СТО МАДИ 02066517.1-2006

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ДОРОГИ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ.

ДИАГНОСТИКА.

Определение продольного микропрофиля дорожной поверхности и международного показателя ровности IRI.

Общие требования и порядок проведения

Издание официальное

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Москва 2006

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Московским автомобильно-дорожным институтом (Государственным техническим университетом), техническим комитетом по стандартизации «Дорожное хозяйство» (ТК 418)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации «Дорожное хозяйство» (ТК 418)

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Ректора МАДИ (ГТУ) от 14 августа 2006 г. N 348 о.в.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

МАДИ (ГТУ), 2006

Настоящий стандарт дорожного хозяйства не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без письменного разрешения Московского автомобильно-дорожного института (Государственного технического университета) или, по его поручению, ТК 418 «Дорожное хозяйство»

Содержание

С.

1 Область применения.....

2 Нормативные ссылки.....

3 Термины, определения и сокращения.....

4 Основные положения.....

5 Требования к объекту измерений.....

6 Требования к установке профилометрического типа.....

7 Требования к проведению измерений.....

8 Требования по определению показателей ровности поверхности автомобильных дорог.....

Приложение А Порядок проведения калибровки профилометров.....

Приложение Б Алгоритм расчета показателя IRI и пример программы определения показателя IRI на языке программирования Си.....

Приложение В Требования к оформлению результатов записи микропрофиля.....

Приложение Г Оценка ровности автомобильных дорог по спектральной плотности дисперсии.....

Приложение Д Порядок оформления результатов тестовых испытаний профилометрических установок .....

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ДОРОГИ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

ДИАГНОСТИКА

Определение продольного микропрофиля дорожной поверхности и международного показателя ровности IRI

Общие требования и порядок проведения

Дата введения 2006-08-15

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к выполнению работ по мониторингу ровности проезжей части и общей диагностике автомобильных дорог различного назначения и категорий (далее – автомобильных дорог) на основе измерений продольной ровности поверхности автомобильных дорог с помощью установок профилометрического типа (далее - профилометрических установок), позволяющих измерять и регистрировать ординаты продольного микропрофиля проезжей части автомобильных дорог для дальнейшего вычисления значений показателей ровности, необходимых при оценке качества строительных и/или ремонтных работ и текущего состояния покрытий.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 30412-96 Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий.

ГОСТ Р 50597-93 Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности движения.

ГОСТ Р 52398-2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования.

ИСО 8608: 1995 «Вибрация. Профили дорожных поверхностей. Представление результатов измерений».

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применяют термины с соответствующими определениями:

продольная ровность проезжей части: один из показателей качества дорожного открытия, характеризующий взаимное воздействие транспортных средств и дорожной поверхности на вертикальные колебания транспортного средства и динамическую нагруженность дорожной одежды

продольный профиль дороги: Продольное сечение автомобильной дороги по заданной полосе наката.

микропрофиль проезжей части: Продольный профиль поверхности автомобильной дороги по заданной полосе наката в виде массива вертикальных отметок, полученных с интервалом не более 0,25 м, содержащего неровности оказывающие влияние на вертикальные колебания автомобиля.

полоса движения: Продольная полоса проезжей части, по которой происходит движение транспортных средств в один ряд.

полоса наката (колея): Часть полосы движения на поверхности проезжей части, подвергающаяся наиболее частому воздействию колес автотранспортных средств, следующих по данной полосе движения.

профилометрическая установка: Измерительная система, позволяющая при проезде по дороге со скоростями транспортного потока (от 30 км/ч и более) определять ординаты микропрофиля дорожной поверхности с требуемой точностью.

фильтр высоких частот: Фильтр, пропускающий без искажений дорожные частоты более заданной частоты.

фильтр низких частот: Фильтр, пропускающий без искажений дорожные частоты менее заданной частоты.

частота дорожных неровностей (дорожная частота): Величина обратная длине волны неровности.

Примечание – Величина частоты измеряется в цикл/метр.

спектральная плотность дисперсии ординат микропрофиля (СПД ординат микропрофиля): Оценочный показатель ровности, характеризующий частотный состав микропрофиля.

Примечание – Оценочный показатель принят МС ИСО 8608

3.2 В настоящем стандарте применяют следующие сокращения:

МС ИСО – международный стандарт

СПД – спектральная плотность дисперсии

4 Общие положения

Общие требования распространяются на запись микропрофиля, на определение международного показателя ровности (далее- показателя ровности) IRI и к определению спектральной плотности.

4.1 Требования к записи микропрофиля

4.1.1 Микропрофили участков автомобильных дорог записываются профилометрами, прошедшими аттестацию по методике в соответствии с приложением А.

4.1.2 Длина участка непрерывной записи микропрофиля должна быть не более 10 километров. Записанный участок должен быть представлен отдельным файлом, содержащим массив ординат микропрофиля с указанием шага записи (в метрах) и числа точек массива. Привязка массива к местности (километровые столбы, и.т.п.) должна быть указана отдельно.

Шаг записи массива микропрофиля Δx =0,125 м.

4.1.3 Для записи микропрофиля дорог любого класса и категории (согласно ГОСТ Р 52398-2005) используются профилометры 1-го класса точности.

Профилометры 2-го класса точности используются для записи микропрофиля дорог обычного типа II-ой категории и более низших.

Класс точности профилометра определяется по результатам тестовых испытаний в соответствии с приложением А.

4.2 Требования по определению показателя IRI

4.2.1 Показатель ровности IRI является основным при диагностике и мониторинге ровности автомобильных дорог. Показатель определяется по стандартной программе (приложение Б) на основе записанных значений микропрофилей.

4.2.2 Показатель IRI определяется для каждых 100 м и каждых 1000 м записанного участка.

4.2.3 При диагностики автомобильных дорог длина участка, для которого вычисляют показатель IRI, определяется техническим заданием на выполнение работ. Рекомендуемая длина участка 1000 метров.

Значения IRI для каждых 100 м участка применяют для более детальной оценки участка.

4.3 Требования к определению спектральной плотности

4.3.1 Спектральная плотность микропрофиля является дополнительным показателем ровности проезжей части, позволяющая учитывать весь диапазон длин волн неровностей.

4.3.2 Для сопоставления спектральной плотности микропрофиля с международной классификацией спектральных плотностей по МС ИСО 8608 следует пользоваться приложением Г.

4.3.3 Спектральная плотность дает информацию о длинных неровностях, незначительно влияющих на показатель IRI, но оказывающих существенное влияние на колебания автомобиля при движении со скоростями более 80 км/час.

5 Требования к объекту измерений

5.1 Состояние дорожного покрытия измеряемого участка автомобильной дороги должно обеспечивать возможность движения дорожной лаборатории с профилометрической установкой со скоростью 30 км/час.

5.2 Для получения достоверных результатов поверхность дорожного покрытия должна быть чистой.

5.3 Подъездные пути к измеряемому участку дороги должны обеспечивать дорожной лаборатории набор необходимой скорости до начала измерений, торможение после окончания измерений и ее разворот.

5.4 Если в состав измеряемого участка входит пересечение дорог, то должны быть приняты необходимые меры безопасности по обеспечению беспрепятственного проезда дорожной лаборатории с рабочей скоростью записи микропрофиля. В противном случае длина измеряемого участка должна выбираться таким образом, чтобы измеряемый участок заканчивался до пересечения дорог, на расстоянии необходимом для остановки дорожной лаборатории.

Начало следующего участка должно находиться после пересечения дорог на расстоянии достаточном для набора дорожной лабораторией рабочей скорости.

5.5 Минимальная длина измеряемого участка должна быть не менее 100 метров без учета расстояния, необходимого для разгона и торможения лаборатории.

5.6 При использовании показателя IRI для оценки ровности длина измеряемого участка должна быть не меньше двух длин отрезка участка для определения локального показателя IRI.

5.7 Для определения СПД длина измеряемого участка должна быть не менее 500 м.

5.8 Для удобства обработки и предоставления информации измеряемые участки длиной более двух километров могут быть разбиты на километровые отрезки.

5.9 Привязка начала и конца участка измерений должна осуществляться по существующим километровым столбам.

В случае отсутствия таковых на участке измерения производят привязку к стационарным объектам ситуации (дорожные знаки, водопропускные трубы, пересечения и т.п.) с указанием расстояния от объекта до начала (конца) участка по показаниям датчика пути дорожной лаборатории или по показаниям датчика пути через каждые 1000 метров.

6 Требования к установкам профилометрического типа

6.1 Требование к аппаратуре, применяемой для записи микропрофиля проезжей части

6.1.1 Аппаратура должна обеспечивать требуемую точность записи микропрофиля на дорогах класса А, В, С по продольной ровности проезжей части автомобильной дороги согласно классификации МС ИСО.

6.1.2 Определение длины участка измерений должно выполняться с точностью не хуже $\pm$ 0.1%.

6.1.3 Профилометрическая установка должна обеспечивать возможность проведения записи микропрофиля с требуемой точностью на скоростях от 30 км/час.

6.1.4 Запись микропрофиля должна быть обеспечена в любых погодных условиях кроме тех, что влияют на безопасность движения лаборатории и достоверность получаемых результатов.

7 Требования к проведению измерений

7.1 При проведении измерений для обеспечения безопасности дорожная лаборатория должна быть оборудована специальными знаками и сигнальными устройствами (проблесковый маячок и т.п.), информирующими других участников дорожного движения о проведении измерительных работ на дороге.

7.2 При проведении измерений по определению ровности намеченного участка автомобильной дороги с использованием профилометрической установки следует руководствоваться инструкцией по эксплуатации данной установки.

7.3 Обследуемый участок дороги должен быть разбит на отрезки заданной длины.

7.4 Привязка к местности осуществляется согласно 5.10.

7.5 Погодные условия при проведении измерений должны соответствовать 6.1.4.

7.6 Состояние покрытия дороги должно соответствовать 5.1 и 5.2.

7.7 Скорость дорожной лаборатории в процессе записи микропрофиля должна выдерживаться в диапазоне от 30 до 100 км/ч.

7.8 При проведении измерений следует придерживаться полос наката для каждой полосы движения во время каждого заезда.

7.9 Для улучшения статистической точности определения показателей ровности исследуемого участка увеличивают количество проездов по исследуемому участку. Большее число повторных проездов по участку

позволяет снизить влияние случайных факторов на показатели ровности на участке.

Примечание – Случайными факторами являются не соблюдение колеи, случайные посторонние предметы на полосе движения лаборатории и иные помехи

8 Требования по определению показателей ровности поверхности автомобильной дороги

8.1 В результате обработки записи микропрофиля участка автомобильной дороги получают массив ординат микропрофиля, на основе которого вычисляют показатели ровности проезжей части автомобильной дороги.

Программное обеспечение, входящее в состав дорожной лаборатории с профилометрической установкой, должно позволять получать следующие показатели:

- показатель ровности IRI;

-спектральную плотность дисперсии ординат микропрофиля.

8.2 В результате обработки данных, используемых при диагностике, для каждого участка заданной длины определяют показатели по левой и правой полосам наката и среднее значение показателя для полосы движения - показатель ровности IRI.

Для оценки ровности в длинноволновом диапазоне дополнительно по микропрофилю участка определяют значения спектральной плотности ординат правой и левой полос наката и среднее значение спектральной плотности.

Показатель IRI оценивает ровность в диапазоне частотных характеристик $0{,}033 \leq \lambda \leq 0{,}76$ ц/м (в полосе длин волн неровностей $1{,}3 \leq l \leq 30$ м).

8.3 По результатам измерений ровности проезжей части для каждого участка составляется протокол измерений.

В протоколе измерений рекомендуется приводить следующие данные:

– дата и время измерений;

- фамилия оператора, водителя;

- погодные условия;

-основные характеристики использованного средства измерения;

-описание дороги, включающее в себя:

а) название дороги и/или номер;

б) направление измерения;

в) число полос, по которым проводились измерения;

г) название населенного пункта, если участок измерений проходит через населенный пункт;

д) тип покрытия и его состояние;

- описание участков измерений, в которое должно входить:

а) длина, начало и конец участка измерений, привязанные к существующим километровым столбам;

б) номер полосы движения, на которой проводились измерения;

в) полоса наката (левая или правая), по которой проводились измерения на участке;

г) для участков указывается состояние покрытия (новое, старое).

Для описания расположения участков измерения к протоколу следует прилагать схему дороги с указанием участков дороги.

Так же указывается суммарная длина измеренных участков в однополосном исчислении (приложение В);

д) показатели ровности, вычисленные по результатам измерений.

8.4 Результаты измерений ровности дорожной поверхности по показателям представляются в виде таблиц.

Показатель ровности IRI для участков приводят в виде таблиц.

СПД микропрофиля на участке представляется в виде графика в логарифмических координатах с нанесенными границами классов по МС

ИСО. Допускается СПД микропрофиля на участке дополнительно представлять в виде таблицы.

Приложение А

Порядок проведения калибровки профилометров

А.1 Калибровка профилометров

Калибровка проводится на предварительно пронивелированных эталонных участках дороги. Результаты нивелирования принимаются за эталонные.

Основным оценочным показателем класса профилометра является коэффициент корреляции между отфильтрованными массивами нивелирования и профилометра. Дополнительными показателями являются спектральная плотность микропрофиля и показатель IRI.

Предусматривается два класса точности профилометров (пункт А.1.6, А.1.7, А.1.8). Для калибровки профилометров второго класса в качестве эталонного массива допускается использовать массив микропрофиля, полученный профилометром первого класса точности.

А.1.1 Эталонные участки

Как правило должно быть три эталонных участка. Один участок длиной не менее 500 м, остальные – не менее 250 м.

Один участок с показателем IRI менее 2, один – от 2 до 3,5 и один участок от 3,5 до 5.

Один участок должен быть с поверхностью, имеющей повышенную шероховатость (покрытие с поверхностной обработкой), а один с пониженной шероховатостью (покрытие из мелкозернистого асфальтобетона).

Перепад высот на каждом участке не должен превышать 2 м.

Участки должны быть прямолинейные. Перед участком должны быть разгонные полосы длиной не менее 300 м для разгона профилометра до скорости 100 км/час.

А.1.2 Нивелирование

Нивелирование проводится с шагом 0,25 м по правой колее движения. Точность отсчета отметок нивелиром не более ± 0,25 мм. Рейка нивелира должна быть соединена сферическим шарниром с опорной пятой диаметром 100 мм.

Пята должна быть с резиновой опорной прокладкой, статический прогиб которой под силой тяжести рейки должен быть 1мм на гладкой поверхности (далее – резиновая опорная пята).

Эталонные массивы отметок должны быть записаны с точностью 0,2 мм.

А.1.3 Запись микропрофиля профилометром

На каждом эталонном участке дороги проводится не менее 10 записей (дублей). Из них 5 записей при скорости 80 км/час и 5 записей при скорости 40 км/час.

Массивы записанных микропрофилей для тестирования профилометров должны быть представлены с шагом 0,25 м.

Привязка массива к местности должна быть не хуже ± 0,5 м.

А.1.4 Фильтрация микропрофиля

А.1.4.1 Фильтры

Для фильтрации массивов записанных микропрофилей и эталонных массивов нивелирования рекомендуются фильтры четвертого порядка без сдвига фазы.

Фильтр обрезающий низкие частоты, с передаточной характеристикой

$$H_н = \frac{(i\omega)^4}{(i\omega)^4 + \omega_н^4},$$

где частота среза $\omega_н = \frac{2\pi}{l_н}$,

$l_н$ - максимальная длина волны отфильтрованного микропрофиля.

Фильтр, обрезающий высокие частоты, с передаточной характеристикой

$$H_в = \frac{\omega_в^4}{(i\omega)^4 + \omega_в^4},$$

где частота среза $\omega_в = \frac{2\pi}{l_в}$,

$l_в$ - минимальная длина волны отфильтрованного микропрофиля.

А.1.4.2 Отфильтрованный микропрофиль

Из каждого записанного массива получают по три массива микропрофиля, отфильтрованного полосовыми фильтрами в полосе длин волн от $l_н$ до $l_в$

- $l_н$ = 100 м, $l_в$ = 0,63 м;
- $l_н$ = 63 м, $l_в$ = 6,3 м;
- $l_н$ = 6,3 м, $l_в$ = 0,63 м.

При минимальной длине волны $l_в$ = 0,63 м фильтр, обрезающий высокие частоты, не используется.

Из каждого отфильтрованного микропрофиля отбрасывают первые 50 м из-за неопределённости профиля дороги до начала эталонного участка. Таким образом получают отфильтрованные микропрофили длиной 200 м, если длина эталонного участка 250 м, и длиной 450 м, если длина эталонного участка 500 м.

Отфильтрованный микропрофиль в полосе частот соответствующих длинам волн неровностей 100 – 0,63 м используется для оценки коэффициента корреляции, спектральной плотности микропрофиля и показателя IRI, а в полосах частот соответствующих длинам волн неровностей 63 – 6,3 м и 6,3 – 0,63 м - для определения коэффициента корреляции между эталонным микропрофилем и микропрофилем записанным профилометром.

А.1.5 Коэффициент корреляции

Коэффициент корреляции между отфильтрованными микропрофилями находится по формуле

$$r_m = \frac{1}{\sigma_э \sigma_n}\left(\frac{1}{n-m-1}\sum_{i=1}^{n-m} q_i h_{i+m}\right),$$

где

$\sigma_э$ - среднее квадратическое отклонение эталонного массива,

$$\sigma_э^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} q_i^2,$$

σ_n - среднее квадратическое отклонение массива профилометра,

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} h_i^2,$$

n - число точек массива,

q_i - эталонный массив,

h_i - массив профилометра,

m - возможный сдвиг между массивами (практически $-3 < m < 3$).

В качестве коэффициента корреляции r выбирается максимальное из значений r_m при различных значениях m.

А.1.6 Нормы коэффициента корреляции

Коэффициент корреляции записанного микропрофиля с эталонным определяется для каждого из десяти дублей.

Для микропрофиля, отфильтрованного в полосе длин волн (63 – 6,3 м), коэффициент корреляции $r_э$ должен быть не менее 0,94 с надёжностью 0,9.

Средний коэффициент корреляции по дублям $r_{эср}$ должен быть не менее 0,97.

Коэффициент попарной корреляции между дублями $r_д$ определяется для всех 45–ти пар. Он должен быть не менее 0,94 с надёжностью 0,9.

Средний коэффициент корреляции $r_{дср}$ не менее 0,97.

В таблице А.1 приведены все допускаемые коэффициенты корреляции ($r_э, r_{эср}, r_д$ и $r_{дср}$) для отфильтрованных микропрофилей в полосах длин неровностей 63 – 6,3 м, 100 – 0,63 м и 6,3 – 0,63 м для профилометров первого класса.

В таблице А.2 – те же величины для профилометров 2–го класса.

Примечание - Если нивелирование проводится без резиновой опорной пяты или точность отсчета нивелира хуже 0,2 мм, то в полосе длин волн 6,3 – 0,63 м определяются только коэффициенты корреляции $r_д$ и $r_{дср}$.

Таблица А.1

Диапазон длин волн, м	$r_э$	$r_{эср}$	$r_д$	$r_{дср}$
63 – 6,3	0,94	0,97	0,94	0,97
100 – 0,63	0,90	0,93	0,90	0,93
6,3 -0,63	0,75	0,80	0,75	0,80

Таблица А.2

Диапазон длин волн, м	$r_э$	$r_{эср}$	$r_д$	$r_{дср}$
63 – 6,3	0,88	0,93	0,88	0,93
100 – 0,63	0,85	0,90	0,85	0,90
6,3 -0,63	0,40	0,5	0,40	0,5

А.1.7 Спектральные плотности

Спектральные плотности определяются для эталонного участка длиной 500 м. Используется отфильтрованный микропрофиль в полосе длин волн 100 – 0,63 м (длиной 450 м).

Спектральная плотность определяется для эталонного массива и для каждого из десяти дублей записи профилографом по интервалам частот 1/6 октавы.

Для определения спектральной плотности рекомендуется метод быстрого преобразования Фурье.

А.1.7.1 Критерии совпадения спектральных плотностей

Отклонение спектральной плотности от эталонной в i –ом частотном диапазоне определяется формулой

$$\Delta K_i = \left| K_i^n - K_i^н \right| ,$$

где K_i^n - спектральная плотность микропрофиля по профилометру, $K_i^н$ - по нивелированию.

Интегральное отклонение

$$D_{\Delta q} = \sum_{i=1}^{n} \Delta K_i 0{,}112 f_i ,$$

где f_i - средняя частота i-ой полосы 1/6 октавы,

$0{,}112 f_i$ - ширина i-ой полосы,

n – число 1/6 – октавных полос в данном диапазоне частот.

Дисперсия микропрофиля в данном диапазоне частот по результатам нивелирования

$$D_q = \sum_{i=1}^{n} K_i^н 0{,}112 f_i .$$

Тогда относительное интегральное отклонение

$$\varepsilon_q = \frac{D_{\Delta q}}{D_q}.$$

А.1.7.2 Нормы на отклонение спектральных плотностей

Относительное интегральное отклонение спектральной плотности ε_q вычисляется для каждого из 10 дублей в трех интервалах длин волн:

- от 6,3 м до 0,63 м (n = 21)
- от 63 м до 6,3 м (n =21)
- от 100 м до 0,63 м (n = 45).

Для интервала длин волн 63 – 6,3 м и интервала 100 – 0,63 м средняя по дублям величина относительного интегрального отклонения ε_q не должна превышать 0,1, для интервала длин волн 6,3 – 0,63 м не должна превышать значения 0,15 для профилометров первого класса, и соответственно 0,15 и 0,2 - для профилометров 2-го класса.

П р и м е ч а н и е - Если нивелирование проводилось без резиновой опорной пяты, то для определения ε_q в диапазоне длин волн 6,3 – 0,63 м вместо спектральной плотности по нивелированию используется средняя спектральная плотность по дублям.

А.1.8 Показатель IRI

Показатель IRI вычисляют для всех эталонных участков по результатам нивелирования и для всех дублей.

Показатель вычисляется по отфильтрованному микропрофилю в диапазоне длин волн 100 – 0,63 м для каждых 100 м.

Отклонение показателя IRI по дублям записи профилометром от эталонного значения (нивелирование) для каждого участка не должно превышать $\pm$5% для профилометров 1-го, и $\pm$7% для профилометров второго класса.

Отклонение от среднего значения по дублям не должно превышать ±5% для профилометров 1-го, и ±7% для профилометров второго класса.

П р и м е ч а н и е - Если нивелирование проходило без использования резиновой опорной пяты, то на дорогах со средней степенью шероховатости показатель IRI по нивелированию может быть на 10% больше, чем среднее значение IRI по дублям записи, а на дорогах с сильной шероховатостью поверхности – на 20% больше.

А.1.9 Представление результатов калибровки

Результаты калибровки представляются по форме протокола приложения Д.

Приложение Б

Алгоритм расчета показателя IRI и пример программы определения показателя IRI на языке программирования Си

Б.1 Алгоритм расчета показателя IRI проводят по следующей схеме.

Рассматривается движение стандартной двухмассовой модели рисунок Б.1) с постоянной скоростью $V_A = 80$ км/ч.

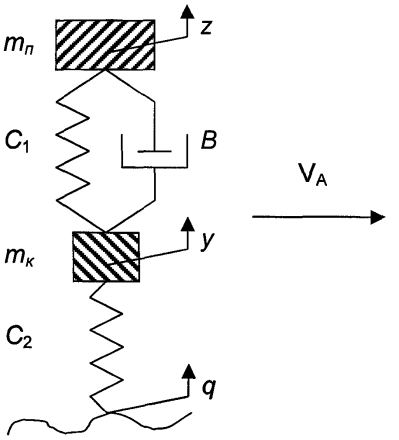


Рисунок Б.1 - Двухмассовая модель, принятая для расчета показателя IRI

Уравнения движения модели, имеют вид:

$$\begin{cases} m_п\ddot{z} + B(\dot{z} - \dot{y}) + C_1(z - y) = 0 \\ m_к\ddot{y} - B(\dot{z} - \dot{y}) - C_1 z + (C_1 + C_2)y = C_2 q \end{cases},$$

где $m_п$ - подрессоренная масса;

$m_к$ - неподрессоренная масса;

C_1 – жесткость подвески;

C_2 – жесткость шины;

B – коэффициент вязкого трения подвески;

z – вертикальные перемещения подрессоренной массы;

y – вертикальные перемещения неподрессоренной массы;

q – вертикальное возмущение от поверхности проезжей части (микропрофиль, профиль).

Уравнения в виде канонической системы:

$$\dot{\underline{\underline{z}}} = \underline{\underline{A}}\underline{\underline{z}} + \underline{\underline{b}}q,$$

где $\underline{\underline{z}} = \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \end{pmatrix}$; $A = \begin{pmatrix} -C & C & -B_1 & -B_2 \\ \frac{C}{M} & -\frac{C}{M} & \frac{B_1}{M} & -\frac{B_1+B_2}{M} \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$; $b = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{B_2}{M} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

Б.2 Переменные и коэффициенты в уравнениях определяются следующим образом:

$$z_1 = \dot{z}; \quad z_2 = \dot{y}; \quad z_3 = z; \quad z_4 = y;$$

$$C = \frac{b}{m_n}; \quad B_1 = \frac{C_1}{m_n}; \quad B_1 = \frac{C_2}{m_n}; \quad M = \frac{m_к}{m_n}.$$

Для расчета показателя IRI принимают следующие параметры модели:

$B_1 = 63{,}3$ с$^{-2}$; $B_2 = 653$ с$^{-2}$; $C = 6$ с$^{-1}$; $M = 0{,}15$.

В таблице Б.1 приведена программа расчета значения показателя IRI, на основе которой проводится решение другого уравнения

$$\dot{\underline{\underline{z}}} = \underline{\underline{A}}\underline{\underline{z}} + \underline{\underline{b}}\dot{q},$$

где переменные определяются следующим образом:

$z_1 = \ddot{z}; \quad z_2 = \ddot{y}; \quad z_3 = \dot{z}; \quad z_4 = \dot{y}.$

Показатель IRI определяется по формуле

$$\text{IRI} = \frac{1}{T}\int_0^T |z_3 - z_4| dt$$

Решение уравнения проводится по рекуррентным формулам

$$\underline{\underline{z}}_i = e^{A\Delta t}\underline{\underline{z}}_{i-1} + \underline{\underline{A}}_a\underline{\underline{b}}(q_i - q_{i-1})\frac{1}{\Delta x},$$

где $e^{A\Delta t}$ - матричная экспонента

$$A_a = (1 - e^{A\Delta t})A^{-1},$$

Δt - шаг массива микропрофиля (секунды),

Δx - шаг массива микропрофиля в метрах.

Б.3 Матричная экспонента $e^{A\Delta t}$ и матрица A_a считаются отдельной функцией exprmm( ).

Матричная экспонента вычисляется разложением в ряд Тейлора

$$e^{A\Delta t} = 1 + A\Delta t + A^2\Delta t^2 / 2! + A^3\Delta t^3 / 3! + ...,$$

Текст функции exprmm( ) приведен в таблице Б.2.

В таблицах Б.3 и Б.4 приведен текст дополнительных программ, необходимых для работы программы примера расчета IRI.

Показатель IRI в программе вычисляется по формуле

$$\mathrm{IRI} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \left| z_{3,i} - z_{4,i} \right|$$

Б.4 Размерность показателя IRI зависит от размерностей массива микропрофиля.

Размерность ординат микропрофиля в массиве должна быть в миллиметрах, а величина шага массива в метрах. При этих требованиях размерность показателя IRI выражается в (мм/м) или (м/км).

Б.5 Для проверки правильности расчета показателя IRI следует использовать контрольный профиль проверки программы определения этого показателя (рисунок Б.2) и получить значения IRI, совпадающие с приведенными в таблице Б.5.

Контрольный профиль для проверки программы задается с шагом 0,25 м и длиной 30 м.

Программа позволяет вычислять показатель IRI для каждого отрезка заданной длины и для всего участка. В примере программы длина отрезка (DPR) задана равной 100 м. Для проведения проверки программы следует установить величину данного отрезка равной 0,25 м.

Для практических целей программа получения значения IRI может быть выполнена на любом языке программирования. Приведенный пример программы выполнен на языке программирования Си.

Б.6 Программа в примере расчета показателя IRI, использует следующую структуру файла, содержащего массив микропрофиля.

Файл с массивом микропрофиля, который должен иметь название «profile.txt». Это текстовый файл, содержащий один столбец значений массива.

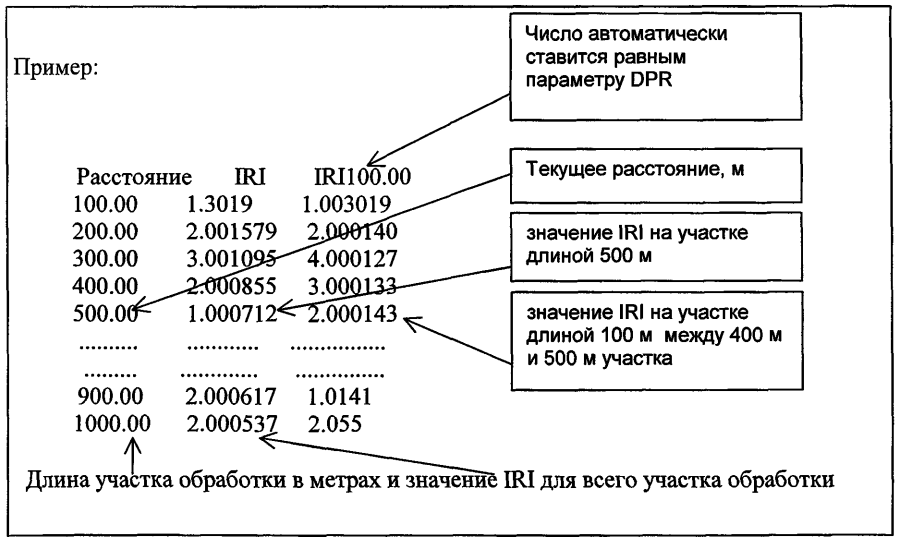
Первое значение в столбце (первая строка) - это шаг массива (например, 0,125 м или 0,25 м).

Второе значение в столбце (вторая строка) - это число точек микропрофиля в массиве (для участка длиной 1000 м при шаге 0,25 м массив микропрофиля будет иметь 4001 значение).

Б.7 Результат обработки файла с массивом микропрофиля сохраняется в файле «iri.txt».

Структура файла следующая:

- первый столбец – расстояние, кратное параметру DPR;
- второй столбец - значение IRI для текущего участка;
- третий столбец - значение IRI для участка длиной DPR.



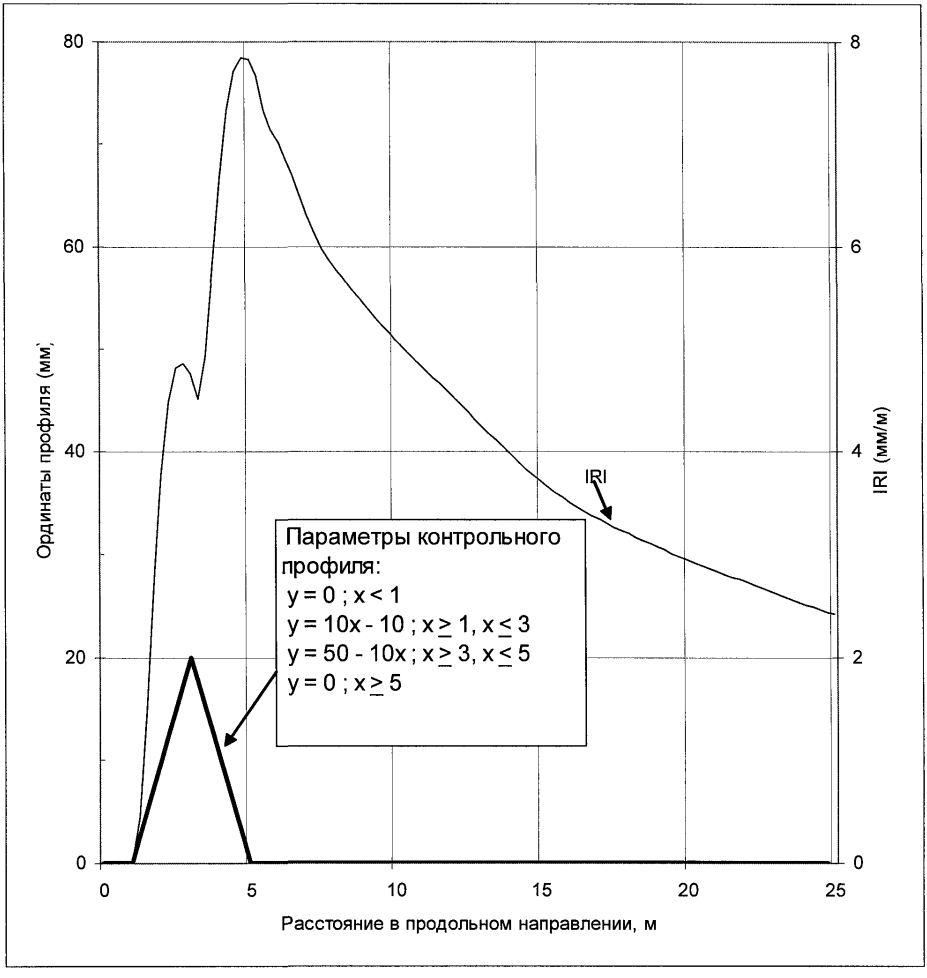


Рисунок Б.2 - Контрольный профиль для проверки программы вычисления IRI

Таблица Б.1 Программа вычисления значений показателя IRI для массива микропрофиля и для отрезков по 100 м

```
/*_____________________________IRI_____________________________*/
#define B1 63.3      /* Параметры модели автомобиля */
#define B2 653.
#define C 6.
#define M 0.15
#define V 80.           /* Расчетная скорость движения модели,
км/ч */
#define NQ 100000    /* Максимальное число точек массива профиля */
#define DPR 100      /* Длина отрезка, м для определения IRI
отрезка  */
                    /* Для проверки программы DPR = 0.25 */
#include <stdio.h>  /* Стандартные библиотеки языка Си */

#include <math.h>
#include "protyp.h"  /* Дополнительные файлы */
#include "typ.h"     /* Дополнительные файлы */
#include "expmm.c"   /* Функция вычисления матричной экспоненты */

  tpd a[4][4], b[4], z1[4];
  tpd q[NQ], l[NQ];
main()
 {
  tpd ea[4][4], aa[4][4], wm[4][4], w[4], *Pa[4], *Paa[4],
*Pea[4], *Pwm[4];
  tpd dt, z[4], yy, rs, ri, rsi, iri, x, depl, dpr, irid, depd,
DL;
  int n, i, j, k, nq, ii;

  FILE *fr, *fp;

     fr = fopen("profile.txt","r"); /* открытие файла массива */
     fscanf(fr,"%lf",&DL); /* чтение величины шага массива, м */
     fscanf(fr,"%d",&nq); /* чтение числа точек в массиве */
     for( i = 0; i < nq; i++ )
     {
       fscanf(fr,"%lf",&q[i]); /* создание массива отметок, мм */
     }
     fclose(fr);
     fp = fopen("iri.txt","w"); /*открытие файла для записи IRI */
     fprintf(fp,"  Расстояние      IRI        IRI%.2lf\n",DPR);
     n = 4;
     for( i = 0; i < n; i++ )
     {
       Pa[i] = a[i];
       Paa[i] = aa[i];
       Pea[i] = ea[i];
       Pwm[i] = wm[i];
     }

     dt = DL * 3.6 / V;
     a[0][0] = -C;  a[0][1] = C;    a[0][2] = -B1;  a[0][3] = B1;
     a[1][0] = C/M; a[1][1] = -C/M; a[1][2] = B1/M;
     a[1][3] = -(B1+B2)/M;
     a[2][0] = 1.;
     a[3][1] = 1.;
     b[1] = B2/M;
```

Таблица Б.1 (продолжение)

```
        ii = expmm(Pa,dt,n,Pea,Paa,Pwm,w);
      printf(" ii = %d\n",ii);

      for( i = 0; i < n; i++ )
      {
        w[i] = 0.;
        for( j = 0; j < n; j++ )
              w[i] += aa[i][j] * b[j] * dt;
      }
    rs = 0.;
    x = 0.;
    dpr = 0.;
    depd = 0.;

    for( k = 0; k < nq - 1; k++ )
    {
      yy = (q[k+1] - q[k]) / DL; /* уклон, подаваемый в уравнения
*/
      for( i = 0; i < n; i++ )
      {
        z[i] = 0.;
        for( j = 0; j < n; j++ )
              z[i] += ea[i][j] * z1[j];
      }
      for( i = 0; i < n; i++ )
      {
        z[i] += w[i] * yy;
        z1[i] = z[i];
      }
      ri = z[2] - z[3];
      rsi = Abs(ri);
      rs += rsi;
      iri = rs / (tpd)(k + 1);
      depl = rs * DL;
      x += DL;
      dpr += DL;
      if( dpr >= DPR )
      {
        irid = ( depl - depd ) / dpr;
        fprintf(fp,"%10.2f%13.5f%13.5f\n",x,iri,irid);
        depd = depl;
        dpr = 0.;
      }
    }
    fprintf(fp,"%10.2f%13.5f%13.5f\n",x,iri,irid);
    fclose(fp);
    return 0;
  }
```

Таблица Б.2 Программа функции вычисления матричной экспоненты и матрицы A_a.

```
/*_____________________________expmm.c_____________________________________*/
#define Expmm 0
#ifndef Typ
#include "typ.h"
#endif

expmm(a,dt,n,ea,aa,wm,w)
      tpd **a, **ea, **aa, **wm, *w, dt;
      int n;
 {
   tpd am, em, emi;
   int i, j, k, ii;
     em = 0.;
     for( i = 0; i < n; i++ ){
       for( j = 0; j < n; j++ ){
       ea[i][j] = 0.;
       aa[i][j] = 0.;
       wm[i][j] = 0.;
       a[i][j] *= dt;
       am = Abs(a[i][j]);
       em = Max(am,em);
       }
       ea[i][i] = 1.;
       aa[i][i] = 1.;
       wm[i][i] = 1.;
     }
     emi = 1.;
     ii = 0;
     while( emi > EPS ){
       ii++;
       if( ii >= 40 ) break;
       emi = 0.;
       for( j = 0; j < n; j++ ){
       for( i = 0; i < n; i++ )
         w[i] = wm[i][j];
       for( i = 0; i < n; i++ ){
         wm[i][j] = 0.;
         for( k = 0; k < n; k++ )
           wm[i][j] += a[i][k] * w[k];
       }
       }
       for( i = 0; i < n; i++ )
       for( j = 0; j < n; j++ ){
         wm[i][j] /= (tpd)ii;
         ea[i][j] += wm[i][j];
         aa[i][j] += wm[i][j] / (tpd)(ii + 1);
         am = Abs(wm[i][j]);
         emi = Max(am,emi);
       }
     }
   return ii;
 }
```

Таблица Б.3 Дополнительный файл *(protyp.h)* для программы расчета показателя IRI

```
                                /* protyp.h */
#define Protyp 0
#ifndef Typ
#include "typ.h"
#endif
  int expmm(tpd **,tpd,int,tpd **,tpd **,tpd **,tpd *);
```

Таблица Б.4 Дополнительный файл *(typ.h)* для программы расчета показателя IRI.

```
                                /* typ.h  */
#define Typ 0
#define tpd double
#define EPS 0.1e-15
#define Max(A,B) (((A)>(B))?(A):(B))
#define Min(A,B) (((A)<(B))?(A):(B))
#define Abs(A) (((A) > 0.)?(A): -(A))
```

Таблица Б.5 Значения показателя IRI и IRI для отрезков длиной 0,25 м для контрольного профиля (рисунок Б.2)

Расстояние, м	IRI (мм/м)	IRI0.25 (мм/м)	Расстояние, м	IRI (мм/м)	IRI0.25 (мм/м)	Расстояние, м	IRI (мм/м)	IRI0.25 (мм/м)
0.25	0.00000	0.00000	10.25	5.01486	2.14118	20.25	2.92270	0.62501
0.5	0.00000	0.00000	10.5	4.94401	2.03936	20.5	2.89423	0.58751
0.75	0.00000	0.00000	10.75	4.87342	1.90843	20.75	2.86596	0.54779
1	0.00000	0.00000	11	4.80283	1.76764	21	2.83786	0.50625
1.25	0.44424	2.22121	11.25	4.73233	1.63045	21.25	2.80993	0.46332
1.5	1.46822	6.58811	11.5	4.66210	1.50133	21.5	2.78213	0.41938
1.75	2.70318	10.11298	11.75	4.59221	1.37760	21.75	2.75446	0.37482
2	3.77380	11.26812	12	4.52266	1.25382	22	2.72691	0.33000
2.25	4.47956	10.12565	12.25	4.45334	1.12566	22.25	2.69948	0.28527
2.5	4.80554	7.73930	12.5	4.38411	0.99195	22.5	2.67216	0.24096
2.75	4.85231	5.32009	12.75	4.31490	0.85446	22.75	2.64496	0.19737
3	4.75180	3.64610	13	4.24570	0.71648	23	2.61790	0.15478
3.25	4.50642	1.56185	13.25	4.17656	0.58121	23.25	2.59097	0.11346
3.5	4.93080	10.44785	13.5	4.10756	0.45078	23.5	2.56419	0.07364
3.75	5.76800	17.48875	13.75	4.03881	0.32603	23.75	2.53757	0.03553
4	6.65619	19.97910	14	3.97038	0.20691	24	2.51114	0.00069
4.25	7.33478	18.19217	14.25	3.90236	0.09317	24.25	2.48562	0.03486
4.5	7.71431	14.16627	14.5	3.83534	0.01526	24.5	2.46093	0.06683
4.75	7.84294	10.15830	14.75	3.77234	0.11807	24.75	2.43705	0.09650
5	7.82930	7.57023	15	3.71304	0.21465	25	2.41392	0.12377
5.25	7.66730	4.42714	15.25	3.65716	0.30433	25.25	2.39149	0.14858
5.5	7.32857	0.21535	15.5	3.60441	0.38657	25.5	2.36972	0.17088
5.75	7.13737	2.93084	15.75	3.55451	0.46107	25.75	2.34856	0.19066
6	7.01181	4.12401	16	3.50722	0.52772	26	2.32798	0.20790
6.25	6.87758	3.65612	16.25	3.46229	0.58660	26.25	2.30793	0.22263
6.5	6.70672	2.43511	16.5	3.41949	0.63780	26.5	2.28837	0.23487
6.75	6.50858	1.35703	16.75	3.37863	0.68145	26.75	2.26927	0.24467
7	6.30880	0.91464	17	3.33949	0.71766	27	2.25059	0.25211
7.25	6.13016	1.12839	17.25	3.30192	0.74655	27.25	2.23231	0.25725
7.5	5.98287	1.71140	17.5	3.26572	0.76827	27.5	2.21438	0.26020
7.75	5.86438	2.30958	17.75	3.23075	0.78305	27.75	2.19678	0.26106
8	5.76496	2.68297	18	3.19687	0.79116	28	2.17949	0.25992
8.25	5.67420	2.77004	18.25	3.16394	0.79292	28.25	2.16247	0.25693
8.5	5.58524	2.64951	18.5	3.13184	0.78869	28.5	2.14572	0.25220
8.75	5.49579	2.45437	18.75	3.10047	0.77886	28.75	2.12920	0.24587
9	5.40684	2.29360	19	3.06972	0.76382	29	2.11289	0.23807
9.25	5.32053	2.21340	19.25	3.03952	0.74398	29.25	2.09679	0.22895
9.5	5.23842	2.20037	19.5	3.00978	0.71975	29.5	2.08087	0.21865
9.75	5.16077	2.20995	19.75	2.98043	0.69156	29.75	2.06513	0.20731
10	5.08670	2.19811	20	2.95143	0.65983	30	2.04955	0.19508

Приложение В

Требования к оформлению результатов записи микропрофиля

В.1 Описание объекта измерений и привязка его к существующей на момент проведения измерений системе указателей километров должны исключать неоднозначное толкование и определение местоположения объекта.

В.2 При диагностике или мониторинге участков автомобильных дорог большой протяженности, название или обозначение участков должно соответствовать обозначениям, принятым у эксплуатирующих эти участки дорожных организаций.

В.3 Участки одной автомобильной дороги разделяются по зонам ответственности эксплуатирующих организаций.

В.4 Для каждой дороги создается отдельная директория. Название директории должно быть определено по названию дороги.

В.5 В каждой директории должны создаваться поддиректории для каждого направления движения.

В.6 В директории для направления движения должны создаваться директории для каждой полосы движения.

В.7 В директории для полосы движения должны создаваться отдельные директории для каждого заезда на полосу.

В.8 В директории с номером заезда должны хранится файлы микропрофиля для каждого километрового участка или для участка, протяженностью несколько километров.

В.9 В директории с номером заезда должен содержатся файл с привязкой каждого файла микропрофиля к километровым указателям или к иным элементам ситуации.

В.10 Записанные файлы микропрофиля для каждого километра автомобильной дороги должны быть в текстовом формате, иметь разрешение .txt и содержать один столбец.

В.11 Структура файла должна быть следующей:

- первая строка – шаг массива (0,125 или 0,25 для испытаний);

- вторая строка – число точек в массиве;

-третья строка и далее – ординаты микропрофиля участка.

В.12 Структура каталога директорий должна быть в соответствии с рисунком В.1

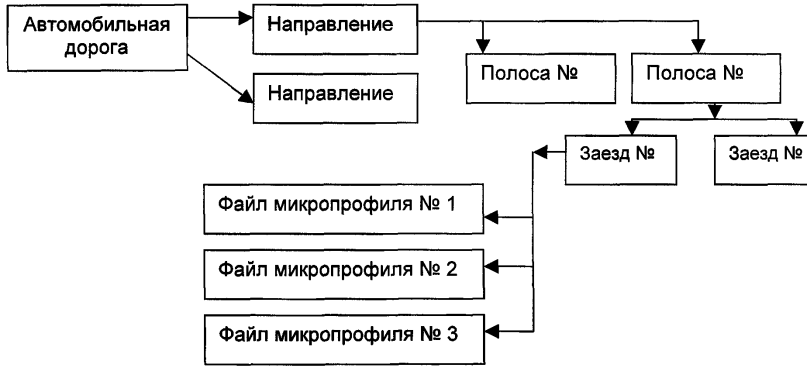


Рисунок В.1- Структура каталога директорий

Приложение Г

Оценка ровности автомобильных дорог по спектральной плотности дисперсии

Г.1 Для оценки ровности по СПД используют классификацию дорог по СПД, принятую в МС ИСО 8608.

Г.2 Аппроксимацию спектров микропрофилей проводят на основе значения выражения [1]:

$$Kq(n) = D_0 \cdot \left(\frac{n_0}{n}\right)^W ,$$

где D_0 - коэффициент уровня СПД микропрофиля (характеризует положение прямых СПД относительно оси ординат);

W - коэффициент формы (характеризует наклон линий СПД);

n -дорожная частота (ц/м) (n = *l*/м, где *l* - длина волны неровности (м));

n_0 = 0,1 ц/м - базовая частота (*l* = 10 м).

Г.3 Дисперсия сигнала микропрофиля в полосе частот (n_1; n_2) определяется формулой

$$\sigma^2 = \int_{n_1}^{n_2} Kq(n)dn$$

В таблице Г.1 приведены значения D_0 для дорог разного класса при W=2.

Таблица Г.1

Классификация автомобильных дорог по ИСО 8608:1995(E)			
Класс дороги	Уровень неровности		
	$D_0 = Kq(n_0)$, мм²м/ц		
	Нижняя граница	Среднее значение	Верхняя граница
A	-	16	32
B	32	64	128
C	128	256	512
D	512	1024	2048
E	2048	4096	8192
F	8192	16384	32768
G	32768	65536	131072
H	131072	262144	-
n_0 = 0,1 ц/м			

Классификация дорог по уровню СПД ординат микропрофиля, принятая в МС ИСО, представлена на рисунке Г.1.

[1] График функции в логарифмических координатах - прямая линия.

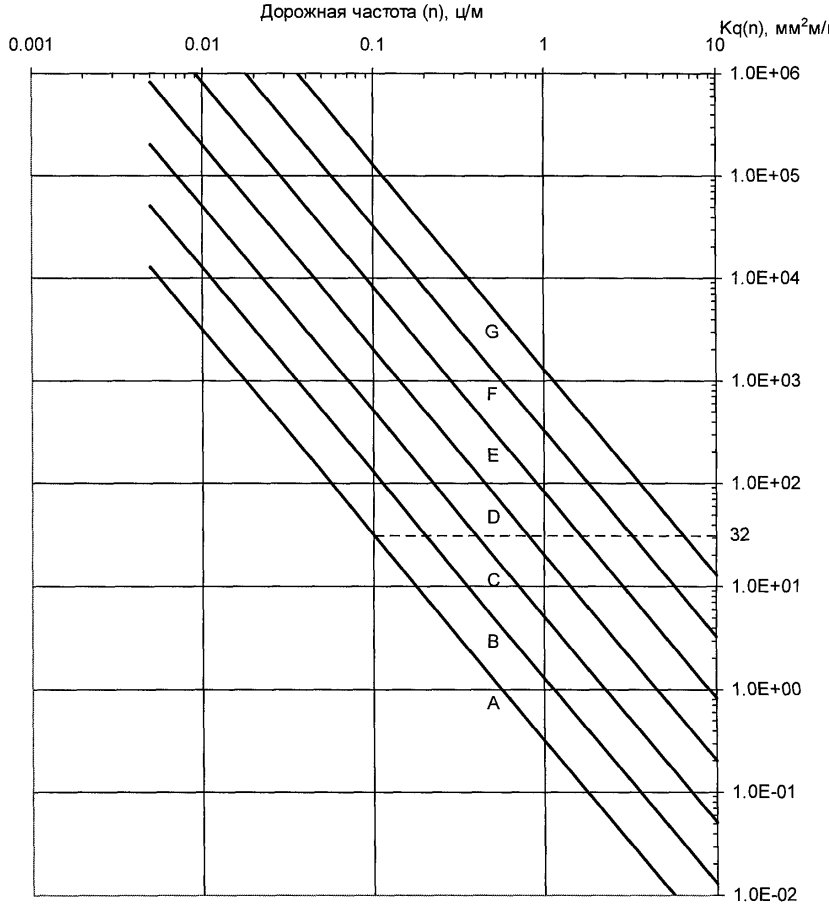


Рисунок Г.1 – Классификация дорог по уровню СПД, принятая в МС ИСО 8608

Приложение Д

Порядок оформления результатов тестовых испытаний профилометрических установок

ПРОТОКОЛ
результатов испытаний профилометрической установки

1. Дата проведения испытаний: «____»_____20___г.
2. Профилометрическая установка:_____
_____
(название установки, контактного или бесконтактного типа, организация-владелец)
3. Участок:_____
(название или номер дороги, привязка к населенным пунктам или к указателям километров)
4. Длина участка (м)_____
5. Тип покрытия: (нужное отметить)

	асфальтобетон мелкозернистый
	асфальтобетон крупнозернистый
	асфальтобетон с поверхностной обработкой

6. Состояние покрытия:_____
_____
7. Нивелирование участка проведено согласно данному стандарту_____
(да или нет)
8. Десять заездов по участку проведения испытаний: первые пять заездов при скорости 40 и следующие пять заездов при скорости 80 км/ч.

В таблице Д.1 указываются номера заездов и скорость, на которой проводился заезд.

Таблица Д.1

Заезд №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скорость движения, км/ч	40	40	40	40	40	80	80	80	80	80

9. Фильтры, применяемые при обработке микропрофиля участка записанного установкой:

9.1 Передаточная характеристика фильтра, пропускающего высокие частоты:

9.2 Передаточная характеристика фильтра, пропускающего низкие частоты:

---

10. Фильтры, применяемые при обработке микропрофиля участка по результатам нивелирования:

10.1. Передаточная характеристика фильтра, пропускающего высокие частоты:

10.2. Передаточная характеристика фильтра, пропускающего низкие частоты:

---

11. В таблице Д.2 указываются полученные значения длины участка для каждого заезда и относительная погрешность определения длины участка.

Таблица Д.2

Заезд №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина участка, м										
Относительная погрешность, %										

12. В таблице Д.3 указываются коэффициенты взаимной корреляции микропрофилей, полученных по 10 заездам, для двух диапазонов длин волн неровностей: сверху 0,63..6,3 м, снизу 6,3..63 м

Таблица Д.3

Коэффициенты взаимной корреляции, % (до десятых %)		Для диапазона длин волн неровностей от 0,63 м до 6,3 м									
		Заезд №									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Заезд №	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
		Для диапазона длин волн неровностей от 6,3 м до 63 м									

13. В таблице Д.4 указываются коэффициенты корреляции между микропрофилями, полученными по 10 заездам и микропрофилем, по результатам нивелирования в диапазоне от 0,63 м до 6,3 м

Примечание - Данные таблицы Д.3 принимаются во внимание, если нивелирование проведено в соответствии с данным стандартом

Таблица Д.4

Заезд №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент корреляции с нивелированием, %										

14. В таблице Д.5 указываются коэффициенты корреляции между микропрофилями, полученными по 10 заездам и микропрофилем, по результатам нивелирования в диапазоне от 6,3 м до 63 м

Таблица Д.5

Заезд №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент корреляции с нивелированием, %										

15. В таблице Д.6 указываются значения показателя IRI для отрезков длиной 100 м участка, полученные для микропрофилей 10 заездов, среднее по заездам значение показателя для каждого отрезка, и значения показателя IRI для отрезков микропрофиля нивелирования

Таблица Д.6

Заезд №	Значения IRI, мм/м, для отрезков участка. Длина отрезка 100 м.				
	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Среднее					
Нивелир.					

16. В таблице Д.7 указываются значения относительной погрешности определения показателя IRI для отрезков длиной 100 м участка, полученные для микропрофилей 10 заездов по отношению к нивелированию и к среднему значению по заездам

Таблица Д.7

Заезд №	Относительная погрешность определения IRI, %, для отрезков участка по отношению к IRI по микропрофилю нивелирования					Относительная погрешность определения IRI, %, для отрезков участка по отношению к среднему значению IRI по заездам				
	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

17. В таблице Д.8 приводятся значения относительного интегрального отклонения для трех диапазонов длин волн неровностей по спектральной плотности ординат микропрофиля (только для участка длиной не менее 500 м)

Примечание - Если нивелирование проведено в соответствии с данным стандартом, то интегральное отклонение определяется относительно СПД микропрофиля нивелирования, иначе - относительно среднего по 10 заездам значения СПД микропрофиля

Таблица Д.8

Диапазон длин волн, м	Относительное интегральное отклонение, %										
	Заезд №										Среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,63...6,3											
6,3...63											
0,63...100											

18. Итоговая таблица Д.9 с предельными и средними значениями коэффициентов и погрешностей. В таблицу заносятся максимальные значения погрешностей и отклонений и минимальные значения коэффициентов корреляции из соответствующих таблиц

Таблица Д.9

Критерий	Значение	
	Предельное (с вероятностью 0,9)	среднее
Погрешность определения расстояния, % (таблица Д.2)		
Коэффициент взаимной корреляции по заездам, %, диапазон 0,63...6,3 м (таблица Д.3)		
Коэффициент взаимной корреляции по заездам, %, диапазон 6,3...63 м (таблица Д.3)		
Коэффициент корреляции между микропрофилем нивелирования и микропрофилями заездов, %, диапазон 0,63...6,3 м (таблица Д.4)		
Коэффициент корреляции между микропрофилем нивелирования и микропрофилями заездов, %, диапазон 6,3...63 м (таблица Д.5)		
Значения относительной погрешности определения IRI для отрезков, %, сравнение с нивелированием. (таблица Д.7)		
Значения относительной погрешности определения IRI для отрезков, %, сравнение со средним значением (таблица Д.7)		
Значения относительного интегрального отклонения, %, диапазон 0,63...6,3 м (таблица Д.8)		
Значения относительного интегрального отклонения, %, диапазон 6,3...63 м (таблица Д.8)		
Значения относительного интегрального отклонения, %, диапазон 6,3...100 м (таблица Д.8)		

19. Заключение о соответствии профилометрической установки требованиям данного стандарта.

Профилометрическая установка

_____

_____

_____

-Соответствует требованиям данного стандарта и по точности относится к Классу 1. Может применяться для записи микропрофиля поверхности автомобильных дорог всех категорий.

-Соответствует требованиям данного стандарта и по точности относится к Классу 2. Может применяться для записи микропрофиля поверхности автомобильных дорог III и более низкой категории.

-Не соответствует требованиям данной методики и не может применяться для записи микропрофиля поверхности автомобильных дорог и определения показателя IRI.

К протоколу должны прилагаться массивы микропрофилей в электронном виде.

Подпись представителя организации-владельца установки_____

Подпись лица, выполнявшего вычисления_____

Подпись лица, выполнявшего нивелирование_____

Подпись лица ответственного за проведение тестовых испытаний

_____

Подпись представителя метрологической службы _____

Библиография

[1] СНиП 3.06.03 – 85 Автомобильные дороги

[2] Технический отчет Всемирного банка №46 (World Bank Technical Paper Numder 46 «Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements», M.W.Sayers, T.D. Gillespie, W.D.O.Paterson, 1986, 87 p.)

[3] Технический отчет Всемирного банка №45 (World Bank Technical Paper Numder 45 «The International Road Roughness Experiment: Establishing Correlation and a Calibration Standard for Measurements», M.W.Sayers, T.D. Gillespie, C. Queiroz, 1986.)

УДК ОКС ОКП

Ключевые слова: диагностика, измерение, микропрофиль, показатель ровности, спектральная плотность, мониторинг, профилометрическая установка, контрольный профиль

gost.e-ecolog.ru