
**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)**

**INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND
CERTIFICATION
(ISC)**



**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ**

ГОСТ

*(Проект, первая
редакция)*

Регистрационный номер

Год принятия (регистрации)

**Дороги автомобильные общего пользования
ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ
Методы измерения ровности**

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его принятия

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0-92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2-97 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены».

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Московским автомобильно-дорожным государственным техническим университетом (МАДИ)

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации №418 «Дорожное хозяйство» (МТК №418)

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № от 2014 года)

За принятие стандарта проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Республика Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Республика Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Российская Федерация	RU	Росстандарт

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

ГОСТ
(проект, первая редакция)

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории государств-членов Таможенного союза публикуется в указателях национальных (государственных) стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в сети Интернет на сайте Таможенного союза и Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Стандартиформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения уполномоченного органа Таможенного союза

Содержание

	Введение	
1	Область применения	
2	Нормативные ссылки	
3	Термины и определения	
4	Требования к профилометрам	
5	Условия проведения измерений	
6	Требования к записи результатов измерения ординат продольного микропрофиля	
7	Вычисление показателей оценки продольной ровности	
	Приложение А (обязательное) Порядок проведения калибровки профилометров	
	Приложение Б (рекомендуемое) Формат записи файлов микропрофиля	
	Приложение В (обязательное) Вычисление международного индекса ровности IRI по микропрофилю	
	Приложение Г (справочное) Международная классификация автомобильных дорог по спектральной плотности дисперсии ординат микропрофиля (СПД ОМ)	
	Приложение Д (обязательное) Вычисление просветов под трехметровой рейкой по микропрофилю	
	Приложение Е (обязательное) Вычисление модуля разности вертикальных отметок по микропрофилю	
	Библиография	

Введение

Метод измерения ровности покрытий автомобильных дорог, представленный в настоящем стандарте, принципиально отличается от предшествующих прежде всего тем, что в его основу положен новый подход, который заключается в том, что результатом измерения является продольный микропрофиль в виде массива ординат. При этом расстояние между фиксируемыми ординатами может составлять несколько сантиметров, а точность их измерения – доли миллиметров в зависимости от особенностей применяемого оборудования.

Используя специальные программные средства на основании исходных данных в виде массива ординат микропрофиля, можно вычислять такие показатели ровности покрытия как: количество допустимых просветов под 3-метровой рейкой, модуль разности вертикальных отметок поверхности с различным шагом, международный показатель ровности (IRI) и спектральную плотность дисперсий ординат продольного профиля. Визуальное представление микропрофиля каждой полосы проезжей части позволяет определить размер и распределение неровностей по длине дороги.

Важнейшими особенностями и достоинствами метода являются высокая производительность и точность, что в сочетании с современными компьютерными средствами хранения и обработки информации, позволяет применять его как при оценке качества вновь построенных и отремонтированных покрытий, так и при диагностике автомобильных дорог в процессе эксплуатации.

Данный стандарт регламентирует методы, позволяющие измерять и записывать ординаты микропрофиля проезжей части автомобильных дорог, устанавливает единые требования к профилометрическим измерительным установкам, правилам их калибровки, условиям

ГОСТ
(проект, первая редакция)

проведения измерений, форме представления результатов измерений, способам обработки этих результатов, а также перечень и способы вычисления оценочных показателей продольной ровности покрытий автомобильных дорог.

Введение настоящего стандарта не отменяет действия межгосударственного стандарта ГОСТ 30412-96 «Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий», в котором рассмотрены методы измерения ровности 3-метровой рейкой с клиновым промерником, нивелиром с нивелирной рейкой и установками типа ПКРС и толчкомер.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Дороги автомобильные общего пользования

ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Методы измерения ровности

General use automobile roads

Road pavement

Roughness measurement methods

Дата введения _____

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к выполнению работ по измерению продольного микропрофиля покрытий проезжей части автомобильных дорог общего пользования с помощью профилометрических установок (далее – профилометров) и расчету на основании данных о микропрофиле значений показателей ровности, необходимых для оценки качества строительных, ремонтных работ и текущего состояния покрытий.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

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

ГОСТ 10528-90 Нивелиры. Общие технические условия.

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные. Металлические. Технические условия.

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

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (и классификаторов) на территории государства по соответствующему указателю стандартов (и классификаторов), составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом, следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

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

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

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

3.4 микропрофиль проезжей части: Продольное сечение автомобильной дороги по заданной полосе наката в виде массива вертикальных отметок с интервалом не более 0,25 м, содержащего

ГОСТ
(проект, первая редакция)

неровности, оказывающие влияние на вертикальные колебания автомобиля.

3.5 профилометр: Измерительная система, позволяющая при проезде по дороге со скоростями транспортного потока определять ординаты микропрофиля дорожной поверхности с требуемой точностью.

Примечание – Как правило, измерения профилометрами проводят при движении установки со скоростью в диапазоне от 30 до 1080 км/ч.

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

Примечание – Величина частоты измеряется в цикл/м.

3.7 фильтрация микропрофиля: Математическая процедура преобразования массива ординат микропрофиля дорожного покрытия с целью исключения из микропрофиля неровностей с заданной длиной волны, превышающей или не превышающей установленное фильтром значение частоты дорожных неровностей.

3.8 фильтр высоких частот: Фильтр, пропускающий без искажений дорожные частоты, превышающие заданную частоту.

3.9 фильтр низких частот: Фильтр, пропускающий без искажений дорожные частоты, не превышающие заданную частоту.

3.10 калибровка профилометра: Совокупность операций, выполняемых с целью определения пригодности к применению профилометра.

Примечание – профилометры являются средствами измерения, не подлежащими государственному метрологическому контролю и надзору.

3.11 спектральная плотность дисперсии ординат микропрофиля; СПД ОМ: Оценочный показатель ровности, характеризующий частотный состав микропрофиля.

Примечание – Оценочный показатель принят согласно международному стандарту ИСО 8608.

3.12 международный индекс ровности (International Roughness Index); IRI, м/км: Отношение величины суммарного перемещения неподрессоренной массы (колеса) относительно поддрессоренной (кузова автомобиля) к длине участка дороги.

П р и м е ч а н и е – Определяется расчетом в результате моделирования движения по микропрофилю $\frac{1}{4}$ части эталонного автомобиля со скоростью 80 км/ч.

4 Требования к профилометрам

4.1 Для измерения и регистрации ординат продольного микропрофиля проезжей части автомобильных дорог с целью дальнейшего вычисления значений показателей продольной ровности проезжей части следует применять профилометры двух классов точности.

4.2 Класс точности профилометра необходимо определять по результатам испытаний на представительном наборе тестовых участков с расчетом точности и повторяемости результатов измерений, выполненных в соответствии с приложением А.

4.3 Профилометры 1-го класса точности разрешается применять для записи ординат продольного микропрофиля проезжей части автомобильных дорог без ограничений.

Профилометры 2-го класса точности для записи ординат продольного микропрофиля проезжей части разрешается применять только на нескоростных автомобильных дорогах, расчетная скорость движения по которым не превышает 90 км/ч.

4.4 Требование к аппаратуре, применяемой для записи ординат продольного микропрофиля проезжей части автомобильных дорог

4.4.1 Определение длины участка измерений следует выполнять с погрешностью не более 0,1%.

4.4.2 Точность измерения ординат микропрофиля следует определять по А.8.5 и таблицам А.2, А.3 (приложение А).

4.4.3 Профилометр должен обеспечивать возможность проведения записи ординат продольного микропрофиля проезжей части с требуемой точностью на скоростях не менее 30 км/час.

5 Условия проведения измерений

5.1 Требования к участкам проведения измерений

5.1.1 Состояние дорожного покрытия на участке проведения измерений должно обеспечивать возможность движения профилометра со скоростью не менее 30 км/час.

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

5.1.3 Минимальная длина измеряемого участка должна быть не менее 100 м без учета расстояния, необходимого для разгона и торможения дорожной лаборатории, оснащенной профилометром.

П р и м е ч а н и е – Для определения СПД длина измеряемого участка должна быть не менее 500 м.

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

5.1.5 Если в состав измеряемого участка входит пересечение дорог, то должны быть приняты необходимые меры безопасности по обеспечению беспрепятственного проезда дорожной лаборатории, оснащенной профилометром, с рабочей скоростью записи ординат продольного микропрофиля. В противном случае длина измеряемого участка должна быть выбрана таким образом, чтобы измеряемый участок заканчивался до пересечения дорог, на расстоянии

ГОСТ
(проект, первая редакция)

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

5.2 При проведении измерений следует придерживаться траектории движения, обеспечивающей измерение микропрофиля на расстоянии от 0,5 до 1,0 м от правого края полосы движения.

5.3 Для улучшения статистической точности определения показателей ровности при приемке вновь построенных и отремонтированных участков дорог следует производить не менее трех измерений продольного микропрофиля по каждой полосе движения.

5.4 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.

5.5 При проведении измерений по определению ординат микропрофиля проезжей части автомобильных дорог с использованием профилометра следует руководствоваться инструкцией по его эксплуатации.

6 Требования к записи результатов измерения ординат продольного микропрофиля

6.1 Ординаты продольного микропрофиля проезжей части участка автомобильной дороги записываются профилометрами, прошедшими калибровку по методике в соответствии с приложением А.

6.2 Шаг записи массива ординат продольного микропрофиля проезжей части должен быть не более 0,25 м.

6.3 Результаты измерений должны содержать

- данные о продольном микропрофиле проезжей части дороги,
- данные об участке измерений,
- данные о применяемом профилометре,
- данные о погодных условиях (солнечно, сухо, дождь, мороз);
- дату и время проведения измерений.

6.3.1 Данные о продольном микропрофиле каждого записанного участка автомобильной дороги должны быть представлены отдельным файлом, содержащим массив ординат микропрофиля с указанием шага записи (в метрах) и числа точек массива. Формат записи файла приведен в приложении Б.

6.3.2 Данные об участке измерений должны содержать следующую информацию:

- наименование дороги;
- пространственную привязку участка измерения, т.е. привязку начала и конца участка относительно километровых знаков или местных ориентиров, привязку начала и конца участка к глобальным координатам (WGS-84);
- направление и номер полосы движения;
- положение измеренной полосы (полос) наката;
- данные о проезжей части (тип покрытия и его состояние);

6.3.3 Привязка начала и конца участка измерений к местным ориентирам следует осуществлять по существующим километровым столбам. В случае отсутствия километровых столбов на участке измерения разрешается проводить привязку к стационарным объектам ситуации (дорожным знакам, водопропускным трубам, пересечениям 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 м.

Привязка начала и конца измерений к глобальной системе координат должна осуществляться в системе координат WGS-84.

7. Вычисление показателей оценки продольной ровности

7.1 Регистрируемые и сохраняемые данные о продольном микропрофиле проезжей части каждого измеряемого участка автомобильной дороги предназначены для обработки и вычисления следующих показателей продольной ровности:

- международного индекса ровности (IRI);
- спектральной плотности дисперсии ординат микропрофиля (СПД ОМ);
- количества просветов под трехметровой рекой;
- разности вертикальных отметок.

7.2 Требования по определению показателя IRI

7.2.1 Международный показатель ровности (IRI) является основным показателем, применяемым для оценки продольной ровности дорожных покрытий при проведении диагностики и мониторинга автомобильных дорог. Показатель IRI позволяет оценить продольную ровность дорожного покрытия в диапазоне длин волн неровностей до 30 м.

7.2.2 Показатель IRI, как правило, определяют для каждых 100 м, каждых 1000 м и для всей длины записанного участка автомобильной дороги.

7.2.3 Показатель IRI следует определять по алгоритму в соответствии с приложением В на основе записанных значений ординат продольного микропрофиля.

7.3 Требования к определению СПД ОМ

7.3.1 СПД ОМ является дополнительным показателем, применяемым для оценки продольной ровности проезжей части автомобильных дорог, который позволяет учитывать весь диапазон длин волн неровностей.

СПД ОМ 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.

7.3.2 Международная классификация автомобильных дорог по СПД ОМ приведена в приложении Г.

7.3.3 При вычислении СПД ОМ и представлении результатов вычисления следует руководствоваться ИСО 8608.

7.4. Требования к определению количества просветов под трехметровой рейкой

7.4.1 Количество просветов под 3-метровой рейкой является традиционным показателем, применяемым для оценки продольной ровности дорожных покрытий при вводе автомобильных дорог в эксплуатацию после строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта.

7.4.2 Количество просветов под 3-метровой рейкой на основании результатов записи ординат микропрофиля проезжей части автомобильной дороги следует определять по алгоритму в соответствии с приложением Д.

7.5. Требования к определению разности вертикальных отметок

7.5.1 Разность вертикальных отметок является традиционным показателем, применяемым для оценки продольной ровности дорожных покрытий при вводе автомобильных дорог в эксплуатацию после строительства и реконструкции.

ГОСТ
(проект, первая редакция)

7.5.2 Разность вертикальных отметок на основании результатов записи ординат микропрофиля проезжей части автомобильной дороги следует определять по алгоритму в соответствии с приложением Е.

Приложение А

(обязательное)

Порядок проведения калибровки профилометров

А.1 Общие положения

А.1.1 Калибровку профилометров следует проводить на наборе тестовых участков дороги путем сравнения результатов измерения ординат микропрофиля поверхности дорожного покрытия профилометром с результатами измерения, полученными короткошаговым высокоточным нивелированием.

А.1.2 Показателями качества измерений ординат микропрофиля поверхности дорожного покрытия профилометром являются:

- точность и повторяемость усредненных величин неровностей в каждом диапазоне длин волн,
- точность и повторяемость ординат микропрофиля в каждом диапазоне длин волн,
- точность и повторяемость показателя IRI, рассчитанного по результатам измерения для отрезков длиной 100 м.

П р и м е ч а н и е – При наличии в аппаратуре профилометра двух (правого и левого) каналов измерения правый канал измерения оценивается по точности, левый канал – по повторяемости.

А.2 Тестовые участки

А.2.1 Для проведения калибровочных измерений должно быть выбрано не менее трех тестовых участков, длина одного из которых должна быть не менее 500 м, остальных – не менее 200 м.

А.2.2 Тестовые участки для калибровки профилометров необходимо выбирать, исходя из следующих требований:

- в составе тестовых участков должны быть участки покрытия с высокой и низкой шероховатостью;
- в составе тестовых участков должны быть участки покрытия с различной ровностью, оцениваемой по показателю IRI, а именно: менее 1,5 мм/м, в пределах от 1,5 до 2,5 мм/м и более 2,5 мм/м;
- тестовые участки должны иметь покрытие без раскрытых трещин, выбоин, выраженных искажений поперечного профиля;
- покрытия на тестовых участках должно быть очищено от грязи и посторонних предметов;

ГОСТ
(проект, первая редакция)

– расположение тестовых участков должно обеспечивать возможность для разгона дорожной лаборатории, оснащенной профилометром, на дистанции не менее 300 м и торможения на дистанции не менее 50 м.

А.3 Измерение вертикальных отметок нивелиром и нивелирной рейкой

А.3.1 Нивелир и рейка должны быть технически исправны, поверены и отвечать требованиям ГОСТ 10528.

Рейка должна быть соединена сферическим шарниром с опорной пятой диаметром 100 мм, имеющей резиновую прокладку для имитации сглаживания шероховатости поверхности дорожного покрытия шиной колеса автомобиля. Значение статического прогиба резиновой прокладки под собственным весом рейки с пятой должно находиться в диапазоне от 0,5 до 1,5 мм.

А.3.2 Нивелирование тестовых участков следует выполнять по правой полосе наката с шагом отметок 0,25 м.

А.3.3 Нивелирование выполняется в коридоре измерений шириной 0,4 м, расположенном в правой полосе наката. Границы коридора измерений следует размечать двумя продольными тонкими линиями.

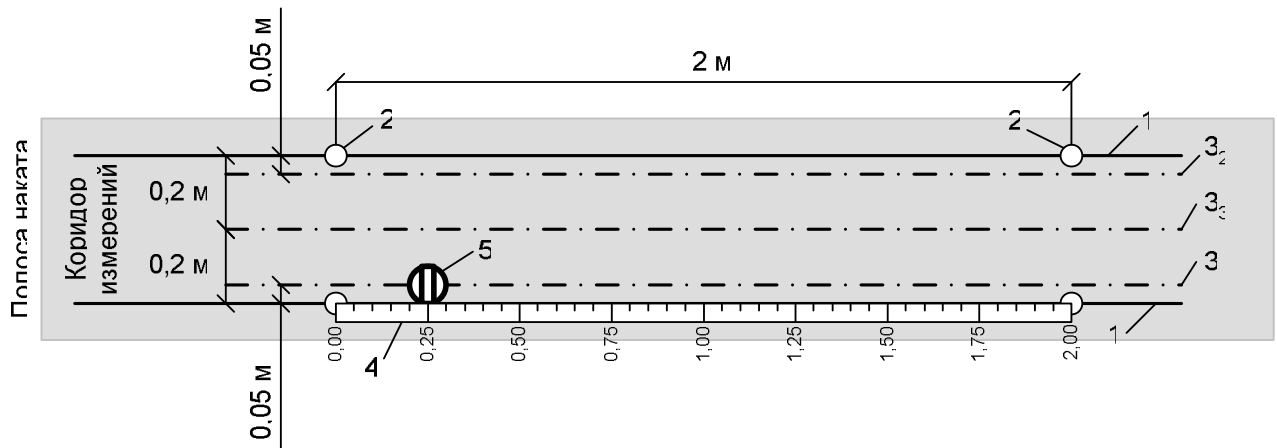
Нивелирование следует проводить по трем продольным линиям в рамках коридора измерений, а именно: в прямом и обратном направлении, а также посередине коридора.

При нивелировании в прямом направлении край опорной пяты рейки следует устанавливать на правую границу коридора измерений по ходу движения, а при нивелировании в обратном направлении – на левую границу. При нивелировании посередине коридора измерений места установки рейки в поперечном сечении допускается определять с помощью рулетки.

Места установки рейки в продольном направлении должны быть обозначены метками. Метки на поверхности дорожного покрытия следует наносить с внешней стороны границы коридора измерений с шагом не менее 2 м. Места установки рейки в промежуточных точках с шагом 0,25 м допускается определять по рулетке без нанесения меток на поверхность дорожного покрытия. При необходимости места установки нивелирной рейки могут быть размечены с шагом 0,25 м. Схема разметки коридора измерений представлена на рисунке А.1.

П р и м е ч а н и е – Измерительная рулетка должна отвечать требованиям ГОСТ 7502.

ГОСТ
(проект, первая редакция)



1 – граница коридора измерений; 2 – маркированные отметки на границах коридора с шагом 2 м; 3 – линии установки центра пяты нивелирной рейки (3₁ – прямой ход нивелирования, 3₂ – обратный ход нивелирования, 3₃ – прямой ход посередине коридора); 4 – рулетка для определения мест установки рейки с шагом 0,25 м; 5 – нивелирная рейка с пятой диаметром 100 мм

Рисунок А.1 – Схем разметки коридора измерений при нивелировании тестового участка

А.3.4 Погрешность измерения отметок нивелиром должна быть не более 0,1 мм.

А.3.5 Массив данных профиля по результатам нивелирования следует формировать путем осреднения трех значений вертикальных отметок, полученных для одного поперечного сечения коридора измерений.

А.4 Проведение измерений профилометром

А.4.1 Измерение микропрофиля тестового участка профилометром следует проводить не менее 10 раз.

Примечание – Допускается проведение до 12 измерений микропрофиля с последующим исключением двух из них.

А.4.2 При измерениях микропрофиля профилометром следует проводить 6 заездов со скоростью 40 км/ч и 6 заездов со скоростью 80 км/ч.

Примечание – Допускается проводить измерения с рабочей скоростью, определенной производителем профилометра.

А.4.3 Траектория движения дорожной лаборатории должна обеспечивать измерение микропрофиля внутри размеченного согласно А.3.3 коридора измерений.

А.4.4 Шаг записи массива ординат продольного микропрофиля проезжей части должен быть 0,25 м.

А.4.5 Допускается установка или нанесение меток (цветовых, геометрических, светоотражающих, радиометок и т.п.) на участках разгона и торможения для более

ГОСТ
(проект, первая редакция)

точной привязки результатов измерения микропрофиля к началу и концу тестового участка.

А.5 Фильтрация микропрофиля

А.5.1 Определение точности и повторяемости результатов измерения микропрофиля следует выполнять для диапазонов длин волн, указанных в таблице А.1.

Таблица А.1 – Границы анализируемых диапазонов длин волн

Наименование показателя	Номер диапазона N						
	0	1	2	3	4	5	6
Длина волны центра диапазона l_c , м	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0	32.0	64.0
Длина волны начала диапазона l_s , м	0.707	1.414	2.828	5.657	11.314	22.627	45.255
Длина волны конца диапазона l_f , м	1.414	2.828	5.657	11.314	22.627	45.255	90.510

А.5.2 Фильтрацию микропрофиля следует проводить полосовым фильтром Баттерворта 4-го порядка, передаточная функция которого определяется формулой (А.1).

$$H = \frac{\omega_s^4}{(i \cdot \omega)^4 + \omega_s^4} * \frac{(i \cdot \omega)^4}{(i \cdot \omega)^4 + \omega_f^4}, \quad (A.1)$$

где ω_s – круговая частота начала диапазона длин волн по формуле (А.2), рад/м;

ω_f – круговая частота конца диапазона длин волн по формуле (А.3), рад/м;

ω – круговая частота, рад/м.

$$\omega_s = \frac{2\pi}{l_s}, \quad (A.2)$$

$$\omega_f = \frac{2\pi}{l_f}, \quad (A.3)$$

где l_s – длина волны начала диапазона, м;

l_f – длина волны конца диапазона, м.

A.6 Определение точности и повторяемости усредненной величины неровностей

A.6.1 Для каждого диапазона длин волн следует выполнять расчет точности и повторяемости усредненной амплитуды неровностей для каждого тестового заезда и для нивелирования.

A.6.2 При расчете необходимо использовать отфильтрованные массивы отметок.

A.6.3 Усредненную величину неровностей в заданном диапазоне длин волн следует вычислять по формуле (A.4).

$$G = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N z_i^2}, \quad (\text{A.4})$$

где N – количество ординат в массиве;

z – ордината отфильтрованного микропрофиля;

i – индекс ординаты в массиве.

A.6.4 Оценку точности усредненной величины неровностей следует вычислять по формуле (A.5).

$$\delta A_e = \frac{\sqrt{\frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^M (G_j - G_e)^2}}{G_e} \cdot 100\%, \quad (\text{A.5})$$

где M – количество заездов,

j – индекс заезда;

G_e – значение по результатам нивелирования;

G_j – значение по j-му заезду.

A.6.5 Оценку повторяемости усредненной величины неровностей следует рассчитывать по формуле (A.6).

$$\delta A_t = \frac{\sqrt{\frac{1}{M-1} \cdot \sum_{j=1}^M (G_j - \bar{G})^2}}{\bar{G}} \cdot 100\%, \quad (\text{A.6})$$

где M – количество заездов,

j – индекс заезда;

G_j – значение по j-му заезду;

ГОСТ
(проект, первая редакция)

\bar{G} – среднее значение, вычисленное по количеству заездов, равному М.

А.6.6 Точность и повторяемость воспроизведения усредненной амплитуды в каждом диапазоне длин волн не должна превышать значений, указанных в таблице А.2.

Таблица А.2 – Требования к точности воспроизведения усредненной амплитуды

Наименование показателя	Номер диапазона N						
	0	1	2	3	4	5	6
Диапазон длин волн	0,707	1,414	2,828	5,657	11,314	22,627	45,255
	-	-	-	-	-	-	-
	1,414	2,828	5,657	11,314	22,627	45,255	90,510
1-й класс точности	10%			5%			
2-й класс точности	15%			10%			-

А.7 Определение точности и повторяемости ординат микропрофиля

А.7.1 Для каждого диапазона длин волн следует выполнять расчет точности и повторяемости ординат микропрофиля.

А.7.2 При расчете необходимо использовать отфильтрованные массивы отметок.

А.7.3 Общий показатель точности ординат микропрофиля следует рассчитывать по формуле (А.7).

$$F_e = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^M (z_{ji} - z_{ei})^2}, \quad (A.7)$$

где N – количество ординат микропрофиля в массиве;

i – индекс ординаты в массиве;

M – количество заездов;

j – индекс заезда;

Z_{ji} – значение i-той ординаты по результатам j-го измерения профилометром;

Z_{ei} – значение i-той ординаты по результатам нивелирования.

А.7.4 Общий показатель повторяемости ординат микропрофиля следует вычислять по формуле (А.8).

ГОСТ
(проект, первая редакция)

$$F_t = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{1}{M-1} \cdot \sum_{j=1}^M (z_{ji} - \bar{z}_i)^2}, \quad (\text{A.8})$$

где N – количество ординат микропрофиля в массиве;

i – индекс ординаты в массиве;

M – количество заездов;

j – индекс заезда;

z_{ji} – значение i-той ординаты по результатам j-го измерения профилометром;

\bar{z}_i – среднее значение i-той ординаты микропрофиля, вычисленное по количеству заездов, равному M.

A.7.5 Показатели точности и повторяемости ординат микропрофиля в каждом диапазоне длин волн не должны превышать значения, указанные в таблице A.3.

Таблица A.3 – Требования к точности воспроизведения высотных отметок

Наименование показателя	Номер диапазона N						
	0	1	2	3	4	5	6
Диапазон длин волн	0,707	1,414	2,828	5,657	11,314	22,627	45,255
	-	-	-	-	-	-	-
	1,414	2,828	5,657	11,314	22,627	45,255	90,510
1-й класс точности	0,5 мм		1 мм		2 мм		5 мм
2-й класс точности	1 мм		2 мм		5 мм		-

A.8 Оценка точности и повторяемости показателя IRI

A.8.1 Показатель IRI следует рассчитывать для каждого из заездов профилометра и по результатам нивелирования для 100-метровых участков. Точность и повторяемость показателя IRI необходимо вычислять для каждого 100-метрового участка.

A.8.2 Для расчета показателя IRI используются профили, не подвергнутые фильтрации.

A.8.3 Оценку точности определения показателя IRI следует вычислять по формуле (A.9).

ГОСТ
(проект, первая редакция)

$$\delta IRI_e = \frac{\sqrt{\frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^M (IRI_j - IRI_e)^2}}{IRI_e} \cdot 100\%, \quad (A.9)$$

где M – количество заездов;

j – индекс заезда;

IRI_j – значение показателя IRI, вычисленное по результатам измерения микропрофиля профилометром;

IRI_e – значение показателя IRI, вычисленное по результатам нивелирования.

A.8.4 Оценку повторяемости показателя IRI следует вычислять по формуле (A.10).

$$\delta IRI_t = \frac{\sqrt{\frac{1}{M-1} \cdot \sum_{j=1}^M (IRI_j - \overline{IRI})^2}}{\overline{IRI}} \cdot 100\%, \quad (A.10)$$

где M – количество заездов;

j – индекс заезда;

IRI_j – значение показателя IRI, вычисленное по результатам измерения микропрофиля профилометром;

\overline{IRI} – среднее значение показателя IRI, вычисленное по количеству заездов, равному M.

A.8.5 Оценка повторяемости и точности определения показателя IRI для профилометров 1-го класса не должна превышать 5%, для профилометров 2-го класса – 10%.

Для участков, имеющих повышенную шероховатость покрытия и ровность по показателю IRI менее 1,5 мм/м повторяемость и точность определения показателя IRI для профилометров 1-го класса не должна превышать 10%, для профилометров 2-го класса – 15%.

Приложение Б

(рекомендуемое)

Формат записи файлов микропрофиля

Б.1 Основные положения

Б.1.1 Файл продольного микропрофиля содержит информацию о длине участка и шаге высотных отметок, типе измерительной установки, времени измерения, расположении участка измерений.

Б.2 Формат файла

Б.2.1 Файл должен иметь расширение "STP".

Б.2.2 Формат файла представляет собой текст, состоящий из заголовка и набора высотных отметок.

Б.2.2.1 Первая строка заголовка одинакова у всех файлов и используется для проверки соответствия формата файла при его чтении. Вторая строка содержит описание типа используемой измерительной лаборатории. Третья строка содержит описание профиля в свободном формате. Четвертая строка содержит дату и время проведения измерений (год – 4 знакоместа, месяц, число, час, минуты, секунды по 2 знакоместа, разделенные символом табуляции). Пятая строка содержит продольный шаг отметок в метрах. Шестая строка содержит количество отметок. Седьмая строка содержит информацию о каналах измерения (R – правая полоса наката, L – левая полоса наката, RL – две полосы наката). Строка AxisSF и две последующие предназначены для задания пикетажных отметок начала и конца измерения в координатах обследуемого объекта. Строка WGS84SF и две последующие предназначены для задания привязок начала и конца измерения в глобальных координатах. Привязка содержит значения широты и долготы в градусах в системе WGS-84, разделенные символом табуляции.

Б.2.2.2 После заголовка следует набор высотных отметок в миллиметрах, начинающийся со строки ProfileZs. При наличии двух каналов измерения в каждой строке располагаются два значения, разделенные символом табуляции.

Б.3. Порядок модификации

Б.3.1 Допускается изменение формата файла с целью внесения дополнительной информации. В этом случае процедуры его чтения должны модифицироваться с сохранением совместимости с предыдущими вариантами.

ГОСТ
(проект, первая редакция)

Разделение версий различной модификации должно производиться на основе первой строки заголовка.

Б.4 Пример файла формата STP

Профиль формат ГОСТ 1234-56 v2
ДВС-3 2012
Z:\Sptt\2013\РосАвтоДор lab7 test\madi\test20.LVideo 35652.250 - 36150.750
2013 06 05 09 13 58
0.25
1999
RL
AxisSF
1700
1200
WGS84SF
56.1578209 47.8610203
56.1865302 47.3260820
ProfileZs
0.779 1.134
3.674 4.498
7.503 8.383
11.092 11.822
14.875 16.633
18.553 21.283
22.144 25.145
25.933 28.268
29.607 31.565
33.641 35.116
37.768 39.837
41.434 44.366
45.091 48.695

.....
(всего 1999 строк с высотными отметками)

Приложение В
(обязательное)

Вычисление международного индекса ровности IRI по микропрофилю

В.1 Общие положения

В.1.1 Расчет показателя IRI производится путем моделирования проезда автомобиля с заданными параметрами по поверхности покрытия и подсчета суммарного перемещения неподрессоренной массы относительно поддрессоренной. Показатель IRI определяется как отношение указанного вертикального перемещения к длине участка.

В.2 Подготовка исходного микропрофиля

В.2.1 Расчет показателя IRI производится на основе продольного микропрофиля с шагом высотных отметок 0,25 м.

В.2.2 Фильтрация микропрофиля не производится.

В.2.3 Для исключения влияния неопределенности начальных условий необходимо проводить предварительное моделирование на специально сформированном отрезке длиной 50 м. Указанный участок следует формировать как зеркальное отражение первых 50 м анализируемого микропрофиля.

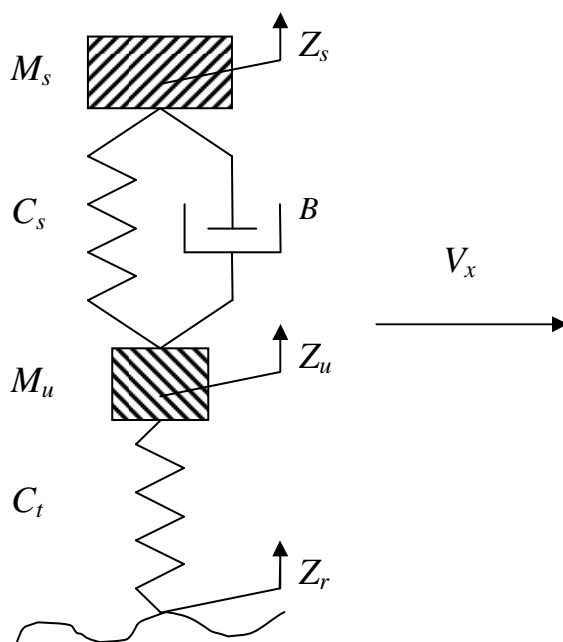
В.3 Описание стандартной модели для расчета показателя IRI

В.3.1 Модель автомобиля для расчета показателя IRI представляет собой систему, состоящую из следующих элементов:

- колеса с заданной жесткостью шины,
- неподрессоренной массы,
- поддрессоренной массы,
- упругого элемента подвески (пружины или рессоры) с заданной жесткостью,
- гасящего элемента (амортизатора) с заданным коэффициентом вязкого трения.

Модель автомобиля для расчета показателя IRI представлена на рисунке В.1.

В.3.2 Значения стандартных параметров модели приведены в таблице В.1 и соответствуют [1, 2].



M_s – подрессоренная масса, Z_s - вертикальная координата подрессоренной массы, C_s - жесткость пружины (рессоры), B - коэффициент вязкого трения амортизатора, M_u - неподрессоренная масса, Z_u - вертикальная координата неподрессоренной массы, C_t - жесткость шины, Z_r - высотная отметка поверхности.

Рисунок В.1 – Модель автомобиля для расчета IRI

Таблица В.1 – Параметры модели для вычисления показателя IRI

Параметр	Единицы измерения	Значение
Соотношение неподрессоренной и подрессоренной масс, $K_m = M_u / M_s$	-	0,15
Отношение жесткости шины к подрессоренной массе, $K_t = C_t / M_s$	$1/c^2$	653
Отношение жесткости рессоры (пружины) к подрессоренной массе, $K_s = C_s / M_s$	$1/c^2$	63,3
Отношение коэффициента вязкого трения амортизатора к подрессоренной массе, $K_b = B / M_s$	$1/c$	6
Скорость движения, V_x	км/ч	80

В.4 Порядок вычисления показателя IRI

В.4.1 На каждом шаге продольного микропрофиля, исходя из текущего состояния модели и входного воздействия Z_r , необходимо проводить расчет нового

ГОСТ
(проект, первая редакция)

состояния модели. Суммарное перемещение неподрессоренной массы относительно поддрессоренной следует рассчитывать по формуле (B.2).

$$z_{IRI} = \sum_{i=1}^N |(Z_s - Z_u)_i - (Z_s - Z_u)_{i-1}|, \quad (B.2)$$

где N - количество шагов моделирования;

i – номер шага моделирования;

Z_s - вертикальная координата поддрессоренной массы;

Z_u - вертикальная координата неподрессоренной массы.

В.4.2 Индекс ровности IRI следует рассчитывать по формуле (B.3).

$$IRI = Z_{IRI} / L, \quad (B.3)$$

где L – длина участка.

Приложение Г
(справочное)

Международная классификация автомобильных дорог по спектральной плотности дисперсии ординат микропрофиля (СПД ОМ)

Г.1 Классификацию дорог по СПД ОМ следует проводить в соответствии с ИСО 8608.

Г.2 Аппроксимацию спектров микропрофилей следует проводить на основе формулы (Г.1), при этом необходимо строить график функции в логарифмических координатах.

$$Kq(n) = D_0 \cdot \left(\frac{n_0}{n} \right)^W, \quad (\text{Г.1})$$

где $Kq(n)$ – СПД ОМ;

D_0 – коэффициент уровня СПД ОМ, характеризующий положение прямых СПД относительно оси ординат;

W – коэффициент формы, характеризующий наклон линий СПД;

n – частота дорожных неровностей, которую определяют по формуле (Г.2), цикл/м;

n_0 – базовая частота дорожных неровностей равная 0,1 цикл/м при длине волны неровностей 10м.

$$n = \frac{1}{\ell}, \quad (\text{Г.2})$$

где ℓ – длина волны неровности, м.

Г.3 Дисперсия ординат микропрофиля в полосе частот от n_1 до n_2 следует определять по формуле (Г.3).

$$\sigma^2 = \int_{n_1}^{n_2} Kq(n)dn, \quad (\text{Г.3})$$

Г.4 В таблице Г.1 приведены значения коэффициента уровня СПД ОМ D_0 для дорог разного класса согласно ИСО 8608 при коэффициенте формы $W=2$.

Г.5 Классификация дорог по уровню СПД ординат микропрофиля, принятая в ИСО 8608, представлена на рисунке Г.1.

ГОСТ
(проект, первая редакция)

Таблица Г.1 – Классификация автомобильных дорог по ИСО 8608

Класс дороги	Уровень неровности		
	$D_0 = Kq(n_0)$, мм ² м/цикл		
	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

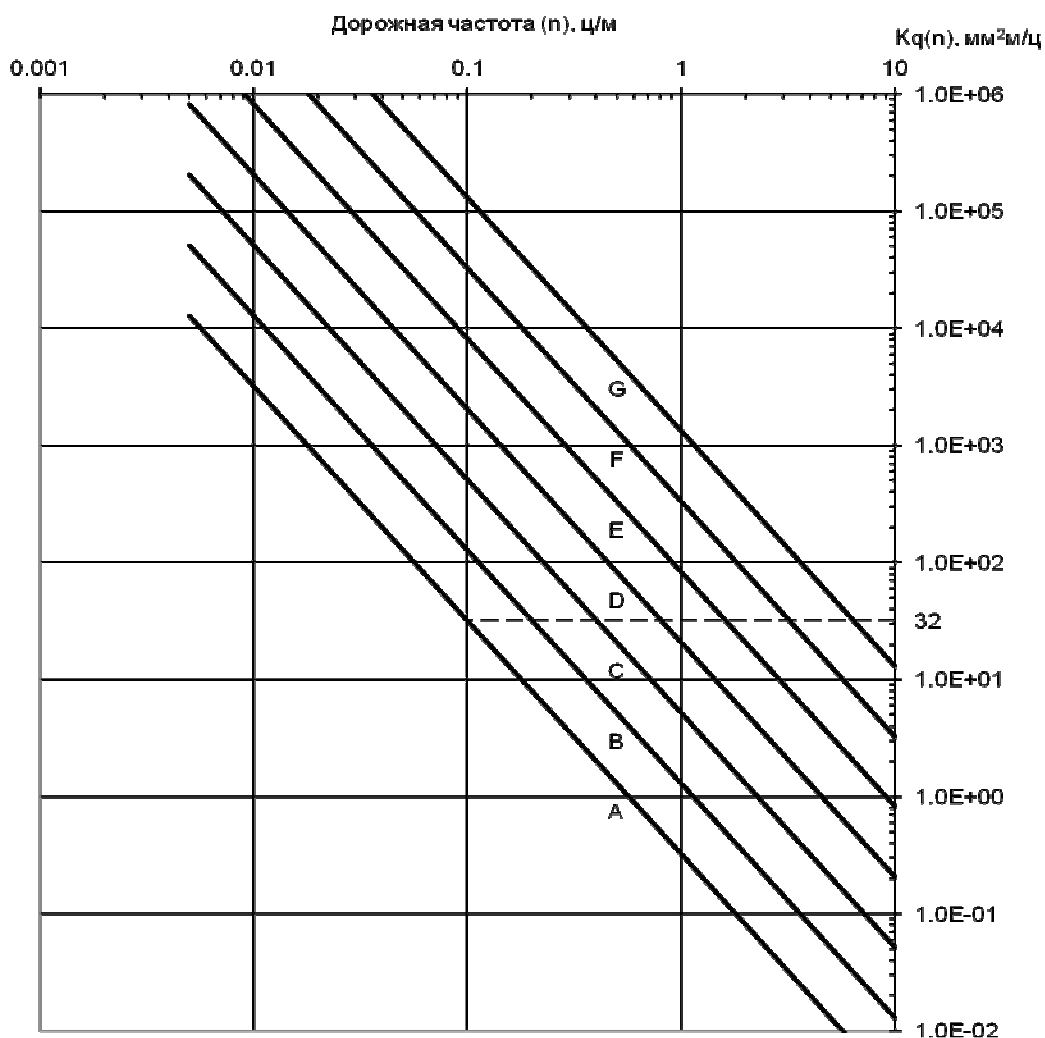


Рисунок Г.1 – Классификация дорог по уровню СПД согласно ИСО 8608

Приложение Д

(обязательное)

Вычисление просветов под трехметровой рейкой по микропрофилю

Д.1 Общие положения

Д.1.1 Расчет просветов под трехметровой рейкой следует проводить путем моделирования приложения рейки длиной три метра к микропрофилю, отфильтрованному в диапазоне длин волн до 100 м, каждой измеренной полосы наката каждой полосы движения участка измерений.

Алгоритм моделирования подразумевает, что к микропрофилю прикладывают прямую длиной 3 м (виртуальную рейку). Просветом считается разность между ординатой прямой линии в соответствующей точке и ординатой микропрофиля в той же точке.

Д.1.2 По результатам моделирования измерений требуется вычислять как для всего участка, так и для отрезков участка следующие статистические показатели:

- количество просветов под рейкой, находящихся в заданном диапазоне;
- величину максимального просвета;
- среднеквадратическое значение просвета.

Длину отрезка участка следует выбирать таким образом, чтобы количество просветов было не менее 200.

Д.1.3 Просветы под рейкой необходимо определять с шагом 0,5 м. Просветы под концами рейки вычислять не следует. Количество просветов, определяемое при каждом приложении, равно 5.

Д.1.4 Не требуется применение поправок на радиусы вертикальных кривых в соответствии с приложением А ГОСТ 30412.

Д.1.5 Моделирование приложения рейки следует выполнять по всей длине микропрофиля приложением виртуальной рейки последовательно встык.

Для повышения точности вычислений рекомендуется приложение виртуальной рейки последовательно со сдвигом рейки на 0,25 м.

Д.2 Обработка результатов вычислений

Д.2.1 Общее число вычисленных просветов на каждом отрезке и на всём участке микропрофиля следует принимать за 100 %.

Д.2.2 С точностью до 1% следует вычислять для каждого отрезка и для всего участка измерений:

ГОСТ
(проект, первая редакция)

- количество просветов, находящихся в заданном диапазоне, в процентах по отношению к общему количеству просветов;
- количество просветов, превышающих допустимое значение, в процентах по отношению к общему количеству просветов.

С точностью до 1 мм необходимо вычислять величину максимального просвета.

П р и м е ч а н и е – Диапазоны допустимых значений и максимальные значения просветов под 3-метровой рейкой задаются соответствующими нормативными документами по контролю качества дорожно-строительных и ремонтных работ.

Д.2.3 Дополнительно рекомендуется вычислять среднеквадратическое значение просвета.

П р и м е ч а н и е – Среднеквадратическое значение просвета является дополнительным параметром и служит для сравнения между собой участков, на которых все просветы соответствуют нормативным требованиям по контролю качества дорожно-строительных и ремонтных работ.

Приложение Е
(обязательное)

Вычисление модуля разности вертикальных отметок по микропрофилю

Е.1 Общие положения

Е.1.1 Расчет модуля разности вертикальных отметок с шагом 5, 10 и 20 м следует проводить по ординатам микропрофиля, отфильтрованного в диапазоне длин волн до 100 м, для каждой измеренной полосы наката каждой полосы движения участка измерений.

Е.1.2 Для всего измеренного участка и отдельного отрезка участка необходимо вычислять следующие статистические показатели:

- количество модулей разности вертикальных отметок, находящихся в заданном диапазоне;
- максимальное значение модуля разности вертикальных отметок;
- среднеквадратическое значение модуля разности вертикальных отметок.

Минимальную длину отрезка следует выбирать таким образом, чтобы количество вычислений модуля разности вертикальных отметок было не менее 150.

Е.1.3 Не требуется применение поправок на радиусы вертикальных кривых в соответствии с приложением А ГОСТ 30412-96.

Е.2 Вычисление модуля разностей вертикальных отметок

Е.2.1 Модуль разности вертикальных отметок необходимо определять как отклонение ординаты микропрофиля от прямой линии, проходящей через предыдущую и последующую точки массива ординат по формуле (Е.1).

П р и м е ч а н и е – Метод предполагает исключение из расчета первой и последней точек массива ординат микропрофиля.

$$\delta h_i = \left| \frac{h_{i-1} + h_{i+1}}{2} - h_i \right|, \quad (\text{Е.1})$$

где h_i – ордината i -ой точки микропрофиля, для которой определяют отклонение;

h_{i-1} – ордината точки, предшествующей i -ой точке микропрофиля;

h_{i+1} – ордината точки, следующей за i -ой точкой микропрофиля.

Е.2.2 Расчетная схема для вычисления модуля разностей вертикальных отметок представлена на рисунке Е.1.

Е.2.3 Вычислять модуль разности вертикальных отметок следует с шагом 5, 10 и 20 м по всей длине записанного микропрофиля со сдвижкой на 5 м.

ГОСТ
(проект, первая редакция)

Для повышения точности рекомендуется вычислять модуль разности вертикальных отметок с шагом 5, 10 и 20 м по всей длине записанного микропрофиля со сдвижкой на 0,25 м.

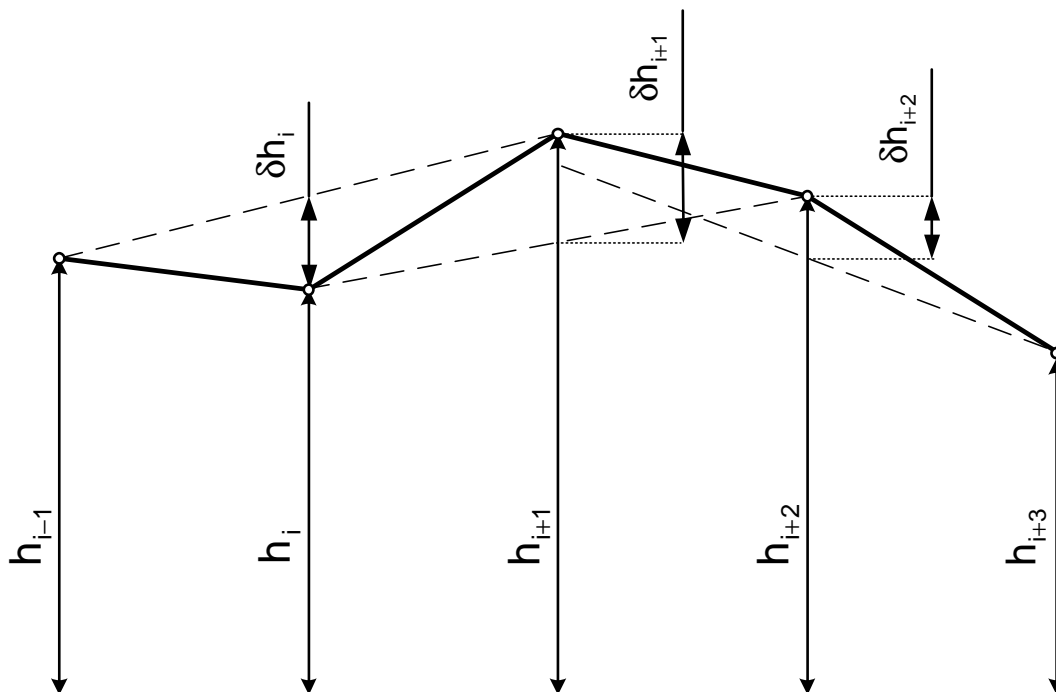


Рисунок Е.1 – Расчетная схема для вычисления модуля разности вертикальных отметок по ординатам микропрофиля

Е.3 Обработка результатов вычислений

Е.3.1 Общее количество вычисленных модулей разностей на каждом отрезке и на всём участке микропрофиля следует принимать за 100 %.

Е.3.2 С точностью до 1% для каждого отрезка и для всего участка необходимо определять следующие показатели:

- количество значений модуля разности вертикальных отметок, находящихся в допустимых пределах, в процентах по отношению к общему количеству значений;
- количество значений модуля разности вертикальных отметок, превышающих допустимое значение, в процентах по отношению к общему количеству значений.

С точностью до 1 мм следует вычислять максимальное значение модуля разности вертикальных отметок.

Примечание – Диапазоны допустимых значений и максимальные значения модуля разности вертикальных отметок задаются соответствующими нормативными документами по контролю качества дорожно-строительных и ремонтных работ.

ГОСТ
(проект, первая редакция)

Е.3.3 Дополнительно рекомендуется вычислять среднеквадратическое значение разности вертикальных отметок.

П р и м е ч а н и е – Среднеквадратическое значение разности вертикальных отметок является дополнительным параметром и служит для сравнения между собой участков, на которых все разности вертикальных отметок соответствуют нормативным требованиям по контролю качества дорожно-строительных и ремонтных работ.

Библиография

- [1] Технический отчет Всемирного банка №45 (World Bank Technical Paper Number 45 «The International Road Roughness Experiment: Establishing Correlation and a Calibration Standard for Measurements», M.W.Sayers, T.D. Gillespie, C. Queiroz, 1986.).
- [2] Технический отчет Всемирного банка №46 (World Bank Technical Paper Number 46 «Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements», M.W.Sayers, T.D. Gillespie, W.D.O.Paterson, 1986, 87 p.).

УДК _____ МКС _____

код продукции

Ключевые слова: дороги автомобильные общего пользования, дорожные покрытия, методы измерения ровности, профилометр, микропрофиль, фильтрация микропрофиля, спектральная плотность дисперсии, международный индекс ровности

Председатель МТК 418 _____ В.П. Носов
личная подпись

Ответственный секретарь МТК 418 _____ Е.Н. Симчук
личная подпись

Руководитель разработки:

Заведующий кафедрой «Строительства
и эксплуатации дорог»
Московского автомобильно-дорожного
государственного технического
университета (МАДИ) _____ В.П. Носов
личная подпись

Исполнитель

Доцент кафедры «Строительство и
эксплуатация дорог» _____ Е.В. Жустарёва
личная подпись

Профессор кафедры «Теоретическая
механика» _____ В.Б. Борисевич
личная подпись

Профессор кафедры «Изыскания и
проектирование автомобильных дорог» _____ Ю.В. Кузнецов
личная подпись

Старший преподаватель кафедры
«Теоретическая механика» _____ В.М. Борисов
личная подпись

Старший преподаватель кафедры
«Теоретическая механика» _____ Ю.В. Борисов
личная подпись

ГОСТ
(проект, первая редакция)

Ведущий инженер кафедры
«Строительство и эксплуатация дорог» _____ И.А. Осипов
личная подпись

Ведущий инженер кафедры
«Строительство и эксплуатация дорог» _____ А.В. Ващенко
личная подпись

Доцент кафедры «Строительство и
эксплуатация дорог» _____ А.А. Фотиади
личная подпись