

- Номер дороги
- Участок
- Направление
- Дата
- Погодные условия
- Примечания

Специальная информация о ТС

- Время
- Область, в которой находится пункт отправления
- Область, в которой находится пункт назначения
- Тип автомобиля (по типу конфигурации осей)
- Загрузка – пустой или загруженный
- Взвешивался или нет

Данная форма также содержит графическое описание типов ТС, определенных согласно конфигурации осей.

Анализ данных

Ввод данных

С целью анализа данных на компьютере, следует записать данные в электронном формате. Microsoft Excel обычно доступен на большинстве компьютеров и является достаточно сильной программой для проведения необходимого анализа данных по нагрузке на ось с использованием доступных и простых встроенных функций. Далее приводятся примеры листы Excel для ввода данных, основанные на формах данных Приложения 6.

В каждом исследовании каждый вид данных вводится в отдельную колонку. Необходимы два основных листа: один для Формы 1 с данными по взвешенным автомобилям, а другой для Формы 2 с данными по автомобилям, водители которых были опрошены. Кроме информации, содержащейся в стандартных формах рекомендуется, чтобы каждая запись имела отдельный идентификационный код, а потому данные Формы 1 должны быть введены в следующие колонки:

- Идентификационный код записи
- Номер дороги
- Направление
- Дата
- Время
- Производитель автомобиля
- Модель автомобиля

- Регистрационный номер
- Тип автомобиля (по типу конфигурации осей)
- Область, в которой находится пункт отправления
- Область, в которой находится пункт назначения
- Перевозимые грузы/товары
- Загрузка - пустой (ложный вес) или загруженный (правдивый вес)
- Нагрузка на ось по номерам осей (Передняя ось = 1 и т.д.)
- Общий вес автомобиля (сумма нагрузок на оси)

Данные Формы 2 проще и включают следующую информацию:

- Номер записи
- Номер дороги
- Направление
- Дата
- Время
- Область, в которой находится пункт отправления
- Область, в которой находится пункт назначения
- Тип автомобиля (по типу конфигурации осей)
- Загруженный - порожний (ложный вес) или загруженный (правдивый вес)
- Взвешивался или нет

Анализ данных осевых нагрузок по классам ТС

Для экономического анализа с помощью HDM необходимо определить VDF по классам автомобилей. Данные по транспортному потоку и эксплуатационным транспортным затратам относятся к 7 классам транспортных средств:

1. Легковые автомобили
2. Легкие грузовые автомобили (грузоподъемность до 2 т).
3. Средние грузовые автомобили (грузоподъемность 2.1...6 т).
4. Тяжелые грузовые автомобили (грузоподъемность 6.1...8 т).
5. Очень тяжелые грузовые автомобили (грузоподъемность 8...14 т).
6. Сверхтяжелые грузовые автомобили (грузоподъемность 14 т).
7. Автобусы

В будущем рекомендуется для микроавтобусов вести отдельный сбор данных осевой нагрузки.

VDF для легковых автомобилей может игнорироваться, и его можно принять равным нулю.

Как говорилось выше, VDF должен представлять собой средний VDF всех автомобилей какого-либо класса, входящих в поток, включая пустые, частично загруженные, полностью загруженные и перегруженные. Кроме тех случаев, когда взвешивание проходят все автомобили, неизбежна ситуация, когда чаще взвешиваются загруженные автомобили. Поэтому необходимо рассматривать загруженные и частично загруженные автомобили отдельно от незагруженных и определить пропорцию загруженных и незагруженных автомобилей. Затем средний VDF для загруженных и незагруженных автомобилей можно привести, используя пропорцию загруженных и незагруженных автомобилей для того, чтобы найти статистически обоснованное значение VDF для класса. Это применимо ко всем классам грузовых автомобилей.

Микроавтобусы и автобусы следует рассматривать немного по-другому. Так как микроавтобусы и автобусы постоянно впускают и выпускают пассажиров, их нагрузка не является постоянной в течение поездки, и поэтому нельзя рассматривать отдельно загруженные и незагруженные автобусы и микроавтобусы. В этом случае принято рассматривать все автобусы и микроавтобусы как загруженные и рассчитывать VDF как среднее значение.

Процедура анализа VDF по классам (ESA/автомобиль) выглядит следующим образом. Выберите Форму 1 (взвешенные) и переместите курсор на заголовки. Затем используйте функции **<Данные>**, **<Фильтр>**, **<Автофильтр>** так, чтобы лист оказался в режиме автофильтра. Таким образом возможно фильтровать данные по типам автомобилей и по загруженным (правдивый вес) и незагруженным (ложный вес).

Как говорилось выше, в случае с грузовыми автомобилями, загруженные и незагруженные автомобилями следует рассматривать отдельно. Поэтому, сначала отфильтруйте данные по соответствующим типам конфигурации осей, а затем по загруженным. Затем скопируйте отфильтрованные данные на новый лист и переименуйте этот лист согласно классу автомобилей. Затем снова выберите лист «взвешенные», перефильтруйте данные по незагруженным автомобилям и скопируйте отфильтрованные данные на новый лист. Затем выберите «опрошенные, но не взвешенные», отфильтруйте данные по типам автомобилей и по загруженным, скопируйте отфильтрованные данные на новый лист. Повторите процедуру для незагруженных автомобилей соответствующего класса. После этого лист будет содержать следующие данные (по требуемому классу автомобилей):

Взвешенные и загруженные
Взвешенные и незагруженные
Опрошенные, не взвешенные и загруженные
Опрошенные, не взвешенные и незагруженные

Используя функцию Excel **<Среднее>**, рассчитайте общий средний вес загруженных и незагруженных автомобилей и средний VDF загруженных и незагруженных автомобилей.

После выполнения предыдущих шагов, полезно подытожить полученную информацию следующим образом:

- Общее число взвешенных автомобилей (загруженных и незагруженных)
- Общее число опрошенных водителей (загруженных и незагруженных автомобилей)
- Общее число загруженных автомобилей
- Общее число незагруженных автомобилей
- Процент загруженных
- Процент незагруженных
- ESA для загруженных автомобилей
- ESA для незагруженных автомобилей
- Общий ESA (VDF)

Зная средний вес загруженных и средний вес незагруженных, можно путем вычитания определить среднюю нагрузку. Определив среднюю нагрузку и средний ESA на автомобиль, можно рассчитать ESA на 100-тонную нагрузку, что является другим полезным индикатором разрушающего влияния какого-либо класса автомобилей.

Данные о скорости движения ТС

Введение

Термин “скорость движения” часто используется достаточно широко при описании скорости движения транспорта. Для инженера-дорожника существует много различных типов скоростей, каждая из которых описывает скорость перемещения транспорта в конкретных условиях и для конкретных целей. В контексте радарных измерений скорости определяется мгновенная скорость.

Мгновенная скорость

Мгновенная скорость представляет собой точечную скорость транспортного средства в конкретном месте. Мгновенная скорость имеет множество применений. Она может быть использована как свидетельство воздействия конкретных ограничений транспортного потока, например, перекрестков или мостов. Поскольку мгновенные скорости на идеальном участке автомагистрали являются показателем тех скоростей, которые желательны для водителей, они могут использоваться в целях геометрического проектирования на модернизируемых или новых дорогах. Мгновенные скорости можно также использовать для определения вводимых ограничений скорости.

Места, в которых производятся замеры мгновенной скорости, выбираются в зависимости от целей измерения, но в любом случае они должны проводиться таким образом, чтобы снизить до минимума влияние наблюдателя и измерительного оборудования на получаемые значения. Поэтому важно, чтобы и наблюдатель, и оборудование были как можно лучше замаскированы и незаметны.

Методы измерения мгновенных скоростей

Существует 6 основных методов измерения мгновенных скоростей:

- метод прямого секундометрирования
- метод контактной полосы давления
- использование детекторов с индуктивным контуром
- использование радарных спидометров
- использование звуковых детекторов

Метод прямого секундного измерения

Это самый простой метод ручного определения мгновенной скорости, который заключается в измерении времени, которое необходимо транспортному средству, чтобы проехать короткий отрезок дороги. Две базовые точки располагаются на проезжей части на определенном расстоянии одна от другой, а наблюдатель запускает и останавливает секундомер в момент, когда транспортное средство въезжает и выезжает из тестового участка.

Хотя это самый простой метод сбора информации о мгновенной скорости, он имеет очевидный недостаток, поскольку подвержен эффекту параллакса. Такая ошибка

приобретает особое значение в длительных измерениях, когда наблюдатель может неизбежно поменять точку наблюдения.

Метод контактной полосы давления

В этом методе используются две контактные полосы, как правило, два пневматических шланга (каждый с внутренним диаметром 12,7 мм и наружным диаметром 25,4 мм), уложенных поперек проезжей части на фиксированном расстоянии друг от друга. Когда транспортное средство проезжает по первому шлангу воздушный импульс мгновенно посылается вдоль шланга и приводит в действие времяизмерительный прибор в руках наблюдателя. Когда происходит нажатие на второй шланг теми же самыми колесами транспортного средства, секундомер автоматически останавливается, после чего отмеченное время можно считать либо визуально, либо с помощью автоматического самописца данных.

В таких приспособлениях обычно предусматривается возможность переключения направления от старта до финиша, поэтому можно измерять скорость в обоих направлениях.

Во избежание неверных измерений по причине обгона, совершаемого на контактных полосках, наблюдатель может иметь возможность блокировки, которая не дает возможность записывать потенциально неверные данные.

Этот метод относительно дешев, портативен, не требует специально подготовленного персонала и обслуживания, дает достаточно точные результаты измерения скорости и может иметь относительно долгий срок службы на дорогах с невысокой интенсивностью. Однако, контактные полоски подвержены износу и разрыву от движущегося транспорта, а также дорожного очистного оборудования и снегоочистительных щитов, а также вандализму. Установка контактных полос также требует приостановки движения транспорта на достаточно длительный период времени, так как необходимо предпринять соответствующие меры безопасности.

Использование детекторов с индуктивным контуром

Аналогичным способом к контактным полоскам давления детекторы с индуктивным контуром также можно использовать для измерения мгновенных скоростей. Два проволочных контура вделываются в покрытие проезжей части на известном расстоянии один от другого, а энергия в радиочастотном диапазоне на 85–115 кГц подается в эти контура и настраивается таким образом, чтобы избежать помех от электрических цепей, которые питают контура. Когда транспортное средство проходит над контуром, это вызывает изменения его индуктивности, которое в свою очередь вызывает либо амплитудный импеданс или частотный, или фазовый сдвиг, чем записывается присутствие транспортного средства. После этого можно измерить скорость транспортного средства, определив временной зазор между последовательными выходными импульсами двух детекторов.

Преимущество системы с индуктивными контурами заключается в том, что их очень легко устанавливать, они не подвержены износу, поскольку заложены внутрь дорожной одежды, и они способны обнаруживать самые малые транспортные средства. Еще одним преимуществом является то, что можно относительно просто оставить заложённые контуры на месте, и использовать усилитель в новой точке измерения.

Недостатки включают относительно высокую стоимость монтажа контуров и тот факт, что по соображениям безопасности необходимо перекрывать движение транспорта на момент монтажа.

Использование радарного спидометра

Чрезвычайно распространенным способом измерения мгновенных скоростей является применение радарного спидометра. Когда он приведен в действие, пучок чрезвычайно высокой частоты направляется из радарного спидометра на движущийся объект. Волны отражаются от транспортного средства, но по причине Доплеровского эффекта эти отраженные волны имеют несколько отличную частоту от испускаемых. Это различие, которое можно измерить непосредственно, пропорционально скорости, на которой движется данное транспортное средство. При условии, что пучок передатчика удерживается в пределах конуса расходимости около 20 градусов относительно оси перемещения транспортного средства, мгновенная скорость может обычно измеряться с точностью около 2 процентов при использовании радарного спидометра обычного типа.

Радарный спидометр может быть стационарным (например, установленным на столбе над проезжей частью) или портативным, при этом с ним работают с обочины проезжей части на высоте около 1 м над уровнем земли. Его зона действия обычно составляет расстояние около 45 м, при этом он может измерять любые скорости в пределах этой зоны, вне зависимости от того приближается объект или удаляется.

Недостаток, свойственный такому спидометру, заключается в том, что очень трудно получить скорость отдельных транспортных средств в насыщенном транспортном потоке, где отдельные транспортные средства обгоняют/заслоняют друг друга. Подсчитано, что работать с таким спидометром становится очень трудно на двухполосных дорогах, когда интенсивность движения превышает 500 единиц в час. Американский опыт показывает, что положительное распознавание всех индивидуальных скоростей становится невозможным тогда, когда интенсивность транспорта превышает примерно 1000 единиц в час на многополосных магистралях.

Основными преимуществами радарного спидометра являются его простота в обращении, мобильность (для портативных типов), отсутствие повреждений от движущегося транспорта и невосприимчивость к электромагнитным помехам. Недостатками являются относительно высокая стоимость и необходимость наличия опытного персонала для монтажа (стационарного типа) и содержания оборудования.

Использование звуковых детекторов

Звуковые (сонарные) детекторы также используются эпизодически для измерения мгновенных скоростей. По аналогии с радарными спидометрами они работают на принципе направления пучка ультразвуковой энергии на частоте 18--20 кГц в направлении проезжей части и восприятия частотного сдвига ультразвукового тона, когда волны отражаются от движущегося объекта. Выходом прибора является напряжение постоянного тока, которое пропорционально скорости транспортного средства. Преимущества и недостатки этого типа детекторов такие же, как и у радарного спидометра.

Использование кинокамер замедленной съемки

На сильно насыщенных автомагистралях, таких как автотрассы, мгновенные скорости можно измерить с высокой точностью посредством фотографий (кадров), полученных кинокамерой замедленной съемки. Такая камера делает фотографии через фиксированные интервалы времени, в результате чего получается постоянная запись всех перемещений транспортных средств в пределах поля зрения камеры. После того как пленка проявлена, скорость любого типа транспортного средства, которое присутствовало в транспортном потоке, может быть определена путем сравнения его позиции на проезжей полосе на последовательных кадрах экспонирования. Основные недостатки, связанными с использованием метода кинокамеры, заключаются в относительно большом времени, которое требуется, и в расходах, которые необходимы для проявления пленки и анализа данных (если только не используется самое современное оборудование анализа). Основным преимуществом такой системы, безусловно, является то, что мы получаем постоянную визуальную запись поведения всего транспорта на наблюдаемом объекте.

Данный отчет в основном связан с измерениями и анализом данных с использованием радарного спидометра, очень мобильного и удобного для разовых исследований скоростей на любом участке дороге.

Анализ результатов измерения мгновенной скорости

Мгновенные скорости, измеренные в конкретном месте, будут значительно различаться, а степень отличия будет зависеть от количества и типов обмеряемых транспортных средств и состояния дорожного полотна. Поэтому, при анализе данных необходимо предварительно тщательно уяснить, какая информация нам необходима. Некоторые из желаемых величин могут быть легче всего получены методом графической интерпретации, в то время как другие можно легко вычислить непосредственно из данных полевых измерений.

Графический анализ

Применяемыми методами графической интерпретации мгновенных скоростей являются:

- (a) частотный график,
- (b) гистограмма, и
- (c) кумулятивный график распределения мгновенных скоростей.

Частотный график является чрезвычайно полезным предварительным средством определения статистической нормальности данных. Если измерения распределяются по нормальному закону, частотный график будет иметь форму колокола. Типовая скорость, которая представляет собой мгновенную скорость, наблюдаемую чаще всего, легко может быть получена в верхней части частотного графика. Гистограмма имеет сходство с частотным графиком, где частота выражена в процентах от указанной мгновенной скорости, за исключением того, что значения скорости сгруппированы по интервалам группирования (например, интервал группировки скорости равный 5 км/ч). Пример, приведенный ниже, показывает результаты замеров скоростей легковых автомобилей, представленные в виде гистограммы с интервалом группирования 5 км/ч.

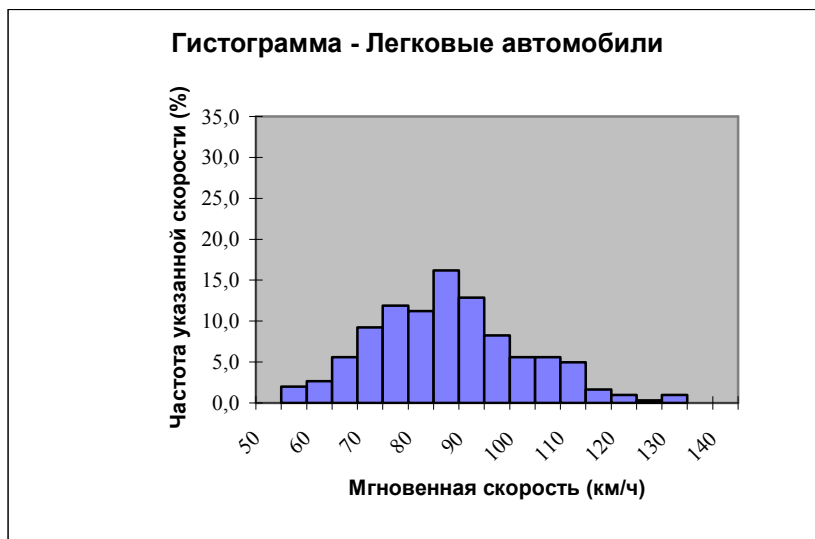


Рисунок 1 – Гистограмма, показывающая результаты замеров скоростей движения легковых автомобилей

Кумулятивный график распределения мгновенных скоростей получается путем вычерчивания накопленного процента в зависимости от скорости с последующей прорисовкой плавного S-образного графика через полученные точки. Такой график наиболее полезен при определении скоростей, выше или ниже которых перемещается определенный процент транспортных средств.



Рисунок 2 – Кумулятивный график распределения мгновенных скоростей, показывающий результаты замеров скоростей движения ТС

Медианной скоростью является скорость 50-процентного перцентиля. Это такая скорость, относительно которой количество транспортных средств, которые едут быстрее, равно количеству транспортных средств, которые едут медленнее.

Скорость 85-процентной обеспеченности — это такая скорость, ниже которой едут 85% транспортных средств. Эта скорость часто используется в качестве критерия для установления верхнего предела скорости на дорогах. Скорость 85-процентной обеспеченности на конкретной автомагистрали также может быть использована как мера проектной скорости, которая может быть выбрана для аналогичных новых автомагистралей.

Скорость в 15 процентной обеспеченности обычно рассматривается как величина скорости, которая должна быть использована как нижний предел скорости на крупных автомагистралях, таких как автотрассы. Транспортные средства, которые едут медленнее этой величины на высокоскоростных дорогах, представляют собой потенциальную аварийную угрозу и помеху транспортному потоку.

Математический анализ

В исследованиях мгновенной скорости, вероятно, наиболее часто используемой статистической величиной является арифметическая средняя или усредненная мгновенная скорость. Она представляет собой сумму всех переменных значений скорости, деленную на число наблюдений.

Математически это может быть представлено в следующем виде:



где: \bar{x} = средняя мгновенная скорость,
 X_j = j -той мгновенной скорости,
 n = число наблюдений.

Обычно весь массив данных группируется по интервалам классов скоростей, а соответствующий размер интервала класса может быть получен из следующего уравнения:

$$Cl = \frac{R}{1 + 3.322 \log n}$$

где: Cl = интервал класса скорости,
 R = диапазон между наибольшей и наименьшей скоростями,
 n = количество измерений.

Когда данные сгруппированы в интервалы классов скоростей, усредненное значение можно получить из следующего уравнения:

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i X_i}{n}$$

где: x = усредненная мгновенная скорость,
 x_i = усредненная скорость в i -том интервале скоростей,
 f_i = частотность в i -той группе,
 n = число наблюдений.

Статистической мерой дисперсии мгновенных скоростей является вычисление стандартного отклонения из множества наблюдений. Такую оценку можно получить после предварительного определения отклонения в выборке с последующим извлечением положительного квадратного корня из отклонения. Математически это можно выразить следующим образом:

$$s^2 = \frac{\sum (X_j - x)^2}{n} \quad \text{and} \quad s = \sqrt{s^2}$$

где: s = оценка стандартного отклонения распределения,
 s^2 = дисперсия выборки,
 X_j = j -тая мгновенная скорость,
 x = усредненная мгновенная скорость,
 n = число наблюдений.

В качестве индикатора дисперсии при наблюдении мгновенных скоростей можно анализировать процент данных, которые находятся в пределах диапазона арифметического среднего плюс- минус одно стандартное отклонение, плюс-минус два стандартных отклонения и плюс-минус три стандартных отклонения.

Статистическая величина, которая обозначает достоверность, с которой арифметическая средняя выборки может рассматриваться в качестве реального среднего всех зафиксированных скоростей транспортного потока, является стандартной погрешностью среднего. Она определяется путем вычисления отклонений среднего с последующим извлечением квадратного корня, т.е.:

$$s_x^2 = \frac{s^2}{n} \quad \text{and} \quad s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

где: s_x = стандартная погрешность среднего,
 s_x^2 = дисперсия среднего,
 s = стандартное отклонение выборки,
 n = число наблюдений.

Обычно выделяют процент достоверности того, что реальная средняя из всех мгновенных скоростей лежит в интервале между средней величиной плюс-минус две стандартные погрешности среднего.

Руководство по проведению исследований мгновенных скоростей

План и профиль дороги

Место для исследований должно быть выбрано таким образом, чтобы свести к минимуму отрицательные влияния как вертикальной, так и горизонтальной трассировки (участок был плоским и прямым) при сравнительно низкой шероховатости ($IRI = 3-4$). Поэтому, зафиксированные скорости представляли собой скорости “свободной езды” и не ограничивались геометрическими параметрами автомагистралей.

Погодные условия

Необходимо удостовериться, что нетипичные погодные условия не повлияют на скорость движения ТС, Однако, исследования обычно не следует проводить зимой, когда наличие снежного покрова и льда на покрытии снижают скорость движения. Аналогично, исследования не рекомендуется проводить после дождя, когда поверхность дороги влажная, и скорость движения может быть также меньше обычной.

Маскировка ТС, используемого для наблюдений

Автомобиль, из которого ведется наблюдение, не должен иметь опознавательных знаков полиции и замаскирован как можно тщательнее, чтобы свести к минимуму восприятие водителями радарного спидометра.

Представительная выборка транспортных средств

Выборка ТС должна быть представительной (репрезентативной) настолько это представляется возможным, и скорости должны быть учтены отдельно по каждому типу ТС. Рекомендуется, чтобы данные записывались отдельно по каждому из семи указанных типов ТС HDM, и микроавтобусы также учитывались отдельно от автобусов средней и большой вместимости. Пример предлагаемой формы Исследований мгновенной скорости приведен в Приложении 7.

Транспортные средства, замедляющие или ускоряющие движение или те, на движение которых оказывают влияние другие автомобили, фиксировать не следует. Невозможно измерить скорости движения всех проезжающих ТС, необходимо выбирать автомобили в транспортном потоке во избежание возникновения ошибок в результатах. Так, например, необходимо измерять скорость каждого десятого ТС или того, чей регистрационный номер заканчивается на предварительно выбранную цифру, чем поручать исследователю выбор учитываемых ТС.

Статистический анализ

Необходимо выполнить анализ результатов исследований, действуя в соответствии со стандартными статистическими практиками, описанными выше. Наиболее интересной статистикой являются данные о средней скорости движения для каждой категории ТС. Однако, колебания, стандартное отклонение и стандартная ошибка также должны быть рассчитаны. В Приложении Н Тома 5 документации HDM-4 даны рекомендации по величине выборок по типам ТС для достижения как минимум 90% достоверности результатов, т.е. ± 2 км/ч.

Калибровка желаемой (выбираемой водителем) скорости в HDM-4

Результаты замеров мгновенной скорости могут быть использованы для калибровки Желаемой скорости, запрашиваемой HDM-4. Ввод желаемой скорости для каждого типа ТС, т.е. VDES2 (км/ч) производится в окне калибровки “Скорость”, и это значение можно калибровать отдельно для асфальтобетонного, грунтового и цементобетонного покрытия двухполосной дороги. Значение VDES2 – это скорость, выбираемая водителем при отсутствии каких-либо эксплуатационных ограничений. Желаемая скорость зависит от реакции водителя на широкий спектр психологических аспектов, соображений безопасности, экономических и прочих соображений, и изменяется значительно в разных странах. Это значение нельзя измерить сразу, непосредственно

Для того, чтобы процедура калибровки VDES2 была правильной, вначале необходимо калибровать характеристики мощности двигателя и грузоподъемности для каждого представительного автомобиля парка ТС Архангельска. После того, как это было сделано, в HDM-4 необходимо смоделировать те же самые дорожные условия, что были на участке во время проведения замеров. Площадка проведения измерений должна представлять собой участок дороги, по которому имеются все данные о состоянии. Можно запустить модель HDM-4 для проведения анализа проекта участка дороги для проведения измерений, и выполнить анализ каждого типа ТС в текущем году в отчете “Скорость в свободном потоке моторизованных ТС”. Значение желаемой скорости VDES2 по каждому типу ТС необходимо учесть в модели с тем, чтобы результирующие прогнозируемые скорости движения в свободном потоке точно соответствовали скоростям, полученным в результате замеров скоростей.

В Архангельске преобладают участки сети с асфальтобетонным покрытием, и поэтому важно выполнить калибровку значений VDES2 для асфальтобетонных дорог и принять те же значения для цементобетонных и грунтовых дорог. В будущем следует выполнить исследования скоростей на цементобетонных и грунтовых дорогах с целью повторной калибровки значений скоростей для этих дорог.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Руководство по Проведению Обследования Состояния Дорожных Одежд

Следующее руководство разработано для инструктирования тех, кто занят на обследовании состояния дорожных покрытий, и касается вопросов определения и количественного подсчета различных видов деформаций покрытий, выполнения измерений прогиба, прочности покрытий, ровности. Предположительно, обследования будут осуществляться из кабины транспортного средства, движущегося с малой скоростью.

Асфальтобетонные Покрытия

Визуальные обследования состояния дорожной одежды

Визуальные обследования лучше всего выполнять в апреле/мае после весенней распутицы, когда поверхность покрытия уже полностью очищена от снега, а трещины раскрыты максимально, и потому хорошо видны.

Виды дефектов покрытия, подлежащие записи

Измерению подлежат следующие виды дефектов покрытия: трещины, разрушение кромок проезжей части, а также ямочность.

Трещины

При оценке протяженности трещин из кабины движущегося автомобиля очень трудно заметить трещины уже 3 мм. Рекомендуемая процедура – оценить протяженность трещин, ширина которых составляет как минимум 3 мм, или трещин, ширина которых меньше 3 мм, но они разрушены до ширины в 3 мм, и не пытаться оценить протяженность узких трещин.

Существует три типа трещин:

Поперечные температурные трещины

Это трещины, проходящие практически перпендикулярно дороге, как это показано на Рисунке 1. Их измеряют путем подсчета количества непрерывных поперечных трещин на километр дороги.

Поперечные трещины, которые пересекают только одну полосу движения, также должны быть приняты как температурные трещины, но их количество должно быть приведено к эквивалентному количеству трещин на полную ширину проезжей части (при двух полосах – делить на два). Трещины, которые объединяются с другими, не могут считаться температурными, но их необходимо измерять как часть площади других трещин.

Продольные трещины

Продольные и прочие отдельные трещины (не температурные) оценивают, измеряя их в метрах (м) и записывая их суммарную длину на километр дороги. Чрезвычайно широкая продольная трещина, практически безусловно вызванная морозным пучением приведена на Рисунке 2.

Сетка трещин и крокодиловые трещины

Трещины, которые расположены на расстоянии 0,5 м друг от друга и формирующие сетку трещин либо так называемую сетку крокодиловых трещин приведены на Рисунке 3 и 4 соответственно. Их измеряют по площади покрытия, подверженного трещинообразованию в м² на километр дороги.



Рисунок 1 – Поперечная Температурная Трещина



Рисунок 2 – Продольная Трещина



Рисунок 3 – «Блочная» Сетка Трещин



Рисунок 4 – «Крокодиловая» Сетка Трещин

Типичные виды трещин схематично приведены ниже.

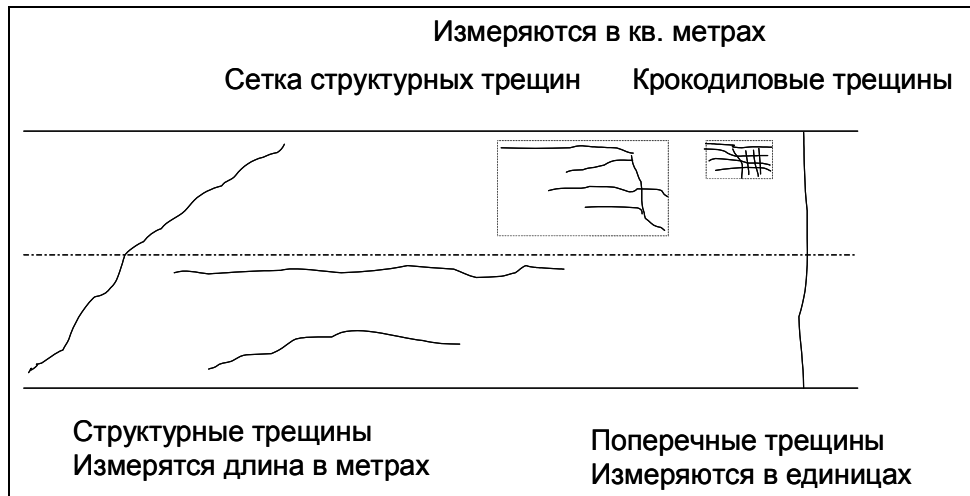


Диаграмма 1 - Типичные виды трещин: продольные, крокодиловые, поперечные

Выкрашивание

Выкрашивание означает потерю материала из поверхности покрытия обычно, по причине плохого качества битума. Площадь выкрашивания - это площадь, подверженная выкрашиванию без учета площади трещин (трещины считаются более серьезным дефектом покрытия). Площадь выкрашивания измеряется в м² на километр дороги (округляя в большую сторону до 1 м²).

Ямочность

Ямочность означает наличие выбоин на покрытии диаметром не менее 150 мм и глубиной 25 мм. Ямы меньшего размера подсчету не подлежат. Стандартной выбоиной считается выбоина объемом 10 литров. Это выбоина размером 30x30x11 см. Подсчитывается и записывается количество ям на километр дороги. Как бы то ни было, яму диаметром 0,5 м следует считать за две. Яма площадью 1 м² считается за 8 стандартных ям.

Разрушение кромки покрытия

Разрушение кромки покрытия означает потерю материала битумосодержащего покрытия с кромки покрытия дороги. Суммарная длина разрушения кромки покрытия оценивается на километр дороги в обоих направлениях (не может быть более 2000 м), а затем рассчитывается средняя ширина разрушения кромок.

Запись данных

Для записи результатов визуальных обследований используется таблица Excel, приведенная ниже.

ДАННЫЕ ВИЗУАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОКРЫТИЙ

№ дороги		От:				До:		
№ участка		Начало участка, км		Конец участка, км		Дата:		
От: До		Температурные поперечные трещины	Продольные трещины	Сетка трещин	Выкрашивание	Ямы	Разрушение кромки (длина)	Разрушение кромки (ширина)
км	км							
0	1							
1	2							
2	3							
3	4							
4	5							
5	6							
6	7							
7	8							
8	9							
9	10							
10	11							
11	12							
12	13							
13	14							
14	15							
15	16							
16	17							
17	18							
18	19							
19	20							
20	21							
21	22							
22	23							
23	24							
24	25							
25	26							
26	27							
27	28							
28	29							
29	30							
30	31							
31	32							
32	33							
33	34							
34	35							

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Расчет Параметров Визуальных Обследований, Необходимых для HDM-4

Данное приложение показывает как параметры трещин, собранные при визуальном обследовании, используются при расчете параметров трещин, необходимых для HDM-4.

При обследовании выполняются следующие измерения:

Количество температурных продольных трещин на 1 километр (NTC)
 Длина структурных продольных широких трещин – м/км (LWC)
 Площадь структурных «крокодиловых» и «блочных» сеток трещин – м²/км (ACC)

На их основе рассчитываются:

Площадь температурных трещин на 1 км (ACT) (м²/км) = NTC x 0.5 x CWAY_WIDTHH
 где CWAY_WIDTHH – это ширина дорожной одежды (м)

Площадь широких структурных трещин (ACW) (м²/км) = LWC x 0.5 + ACC

Следующая площадь всех трещин оценивается исходя из площади широких трещин при помощи расчетов, обсуждаемых и приведенных ниже.

Площадь всех структурных трещин (ACA) (м²/км)

Следующие параметры рассчитываются на основе вышеприведенных:

Площадь Проезжей Части (AC) (м²/км) = 1000 x CWAY_WIDTHH

а также следующие исходные данные для HDM-4:

CRACKS_TOT = % (ACT + ACA) / AC

DIST_ACA = % (ACA) / (ACA + ACT)

DIST_ACW = % (ACW) / (ACA)

DIST_ACT = % (ACT) / (ACA + ACT)

Приблизительный Метод Оценки Площади Всех Трещин, Исходя из Данных о Площади Широких Трещин

При проведении визуальных обследований из кабины движущегося с большой скоростью автомобиля (50 км/ч) с достаточной степенью точностью можно определить лишь наличие широких (раскрытых) трещин, в то время как выявление и оценка площади трещин шириной менее 3 мм представляются крайне затруднительными. Поэтому ответственному за проведение обследований лучше принимать во внимание те трещины, которые хорошо видны на покрытии; т.е. оценивать площадь трещин, ширина которых равна 3 мм и больше, а также разрушенные трещины.

В программе HDM-4 запрашиваются данные оценки как площади «всех» трещин (шириной более 1 мм), так и площади широких трещин (более 3 мм шириной и разрушенных). В данном документе предлагается метод определения площади всех трещин (ACA), исходя из данных о площади широких трещин (ACW).

Развитие всех структурных трещин во времени описывается синусоидальной кривой. Зависимость развития трещин во времени может быть выражена следующим уравнением:

$$\%ACA = 50 \{1 - \cos(\pi \cdot t/T)\} \dots\dots\dots(1)$$

допуская, что нагрузка от проходящего транспорта и климатические условия (окружающей среды) постоянны.

где t – промежуток времени от образования всех трещин
 T – промежуток времени от появления трещин до 100%-го растрескивания поверхности покрытия

Увеличение площади широких структурных трещин (**ACW**) происходит согласно той же зависимости, однако есть некоторое «запаздывание» на величину t_{lag} . Формула, описывающая развитие широких трещин, имеет следующий вид:

$$\%ACW = 50 \{1 - \cos(\pi \cdot (t + t_{lag})/T)\} \dots\dots\dots(2)$$

Задержка во времени t_{lag} – неизвестна, но является функцией характеристик обследуемой дороги. На выбранных участках дорог (протяженностью около 100 м) в Приморском районе и на федеральной трассе М8 была выполнена калибровка с целью детального изучения. Для различных участков дорог были оценены доля площади всех трещин **ACA** (%) и доля площади широких трещин **ACW** (%). В каждом отдельном случае измерений **ACA** и **ACW** определялось соотношение t_{lag}/T . Затем рассчитывалось среднее значение t_{lag}/T . Согласно данных Рисунка 1 оно составило приблизительно 0.08.

Для величины соотношения $t_{lag}/T = 0.08$ была получена доля площади всех трещин (%ACA) соответствующая значению площади широких трещин (%ACW), как это показано на Рисунке 2.

В случае, если широкие (раскрытые) трещины отсутствуют, значение площади всех трещин (ACA) составляет от 0 до 2%. Ответственный за проведение обследований должен решить, какое значение %ACA следует принять, но чтобы погрешность была небольшая можно ввести среднее значение 1%. Если общая площадь всех трещин ACA достигает 100% в момент времени $t = T$ (или $t/T = 1$), то широкие трещины продолжают развиваться до тех пор, пока не достигнут значения 100% в момент времени $t = T + t_{lag}$.

ТАБЛИЦА 1 - Калибровка Отношения % Площади Широких и % Всех Трещин

 Используя значения Все Трещины и Широкие Трещины для неск. участков среднее значение t_d до Т можно найти.

Участок Дороги	Название Дороги	км	Площадь Широких Трещ. ACW	Площадь Всех Трещ. ACA	COS(ALPH)	ALPHA для ACA	t/T	ALPHA для WC	(t-t _{lag})/T	t _{lag} /T
Sec. 3-	Ark-Malye	30+900	30	50	0	1.571	0.50	1.16	0.4	0.13
Sec. 3-	Ark-Malye	30+800	5	30	0.4	1.159	0.37	0.45	0.1	0.23
Sec. 3-	Ark-Malye	39	90	95	-0.9	2.691	0.86	2.50	0.8	0.06
Sec. 3-	Ark-Malye	43	7	14	0.72	0.767	0.24	0.54	0.2	0.07
Sec. 3-	Ark-Malye	45	7	11	0.78	0.676	0.22	0.54	0.2	0.04
Sec. 2-	Access/Severodvin	6	65	70	-0.4	1.982	0.63	1.88	0.6	0.03
Sec. 2-	Access/Severodvin	7	35	50	0	1.571	0.50	1.27	0.4	0.10
Sec. 2-	Access/Severodvin	9	60	65	-0.3	1.875	0.60	1.77	0.6	0.03
Sec. 2-	Access/Severodvin	18	50	60	-0.2	1.772	0.56	1.57	0.5	0.06
Sec. 18-	Rikasika-	1	10	21	0.58	0.952	0.30	0.64	0.2	0.10
Sec. 9-	Access/Neftebas	1	4	8	0.84	0.574	0.18	0.40	0.1	0.05
Sec. 9-	Access/Neftebas	5	4	8	0.84	0.574	0.18	0.40	0.1	0.05
Общее ср. значение задержки =										0.08

Вышеприведенные данные показывают, что в среднем задержка = 0.08 от времени Т – времени от появления трещин до развития на 100% поверхности.

ТАБЛИЦА 2 – Расчет Площади Всех Трещин на Основе Площади Широких

Время от появления до 100% трещин, T Лет	$t_{lag}/T =$	Задержка 0.08
---	---------------	------------------

ВСЕ ТРЕЩИНЫ	
Время от Появлени t/T	% Трещин
0	0
0.1	2
0.2	10
0.3	21
0.4	35
0.5	50
0.6	65
0.7	79
0.8	90
0.9	98
1	100

% Площадь Широк. Трещ	Cos A	A радиан	t/T		% Площадь Всех Трещ.
0	1	0.000	0.08	1.57	2
5	0.9	0.451	0.22	11.83	12
10	0.8	0.644	0.28	18.72	19
15	0.7	0.795	0.33	24.98	25
20	0.6	0.927	0.38	30.89	31
25	0.5	1.047	0.41	36.55	37
30	0.4	1.159	0.45	42.02	42
40	0.2	1.369	0.52	52.50	52
50	0	1.571	0.58	62.43	62
60	-0.2	1.772	0.64	71.87	72
70	-0.4	1.982	0.71	80.77	81
80	-0.6	2.214	0.78	89.01	89
85	-0.7	2.346	0.83	92.78	93
100	-1	3.142	1.08	98.43	100

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – Использование Установки Динамического Нагружения (УДН) для Оценки Прочности Покрытия

На данный момент процедурой оценки структурной прочности покрытий в Архангельске является измерение прогиба на полосе движения в точке посередине между колесами автомобиля. Российская УДН (типа Дина-3М) имеет следующие основные характеристики:

Площадь плиты нагружения = 330 мм
 Вес падающего груза = 160 +/- 2 кг
 Пиковая динамическая нагрузка = 50 кН (примерно)
 Измерение производится на расстоянии 135 мм от центра плиты нагружения.

Прогиб измеряется линейным датчиком, который регулярно проходит проверку точности. Реальное динамическое напряжение и величина прогиба замеряются электронным образом и на присоединенном портативном компьютере отображается график динамических нагрузок по времени. Хотя прогиб измеряется не в центре плиты, предполагается, что измеренный прогиб будет таким же, как и под центром плиты (плита довольно жестко закреплена). Тест включает в себя снятие трех замеров в каждой точке и величиной прогиба считается среднеарифметическое значение этих трех замеров.

Ошибка Замеров

Обычной международной практикой является производство трех замеров в точке. Т.к. первое падение груза улучшает «притирку» плиты нагружения к поверхности дороги, то значение прогиба при нем обычно несколько превышает последующие. Поэтому, рекомендуется, чтобы первый результат теста не брался в расчеты прогиба и значение прогиба в данной точке было вычислено по последним двум тестам, а не по трем.

Воздействие Температуры на Прогиб

На прогиб асфальтобетонного покрытия дороги сильно влияет жесткость битумосодержащих слоев, которая зависит от толщины и состояния слоя. Жесткость АБ чувствительна к температуре и результат изменений температуры покрытия может быть значительным. Т.к. обычно требуется сравнить прогибы, замеренные в разное время и разных местах, необходимо быть готовым конвертировать эти прогибы, замеренные при разных температурах, в прогибы при стандартной температуре.

Согласно процедуре, изложенной в ВСН 46-83, прогиб от кратковременной нагрузки, измеренный Балкой Бенкельмана или УДН (или другим инструментом) должен быть приведен к стандартному прогибу при температуре 10°C. Корректировка принимает во внимание общую толщину битумосодержащих слоев покрытия.

Формула следующая:

$$d_o = K_t \cdot d_t \dots \dots \dots (1)$$

где d_o = прогиб при 10° С
 d_t = прогиб при температуре t° С
 K_t = коэффициент приведения к температуре 10°C
 где $K_t = A(h) - B(h) \cdot \ln(t)$ и зависит от толщины h битумосодержащих слоев покрытия.

и $A(h) = 0.865 + 0.2371 \cdot \ln(h)$
 $B(h) = -0.0645 + 0.1085 \cdot \ln(h)$ где h подставляется в см

Все данные, записываемые в базу данных Автодора должны быть приведены к прогибу при 10°C. Приведение может быть выполнено только после измерения температуры слоя покрытия на глубине около 20-35 мм и определения общей толщины битумосодержащих слоев. Т.к. проведение замеров температуры покрытия на каждой точке не рационально, предлагается измерять температуру покрытия четыре раза в рабочий день. Важно правильно выбирать точки произведения замеров, т.к. температура покрытия в тени и на открытом солнце может значительно различаться. Т.к. вплоть до настоящего времени замеров температуры покрытия не проводилось, для целей проведения анализа HDM-4 в нынешнем году, предлагается за температуру покрытия принимать максимальную температуру воздуха, зафиксированную в день проведения замеров. Таким образом, мы допускаем тот факт, что температура покрытия может быть выше температуры окружающей среды в течении дня.

Использование Значений Прогибов при Анализе HDM

В методе анализа, применяемом в HDM, прочность покрытий исчисляется Структурным Числом (SNP), эмпирическим методом оценки сопротивления разрушению покрытия дорожной одежды. Это структурное число были определены путем экстраполяции результатов полномасштабных Дорожных Испытаний ASSHO (штат Иллинойс, США), при которых участки покрытия различной прочности были подвергались нагрузкам от интенсивного транспортного движения до тех пор, пока они не потеряли несущую способность, что было выражено в показателях комфорта поездки пассажира (PSI – Индекс Работоспособности Покрытия), которая связана с ровностью дороги.

Упругий прогиб покрытия под известной нагрузкой дает простую и непосредственную меру его способности выдерживать нагрузку. В общем, чем меньше прогиб, тем прочнее покрытие. Приблизительная взаимосвязь между SNP и упругим прогибом, измеренным Балкой Бенкельмана (используя нагрузку 40 кН на спаренное колесо) была представлена еще в HDM-III. Это же отношение можно использовать для вычисления SNP и в HDM-4.

Прогиб, измеренный УДН, - это не то же самое, что прогиб, измеренный Балкой Бенкельмана, существенным образом потому, что УДН прикладывает динамическую нагрузку на жесткую стальную пластину, а Балка Бенкельмана прилагает статическую нагрузку на спаренное колесо нагруженного грузовика.

Предварительные версии руководства к HDM-4 предлагали метод конвертации прогибов, измеренных УДН (Западной конструкции с плитой 30 см), в эквивалент Прогиба от Балки Бенкельмана, но позднее они были изъяты, когда выяснилось, что в некоторых случаях могут возникнуть огромные неточности. В качестве временной меры было предложено, что центральный прогиб при нагрузке в 700 кПа (используя Западно-Европейский УДН) может использоваться как эквивалент прогибу от Балки Бенкельмана. Это предположение было раскритиковано и сейчас рекомендуется использовать величину в 566 кПа.

Консультанты могут только забраковать оба эти «временные предположения» на основании того, что не существует определенного постоянного коэффициента конвертации динамических прогибов в статические на битумосодержащих покрытиях, которые имеют различное строение, толщины и прочности.

Многие материалы при нагрузках проявляют пластичные свойства или поведение, зависящее от времени. Битум и, следовательно, асфальтобетон демонстрирует пластические характеристики. От покрытий, чья прочность основывается на наличии толстого слоя битумосодержащего материала, ожидается, что они поведут себя по разному при динамической и статической нагрузках. Интуитивно можно предположить, что соотношение статического и динамического прогибов будет наибольшими в такого рода покрытиях. На покрытиях, которые имеют только тонкий слой асфальта или сильно треснувший асфальт значение прогиба будет больше, а соотношение статического и динамического прогибов – меньше. Хотя покрытия, имеющие наибольшую толщину неповрежденного асфальтобетона, продемонстрируют наименьший прогиб и высочайший модуль жесткости, но соотношение статического и динамического прогибов будет выше, чем у более слабых покрытий. Тем не менее, некоторые одинаково прочные покрытия могут содержать вяжущие материалы, которые влияют на их

жесткость. Это может быть следствием присутствия натуральных известковых или кремнеземных вяжущих или из-за присутствия материала, стабилизированного цементом. Такие покрытия не покажут такого резко выраженного пластичного поведения как битумосодержащие покрытия.

Данная гипотеза была подтверждена результатами сравнения тестов Балки Бенкельмана и УДН на Украине, произведенных на различных типах и видах (от прочных до слабых) покрытия Украинским ГосДорНИИ для Консультанта Тасис «Ingeroute». График замеренных прогибов представлен на Рис.1. Далее, была выведена следующая формула:

$$\text{Прогиб Балки Бенкельмана (50кН при } 10^{\circ}\text{C)} = 0.946 \times (\text{Прогиб УДН (} 10^{\circ}\text{C)} + 0.076, \text{ мм.....(2)}$$

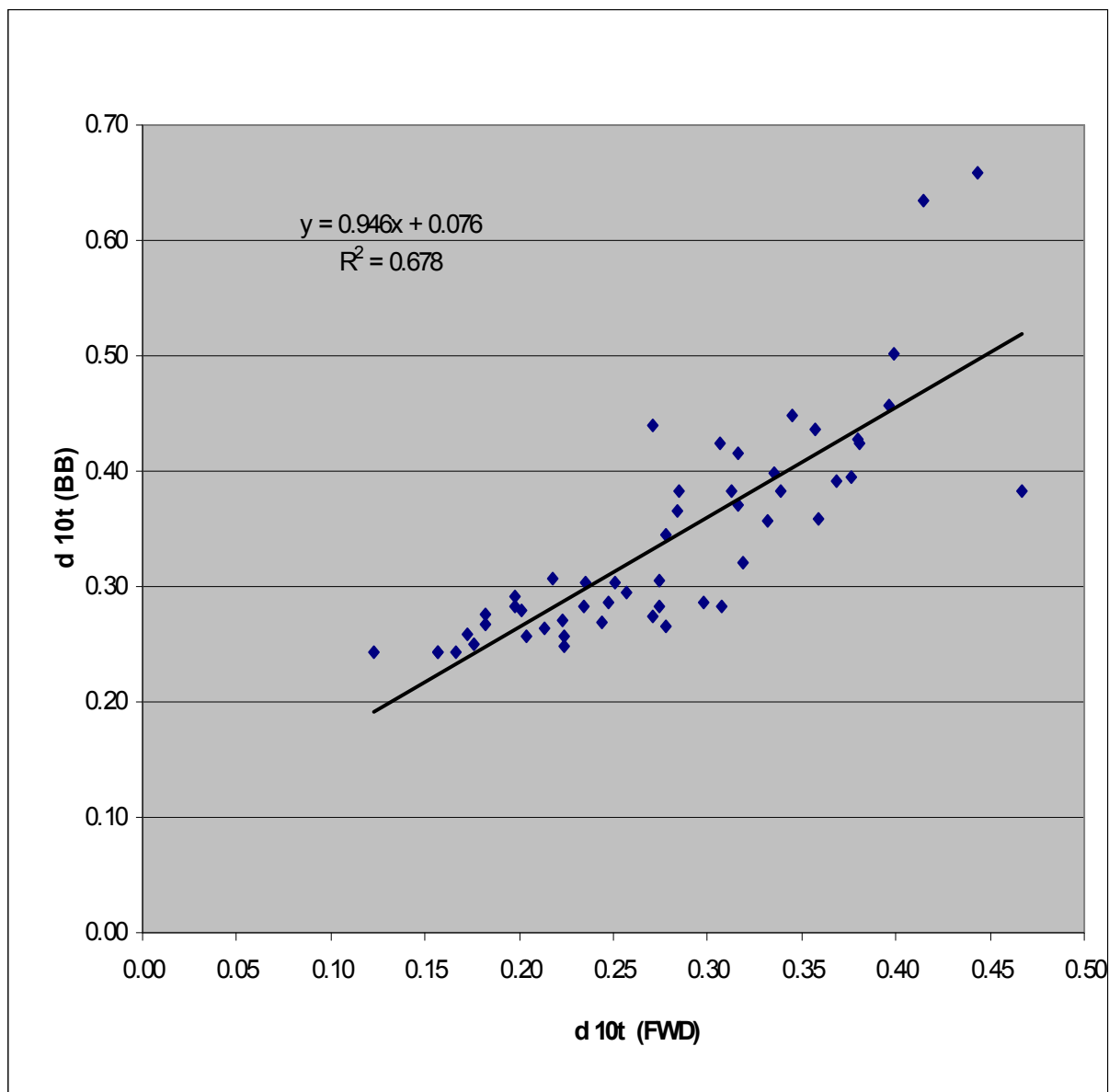


Рис 1 Соотношение между Прогибом, измеренным Российской УДН и Российской Балкой Бенкельмана

Можно заметить, что график имеет разброс значений, который указывает не только на экспериментальные ошибки, но также на то, что соотношение статического и динамического прогибов варьируется для покрытий с примерно одинаковой «прочностью». Однако, очевидно, что соотношение прогиба Балки Бенкельмана и прогиба FWD увеличивается в большую сторону при повышении прочности покрытия.

Т.к. исследования на Украине производились с использованием точно такой же модели УДН – «ДинаЗМ» – что и в АрхангельскАвтодоре, предлагается использовать вышеприведенные соотношения статического и динамического прогибов для анализа НДМ-4.

Т.к. НДМ использует замеры Балки Бенкельмана при нагрузке на колесо 40 кН, а Российская Балка Бенкельмана – 50 кН, необходимо применять понижающий коэффициент 0.80. Таким образом, формула (2) видоизменяется до следующей:

$$\text{Прогиб Балки Бенкельмана (40кН при } 10^{\circ}\text{C)} = 0.757 \times (\text{Прогиб УДН (} 10^{\circ}\text{C)} + 0.061, \text{ мм.....(3)}$$

НДМ также требует, чтобы прогиб был откорректирован до прогиба при стандартной температуре 30о С. Следовательно, необходимо произвести температурную коррекцию прогиба Российской УДН. Можно легко доказать, что прогиб, измеренный в Архангельской области, необязательно корректировать по температуре 30о С, т.к. температура покрытия дороги варьируется примерно от –30 до +30о С. Однако, разрушение покрытия из-за транспортных нагрузок происходит, в основном, во время весенней распутицы и ранним летом, т.е. когда температуры покрытия – высокие. Очевидно, что необходимо дальнейшие исследования для того, чтобы решить этот вопрос, но в настоящий момент, замеренные прогибы необходимо температурно корректировать, как этого требует руководство по НДМ. Корректировка экологического коэффициента может потребоваться для того, чтобы снизить расчетную степень разрушения покрытия (вызванную транспортным движением), чтобы позволить жесткости покрытия быть, в основном, выше той, что используется в модели.

В Таблице 1 приведен пример, как результаты измерений Российской УДН должны быть откорректированы под анализ НДМ. Для того, чтобы провести температурную коррекцию (под стандартную температуру 30°С) необходимо просто перевернуть формулу (1).

Таким образом: $d_{30} = d_o / K_t$

Необходимо отметить, что если пропустить вышеперечисленные коррекции, то вычисленные значения SNP будут слишком большими.

Таблица 1 Пример температурной коррекции УДН к +10 С - Конвертация в эквивалент прогиба Балки Бенкельмана и корректировка к температуре дорожной одежды в летний период +25 С

УДН Прогиб мм	Толщина Асфальта см	Температура градусы С	A(H)	B(H)	K(10)	УДН (10t, 10°С)	Прогиб УДН (10t, 10°С)	Прогиб Бенкельмана мм	k2	Прогиб (10t, 25°С)	Прогиб (8.2t, 25°С)
0,32	5,0	10	1,25	0,11	0,99	0,32	0,32	0,377	1,11	0,42	0,34
0,29	5,0	12	1,25	0,11	0,97	0,28	0,28	0,343	1,09	0,37	0,31
0,30	5,0	14	1,25	0,11	0,96	0,29	0,29	0,347	1,07	0,37	0,31
0,28	5,0	16	1,25	0,11	0,94	0,26	0,26	0,325	1,06	0,34	0,28
0,23	5,0	16	1,25	0,11	0,94	0,22	0,22	0,281	1,06	0,30	0,24
0,34	5,0	16	1,25	0,11	0,94	0,32	0,32	0,379	1,06	0,40	0,33
0,29	5,0	16	1,25	0,11	0,94	0,27	0,27	0,334	1,06	0,35	0,29
0,38	5,0	16	1,25	0,11	0,94	0,36	0,36	0,414	1,06	0,44	0,36
0,27	8,0	10	1,36	0,16	0,99	0,27	0,27	0,328	1,18	0,39	0,32
0,26	8,0	12	1,36	0,16	0,96	0,25	0,25	0,312	1,14	0,36	0,29
0,32	8,0	14	1,36	0,16	0,93	0,30	0,30	0,358	1,11	0,40	0,33
0,26	8,0	16	1,36	0,16	0,91	0,24	0,24	0,300	1,09	0,33	0,27
0,27	8,0	18	1,36	0,16	0,89	0,24	0,24	0,304	1,06	0,32	0,26
0,22	8,0	20	1,36	0,16	0,88	0,19	0,19	0,258	1,04	0,27	0,22
0,24	12,0	10	1,45	0,21	0,98	0,24	0,24	0,299	1,24	0,37	0,30
0,28	12,0	12	1,45	0,21	0,94	0,26	0,26	0,326	1,19	0,39	0,32
0,25	12,0	14	1,45	0,21	0,91	0,23	0,23	0,292	1,15	0,34	0,28
0,23	12,0	16	1,45	0,21	0,89	0,20	0,20	0,269	1,12	0,30	0,25
0,18	12,0	20	1,45	0,21	0,84	0,15	0,15	0,219	1,06	0,23	0,19

Использование Эквивалента Прогиба Балки Бенкельмана для Вычисления SNP²

Пользуясь выведенным эквивалентом прогиба Балки Бенкельмана при анализе HDM, программа автоматически вычислит SNP по следующей формуле:

$$SNP = 3.2 (DEF_s)^{-0.63}$$

Исследование компании «Ingeroute» на Украине показало, что данная формула завышает SNP покрытия и формула было откорректирована таким образом, что среднее SNP, вычисленное при помощи модифицированной формулы, было равно среднему SNP, вычисленному используя коэффициенты прочности слоев покрытия.

Предлагается для исследования в Приморском районе, что после того, как вычисленные значения SNP и прогиб УДН будут занесены в базу данных, будет проведено сравнение на предмет совпадения результатов вычисления SNP по обоим методам. Если они не будут совпадать, тогда формула устанавливающая соотношение прогиба и SNP будет применена, как это было сделано на Украине.

Влияние Сезонного Коэффициента и Коэффициента Водоотвода на Прочность Покрытия

Различные взаимосвязи (уравнения), используемые в модели разрушения дороги в HDM-4, ведут к моделированию нарастающих изменений состояния покрытия с каждым последующим годом. Поэтому, важно, что средневзвешенная ежегодная прочность покрытия используется в моделях, которые используют SNP, предпочтительнее, чем прочность, измеренную в определенный момент времени. HDM-4 разделяет год на сухой и влажный периоды (сезоны). Пользователь должен задать SNP для сухого периода и его продолжительность. Также, необходимо задать соотношение значений SNP для сухого и влажного периодов (коэффициент калибровки сезонного влияния). Очевидно, что авторы руководства не принимали во внимание такой климат, при котором преобладают отрицательные температуры в течение большей части года.

Во время весенней распутицы, условия влажности земляного полотна – наихудшие, а покрытие – наименее прочное. Логично предположить, что весенняя распутица является частью «влажного периода». В течение лета, состояние земляного полотна улучшаются и температура асфальта поднимается, т.е. покрытие становится менее жестким. Зимние месяцы могут считаться «сухим периодом», т.к. покрытие – замороженное и жесткое (возможно, хрупкое), а проникновение нулевой изотермы (границы промерзания) в тело насыпи гарантирует, что, временно, количество непромерзших молекул воды снижается (т.к. кривая присыпания молекул воды ко льду устанавливается на границе промерзания, а просачивания воды с поверхности прекращается). Предварительно, период с середины Октября до середины Мая (7 месяцев) можно считать «сухим периодом», остальные 5 месяцев – «влажным».

На настоящий момент можно допустить, что среднее структурное число сухого периода, номинально, в 2 раза больше структурного числа влажного периода SNP_w , т.е. соотношение следующее: $f = SNP_w / SNP_d = 0.5$. Если принять данные предположения, уравнения модели покажут, что средневзвешенное значение SNP, воздействующее на развитие ровности, в 1.18 раза больше, чем SNP_w . Поэтому, теперь важно решить, как определять среднее значение SNP_w влажного периода.

Наилучшим методом выяснения, как меняется SNP со сменой периодов, является проведение периодических измерений прогиба в одном и том же месте в различное время года, начиная с Мая и заканчивая в Сентябре. Хорошее начало уже было положено: подобные измерения были произведены вдоль дороги М-8 «Москва-Архангельск». К сожалению, в ходе измерений появилось несколько отклонений значений (аномалий), которые должны быть исследованы до того, как надлежащий анализ данных будет проведен. Однако, кажется, что измерения прогибов, полученные в Июле, Августе и Сентябре – достаточно постоянны и можно

² Смотри Руководство HDM-4 Том 4, Глава C2 Битумные Дорожные Одежды, Вариант 2.

рекомендовать, чтобы измерения при помощи УДН, желательно, проводились в данные месяца. Дальнейшая работа требуется.

Частота Измерений

Начало серии измерений несущей способности дорог было положено, но проводился только один замер на каждом километре дороги. Колебание значений прогибов вдоль дороги получилось очень большим, поэтому необходимо сделать вывод, что один замер на км не дает статистически достоверного результата. Тем не менее, в целях пилотного изучения в этом году, для использования PMS (системы управления покрытием), данная частота измерений – достаточна. Однако, в долгосрочном измерении один замер на км не обеспечит измерение прочности покрытия с достаточной статистической достоверностью. Консультанты предлагают производить измерения УДН на более близком расстоянии на выбранных участках дорог в целях определения доверительных границ для различных расстояний между местами проведения замеров.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 – Калибровка «Толчкомера» при помощи установки измерения ровности MERLIN

Введение

В данной главе описывается, каким образом значения измерений, выполненных Толчкомером российского производства, могут быть конвертированы в значения Международного Индекса Ровности (IRI) при помощи калибровки Установки для Оценки Ровности MERLIN. Данная установка была разработана Лабораторией Транспортных Исследований в Великобритании (the UK Transport Research Laboratory) – Отчет о научно-исследовательской работе №301 – специально для использования в странах с ограниченным использованием такого рода приборов и бюджетом для приобретения дорогостоящего оборудования.

MERLIN состоит из металлического каркаса длиной 1,8 метра, который выглядит как половина велосипеда. Он имеет велосипедное колесо впереди, жесткую опору сзади и датчик между ними, который опирается на покрытие дороги. Датчик присоединен к подвижному рычагу, на другом конце которого находится указатель, передвигающийся вдоль графика. Установка передвигается вдоль дороги и через определенные интервалы позиция указателя записывается на графике, создавая гистограмму. Данная гистограмма может дать хорошее представление о ровности дороги в значениях IRI.

Принцип работы

Принцип работы заключается в следующем: установка имеет две точки опоры и датчик, контактирующий с покрытием дороги на колее, ровность которой измеряется. Точки опоры находятся на расстоянии 1,8 метра друг от друга, и датчик расположен точно посередине между ними (см. Рисунок 1). Установка измеряет вертикальное отклонение поверхности дороги под датчиком от воображаемой линии, соединяющей две точки опоры установки и поверхности дороги. Его также называют «меж-хордовое отклонение».

При выполнении измерений на определенных интервалах вдоль дороги, чем более неровная поверхность дороги, тем выше колебания отклонений. Вычерчивая отклонения в виде гистограммы на квадратном графике, установленном на приборе, можно измерить разброс значений, которые можно легко сопоставить с измерением ровности дороги стандартными приборами.

Общее описание прибора MERLIN

На рисунке 2 приведен схематичный чертеж прибора MERLIN. Для облегчения работы, колесо используется в качестве передней опоры, в то время как задняя опора – это жесткая металлическая штанга. К одной из сторон задней опоры прикреплена короткая стабилизирующая опора, которая предотвращает прибор от опрокидывания в процессе снятия показаний. Позади (в плане) основной задней опоры находятся две ручки, поэтому прибор в некоторой степени похож на очень длинную и узкую тачку.

Датчик присоединен к подвижному рычагу, который уравновешен таким образом, что датчик всегда опускается до тех пор, пока он не достигнет поверхности дороги, или рычаг не достигнет предела своего перемещения. На другом конце рычага установлен указатель, который передвигается по специальному графику. Рычаг работает на

основе коэффициента «усиления» равного 10, т.е. передвижение датчика на 1мм приведет к перемещению указателя на 1см. График состоит из набора колонок шириной 5мм, разделенных на клетки. Если радиус колеса не совсем однороден, это приведет к различным расстояниям между передними опорами при последовательных измерениях, т.е. к неточным результатам измерений. Чтобы избежать этого, на обод колеса необходимо нанести краской метку и снимать показания прибора только, когда метка соприкасается с поверхностью дороги.

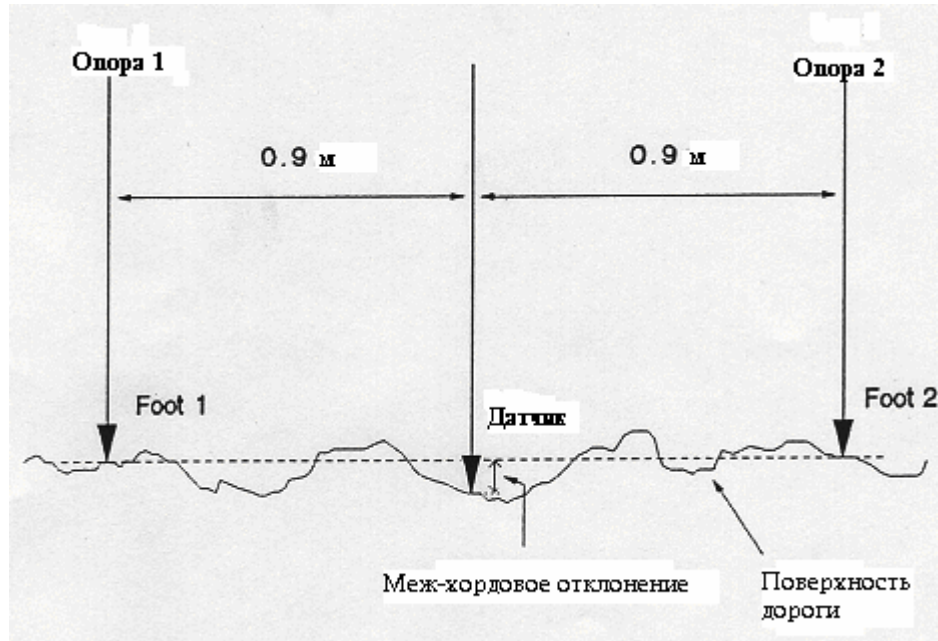


Рисунок 1 Измерение меж-хордового отклонения

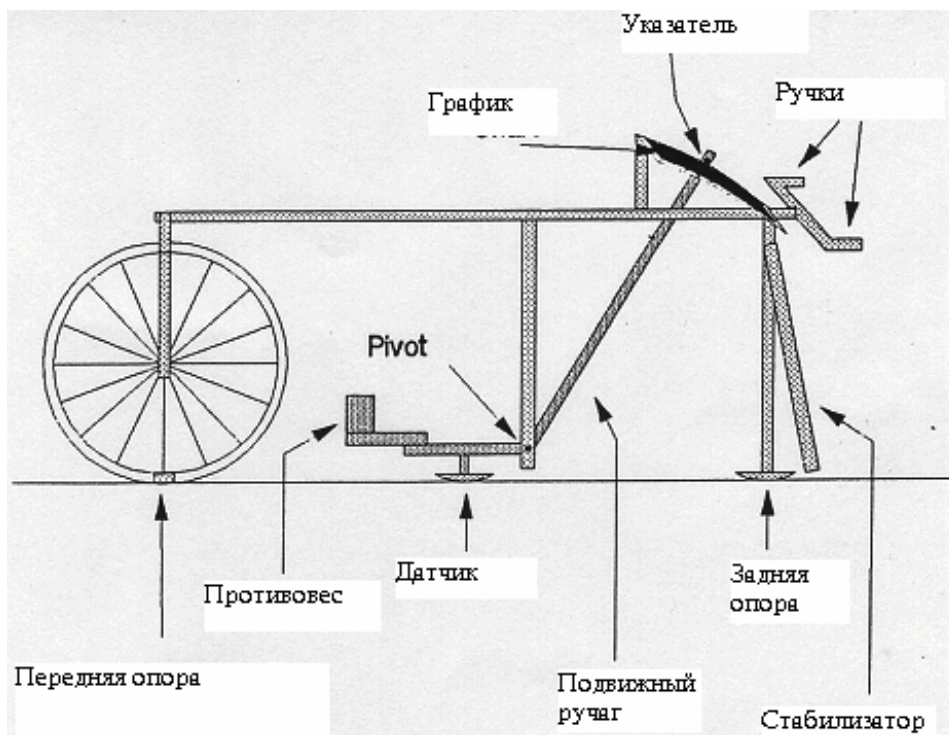


Рисунок 2 Набросок прибора «MERLIN»

Настройка прибора MERLIN

Когда прибор MERLIN установлен на ровную поверхность и поддерживается стабилизирующей опорой, указатель должен быть неподвижен. Если он движется, то, очевидно, что рама прибора не достаточно жесткая. Могут понадобиться дополнительные детали жесткости для упрочнения конструкции. Стабилизирующая опора должна быть выполнена такой длины, чтобы в случае, когда рама прибора установлена свободно, она располагалась строго вертикально и не отклонялась в сторону.

Важно проверить, что рама изготовлена и смонтирована таким образом, что контакт колеса, контакт датчика и задняя опора находились на одной линии. Если это не так, передвиньте прибор и установите его повторно.

После установки рамы MERLIN, поддерживаемой стабилизирующей опорой, на абсолютно ровной поверхности (например, на бетонном полу), винт настройки датчика необходимо поворачивать до тех пор, пока указатель не окажется на графике точно посередине. Его необходимо зафиксировать с помощью захвата (контргайки), чтобы он не мог двигаться относительно поддерживающей опоры, к которой он прикреплен.

Перед измерениями следует проверить усиление рычага, используя для этого калибровочный блок. Блок должен иметь параллельные планарные (плоские) поверхности и толщину, скажем, 6 мм. Толщину необходимо измерить точно, используя микрометр. После того, как Вы подставите блок под прибор, указатель на датчике должен переместиться на 60 мм, и расхождение не должно превышать допустимого значения.

Например, если указатель переместился только на 57 мм, поправочный коэффициент, который составит $F = 60/57$, нужно применить к показателю D ровности, измеренному по шкале MERLIN.

Руководство по выполнению калибровки ровности

Выбор участков дорог для осуществления калибровки

Рекомендуется выбрать примерно 8 различных однородных по длине 200 метровых участков дороги с асфальтобетонным покрытием, ровность которых изменяется от IRI 2.5 до IRI 8 или 9. IRI 2.5 характеризует вновь построенную дорогу (лучшие показатели ровности, которые можно достичь, применяя существующую в Архангельской области практику строительства). Показателю ровности IRI 9 соответствует наихудшим условиям ровности (некоторые участки в Приморском районе).

Безопасность измерений

Поскольку члены бригады, работающие непосредственно на дороге, подвергаются опасности, исходящей от проезжающего транспорта, они должны соблюдать меры безопасности. Каждый, кто занят на измерениях, должен быть одет в оранжевый жилет со светоотражающими полосками и иметь защитную каску. На дороге должны быть установлены предупреждающие знаки. Транспортное средство, как правило, должно быть припарковано позади работающей команды.

Если те, кто занят на измерениях, работают в течение продолжительного времени, создавая при этом опасность для движения проходящего транспорта, то в качестве калибровочных участков рекомендуется выбирать дороги с малой интенсивностью движения или те, движение по которым не осуществляется. Для удобства эти участки

должны располагаться в непосредственной близости друг относительно друга и по отношению к базе.

Разбивка линий при проведении калибровочных измерений ровности

Возьмите тонкую ленту и натяните ее вдоль дороги по центру колеи (ближайшей к кромке проезжей части), разметьте ее белой краской и продлите на расстояние 200 м. Затем нанесите на поверхность дороги еще одну линию параллельно первой по внешней колее на расстоянии равном расстоянию между осями колес измерительного транспортного средства (дорожной лаборатории).

Методика производства измерений

Для определения ровности участка автомобильной дороги рекомендуется осуществить сто измерений через интервал равный одному обороту колеса. Первое показание прибора снимается при совмещении метки на ободу колеса и точки отсчета на линии разметки. На каждой из измерительных точек машина останавливается, при этом колесо должно находиться в нормальном положении, а задняя опора и датчик – в контакте с поверхностью дороги. Затем оператор фиксирует положение указателя на графике «крестиком» в соответствующей колонке, также ведет учет количества произведенных измерений, ставя крестик в таблице подсчета, как это показано на рисунке 3 (левый верхний угол). Так как при выполнении измерений легко сбиться, предлагается после каждых 20 оборотов колеса наносить метку на поверхность дороги, т.е. расстояние должно быть равно 20 длинам окружности колеса. При перемещении прибора необходимо поднимать ручки прибора таким образом, чтобы при движении в контакте с поверхностью дороги находилось только колесо.

После выполнения 100 измерений в месте остановки (конечная точка) наносится метка и проверяется общее пройденное расстояние. В итоге на графике должны быть нанесены 100 «крестиков», указано место производства измерений, маршрут (с указанием того, по какой линии (ближайшей к кромке или к оси) выполняется измерение), номер серии измерений, фамилия и инициалы оператора, а также дата измерений.

Затем чертится новый график и все повторяется вновь, за тем исключением, что метка на ободу колеса при первом измерении совмещается с той же линией разметки, но со смещением на четверть оборота колеса относительно первоначальной точки отсчета. После выполнения 100 измерений прибор должен остановиться со смещением вперед примерно равном $\frac{1}{4}$ окружности колеса от конечной точки предыдущих измерений.

Повторите измерения еще дважды, каждый раз смещая точку отсчета на четверть длины окружности колеса. После выполнения четырех таких измерений можно получить достоверный средний показатель ровности.

Анализ измерений

На каждый из четырех графиков должны быть нанесены по 100 «крестиков». На каждом графике отсчитайте справа и слева по 5 крестиков, и нанесите горизонтальную линию между 5 и 6 крестиком. Если обе крестика находятся в одной колонке, то линию необходимо провести посередине колонки, как показано на Рисунке 3.

Расстояние между двумя метками D измеряется в мм. После умножения его на калибровочный фактор F, получается показатель, который представляет собой ровность по шкале MERLIN (в мм).

Средний по четырем сериям измерений показатель определяется как средняя ровность участка длиной = 100 длин окружности колеса. Для более точного вычисления среднего показателя необходимо нанести все 400 результатов измерений на один график, отсчитать по 20 крестиков от каждого края гистограммы и провести линии. Подобная операция должна выполняться лишь после того, как все данные собраны и проверены полностью по каждой из четырех серий измерений.

Точно такая же процедура выполняется для второй нанесенной на поверхность дороги линии (колеи колеса). Среднее из двух полученных показателей принимается за средний показатель ровности MERLIN для участка дороги.

Определение ровности IRI

Международный показатель ровности участка определяется по следующей формуле:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 D$$

Измерения ровности с помощью Толчкомера (российский вариант прибора)

Измерения с помощью толчкомера выполняют, осуществляя движение вдоль колеи, помеченной на дороге двумя линиями. При выполнении измерений водитель транспортного средства должен поддерживать постоянную скорость движения (например, 50км/ч). Постоянная скорость должна быть набрана до пересечения метки начала и сброшена только по пересечении метки конца участка. Ровность в см/км должна быть определена максимально точно, насколько это представляется возможным, и только на участке между этими двумя точками.

Измерение следует повторить пять раз, и в случае, если результаты отличаются незначительно, определяется среднее из данных величин. Вышеупомянутую процедуру следует повторить на всех восьми участках дорог, где применялся прибор MERLIN для определения ровности IRI и толчкомер для измерения ровности в см/км. После сравнения показателя IRI с данными толчкомера можно будет выполнить регрессионный анализ с целью определения зависимости между ними.

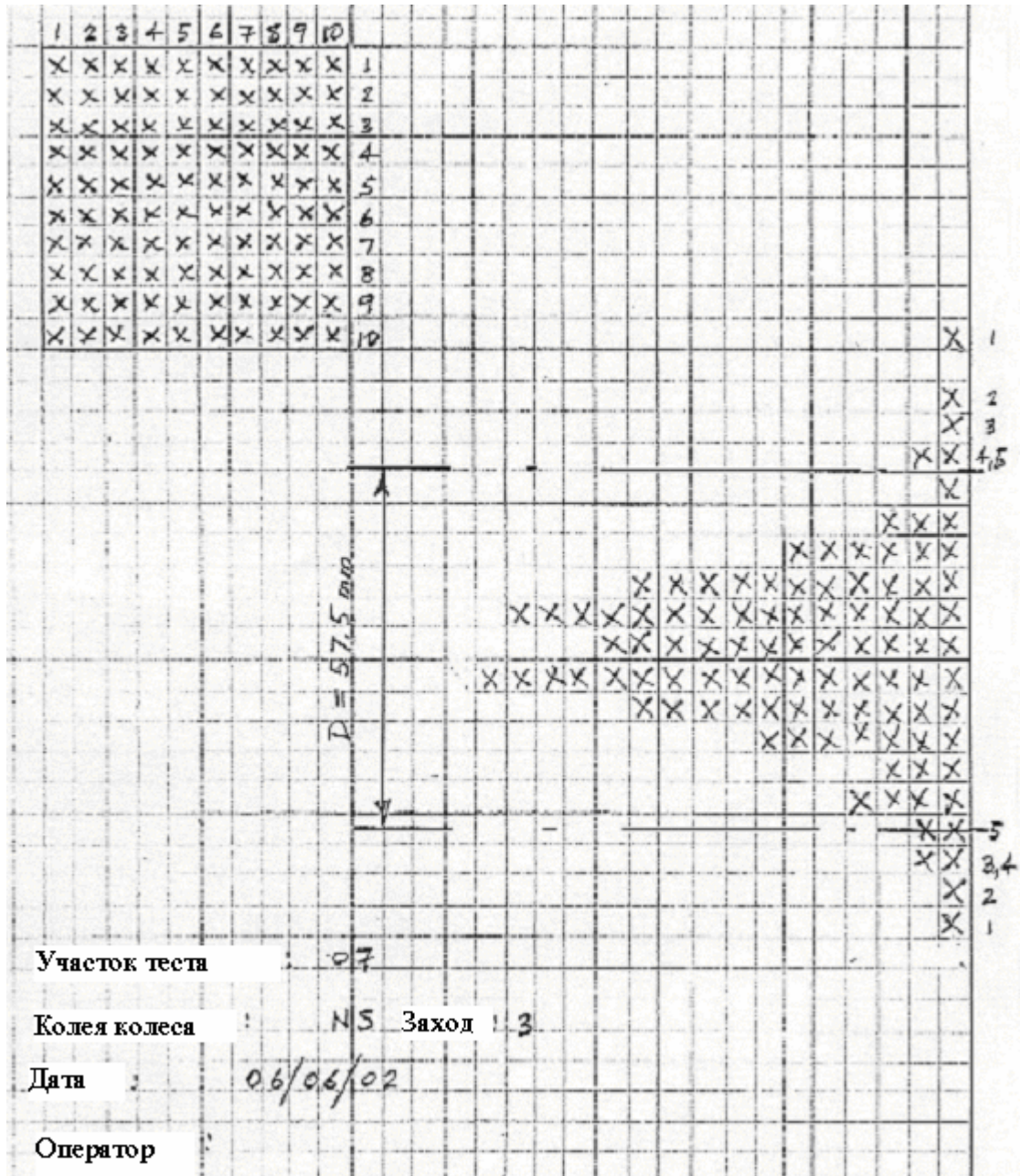


Рисунок 3 Типичный график работы прибора MERLIN

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 – Пример Исходных Файлов *STR-VEHCOMP.HDBF* и *STR-VEHGROWTHS.HDBF* для HDM-4

Фрагмент *STR_VEHCOMP.HDBF*

ANALYSISID	SEC_ID	VEH_ID	PCENT_COMP
0	0	0	68.70
0	0	1	4.15
0	0	2	12.68
0	0	3	1.97
0	0	4	6.83
0	0	5	2.08
0	0	6	3.60
0	1	0	69.19
0	1	1	4.18
0	1	2	12.60
0	1	3	1.97
0	1	4	6.79
0	1	5	1.93
0	1	6	3.33

Фрагмент *STR_VEHGROWTHS.HDBF*

ANALYSISID	SEC_ID	VEH_ID	PERIOD_ID	TRAF_TYPE	VEH_CAT	GROWTH
0	0	0	0	1	0	3.41
0	0	0	1	1	0	4.26
0	0	0	2	1	0	5.12
0	0	1	0	1	0	3.41
0	0	1	1	1	0	4.26
0	0	1	2	1	0	5.12
0	0	2	0	1	0	2.20
0	0	2	1	1	0	2.73
0	0	2	2	1	0	3.26
0	0	3	0	1	0	1.80
0	0	3	1	1	0	2.25
0	0	3	2	1	0	2.70
0	0	4	0	1	0	2.20
0	0	4	1	1	0	2.73
0	0	4	2	1	0	3.26
0	0	5	0	1	0	2.24
0	0	5	1	1	0	2.80
0	0	5	2	1	0	3.36
0	0	6	0	1	0	2.24
0	0	6	1	1	0	2.80
0	0	6	2	1	0	3.36

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 – Примеры Форм Учета Осевых Нагрузок

ИЗМЕРЕНИЕ ОСЕВЫХ НАГРУЗОК Взвешенные Транспортные Средства

№ Дороги :		Местоположение :				Направление :			Примечания :					
Погода :		Солнце	Пасмурно	Дождь	Сильный Дождь									
Время	ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО				Тип ТС (Прим. 3)	Точка отправления (Прим. 2)	Точка назначения (Прим. 2)	Товар	Загрузка (П/З)	ОСЕВЫЕ НАГРУЗКИ (ТОНН)				
	Производитель	Модель	Гос. Рег. Номер	1						2	3	4	5	
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						
								п з						

Примечание:

1. Загрузка. П = Порожний (включая пустые контейнеры) З = Загруженный (частично или полностью)
2. Точки отправления/назначения - области. Точки отправления/назначения (зарубежные) - страны.
3. Типы транспортных средств:

ИЗМЕРЕНИЕ ОСЕВЫХ НАГРУЗОК Опрошенные Транспортные Средства

№ Дороги :		Местоположение :				Направление :					
Погода :		Солнце	Пасмурно	Дождь	Сильный Дождь						
Время	Точка отправления (Прим. 2)	Точка назначения (Прим. 2)	Тип ТС (Прим. 3)	Загрузка (П/З)	Взвешено (В) или Невзвешено (Н)	Время	Точка отправления (Прим. 2)	Точка назначения (Прим. 2)	Тип ТС (Прим. 3)	Загрузка (П/З)	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	
				п з	в н					п з	

Примечание:

1. Загрузка. П = Порожний (включая пустые контейнеры) З = Загруженный (частично или полностью)
2. Точки отправления/назначения - области. Точки отправления/назначения (зарубежные) - страны.
3. Типы транспортных средств:

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 – Пример Формы Учета Скоростей Движения

ЗАМЕРЫ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА

Дата :		Погодные условия :	
Место :		Состояние Покрытия Дороги :	
Время :			

Скорость, км/ч	Легковые автомобили	Микро автобусы	Автобусы	Легкие Грузовики	Средние Грузовики	Тяжелые Грузовики	Очень Тяж. Грузовики	Сверх Тяж. Грузовики
110								
109								
108								
107								
106								
105								
104								
103								
102								
101								
100								
99								
98								
97								
96								
95								
94								
93								
92								
91								
90								
89								
88								
87								
86								
85								
84								
83								
82								
81								
80								
79								
78								
77								
76								
75								
74								
73								
72								
71								
70								
69								
68								
67								
66								
65								
64								
63								
62								
61								
60								
59								
58								
57								
56								
55								
54								
53								
52								
51								
50								

ПРИЛОЖЕНИЕ 8 – Замечания Получателя к Техническому Отчету и ответы Консультанта:

- 1. стр. 3: В Архангельской области 58% автомобильных дорог имеют гравийное покрытие, и перевести их все к усовершенствованному покрытию в ближайшее время не представляется возможным. Поэтому считаю, что нельзя ограничиваться анализом HDM только для дорог с асфальтобетонным покрытием. Необходимо разработать также методику обследования дорог с гравийным покрытием для анализа HDM.*

В отношении анализа HDM для гравийных дорог.

Консультанты никогда не советовали целиком перевести гравийные дороги в дороги с асфальтобетонным покрытием и не будут этого делать и впредь. Для перевода отдельных участков дорог в более высокую категорию необходимо достаточное обоснование, основанное на интенсивности движения. HDM-4 достаточно хороший инструмент, который можно использовать и для гравийных дорог, для оценки на проектном уровне экономических выгод/затрат от перевода такой дороги в более высокую категорию.

Описываемые в отчете методики проведения обследований дорог – это те, что должны применяться для анализа сети, где HDM используется для назначения видов работ, включая восстановление, капитальный ремонт, текущее содержание, в результате производства которых можно получить максимальные выгоды при имеющемся заданном бюджете. Любая программа работ должна обязательно включать необходимое содержание гравийных дорог. Если предположить, что сеть гравийных дорог будет содержаться на текущем уровне, программа работ может быть составлена и без использования HDM. Протяженность гравийных дорог, которые нуждаются в периодическом перепрофилировании, функционирующем водоотводе, содержании соответствующего обустройства, известна. Объем гравийного материала, необходимого для досыпки, также должен быть известен. Существует один маленький вопрос – проведение полных обследований состояния гравийных покрытий, поскольку состояние и ровность таких дорог изменяются весьма быстро после очередных досыпки и перепрофилирования.

Консультант прекрасно осознает, что гравийные дороги представляют собой важную и неотъемлемую часть дорожной сети Архангельской области. Именно поэтому Консультант пытается собрать всю информацию о качестве, свойствах, источниках получения и стоимости гравийного материала, используемого при содержании дорог с гравийным покрытием. При необходимости Консультант проведет анализ HDM в виде изучения влияния свойств гравийных материалов на ровность, потери материала покрытия, необходимую частоту перепрофилирования. В результате будут даны рекомендации, направленные на снижение:

- затрат по материалам
- потери гравия
- частоты перепрофилирования
- затрат на текущее содержание

Далее, Консультант изучит критерий обоснования повышения категории гравийных дорог, даст рекомендации по использованию наиболее подходящего типа твердого покрытия и его оптимальной ширины на основании анализа HDM.

2. **стр. 7:** Сложилась непонятная ситуация, на данной странице рекомендуется конвертировать прогибы к температуре 30°C, затем приводится аргумент в пользу не конвертации данных упругого прогиба измеренного в июле – августе. Стр. 52 рекомендуется пересчитывать прогиб к 10°C, стр. 55 опять идет разговор о конвертации значений прогиба к 30°C, в таблице на этой же странице данные конвертации к 10°C и 25°C. Так нужно все-таки конвертировать данные прогиба и если нужно то к какой температуре?

В отношении внесения температурных поправок в значения упругого прогиба

В случае выполнения измерений упругого прогиба с целью использования результатов в HDM Консультант рекомендует измерять прогиб в июле или августе без внесения каких-либо температурных поправок, а затем конвертировать эти значения в эквивалентные балки Бенкельмана при помощи формулы (3).

В случае выполнения измерений прогиба в различные времена года, например, в научно- исследовательских целях, когда желательно сравнивать значения прогиба вне зависимости от влияния температуры на вязкость битума, рекомендуется следовать нормам ВСН 46-83 или другого действующего нормативного документа.

Тем не менее, для того, чтобы вносить температурные поправки, необходимо знать температуру асфальтобетонных слоев в данной точке измерений, время проведения испытаний, толщину слоев покрытия. Таблица, приведенная в Приложении, показывает каким образом можно конвертировать значения прогиба к 10⁰ С или любой другой температуре, например, 25⁰ С.

Что касается проектирования дорожных одежд в Архангельскавтодоре, то рекомендации относительно внесения каких-либо температурных поправок в процессе проектирования не входят в объем работ, указанный в техническом задании Консультанта.

3. **стр. 33:** «Данные о скорости транспортных средств». Дано только описание методов и неконкретные рекомендации по производству измерений. Необходимо разработать методику сроков и частоты получения данной информации формы предоставления ее для анализа HDM, рекомендовать наиболее эффективную методику и используемое оборудование. Рекомендовать службу управления «Архангельскавтодор», которая будет заниматься данной работой.

В отношении “данных о скорости транспортных средств”

Запрос на разработку рекомендаций получен. Консультант займется этим в следующем квартале.