МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 31248— 2004 (ИСО 10056:2001)

Вибрация

ИЗМЕРЕНИЕ И АНАЛИЗ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ПАССАЖИРОВ И БРИГАДУ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

ISO 10056:2001
Mechanical vibration — Measurement and analysis of whole-body vibration to which passengers and crew are exposed in railway vehicles (MOD)

Издание официальное

БЗ 12—2003/225



Москва
Стандартинформ
2004

gost.e-ecolog.ru

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 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 26 от 8 декабря 2004 г.)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Армстандарт
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Российская Федерация	RU	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 10056:2001 «Вибрация — Измерение и анализ общей вибрации, воздействующей на пассажиров и бригаду рельсового транспортного средства» (ISO 10056:2001 «Mechanical vibration — Measurement and analysis of whole-body vibration to which passengers and crew are exposed in railway vehicles») путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Степень соответствия — модифицированная (MOD)

5 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2007 г. № 355-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 31248—2004 (ИСО 10056:2001) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2008 г.

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта публикуется в указателе «Национальные стандарты».

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в указателе «Национальные стандарты», а текст изменений — в информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе «Национальные стандарты»

© Стандартинформ, 2008

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения 2
4 Особенности вибрации на рельсовом транспорте 3
5 Метод измерения 4
6 Метод анализа 6
7 Протокол испытаний 8
Приложение А (справочное) Пример протокола испытаний 10
Библиография 17

Введение

Настоящий стандарт устанавливает метод измерения и анализа вибрации внутри рельсовых транспортных средств с учетом специфики транспорта данного вида.

По сравнению с примененным международным стандартом ИСО 10056:2001 в текст настоящего стандарта внесены следующие изменения:

- добавлена ссылка на ГОСТ 12.1.012—2004, чтобы показать место стандарта в комплексе стандартов в области вибрационной безопасности;
- из подраздела 6.3 исключено математическое определение полигона кумулятивных частот;
- библиография приведена в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5—2001.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Вибрация

ИЗМЕРЕНИЕ И АНАЛИЗ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ПАССАЖИРОВ И БРИГАДУ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Vibration. Measurement and analysis of whole-body vibration to which passengers and crew are exposed in railway vehicles

Дата введения — 2008—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод измерения и анализа вибрации рельсовых транспортных средств в процессе полевых испытаний. Данный метод не предназначен для оценки воздействия вибрации на человека (это предмет рассмотрения ГОСТ 31191.1 и — в отношении рельсовых транспортных средств — ГОСТ 31191.4), но может быть использован для определения вибрационной характеристики рельсового транспортного средства по ГОСТ 12.1.012.

Настоящий стандарт распространяется на общую вибрацию — периодическую, случайную и переходные процессы — в диапазоне частот 0,5—80 Гц, которая воздействует на сидящего или стоящего человека.

Настоящий стандарт не распространяется на локальную вибрацию, а также на низкочастотные поперечные, вертикальные или угловые колебания, способные вызывать болезнь движения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 12.1.012—2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования

ГОСТ ИСО 8041—2006 Вибрация. Воздействие вибрации на человека. Средства измерений (ИСО 8041:2005, IDT)

ГОСТ ИСО 5348—2002 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров (ИСО 5348:1998, IDT)

ГОСТ ИСО 8002—99 Вибрация. Вибрация наземного транспорта. Представление результатов измерений (ИСО 8002:1986, IDT)

ГОСТ 24346—80 Вибрация. Термины и определения (ИСО 2041:1990, NEQ)

ГОСТ 31191.1—2004 (ИСО 2631-1:1997) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования (ИСО 2631-1:1997, MOD)

ГОСТ 31191.4—2006 (ИСО 2631-4:2001) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 4. Руководство по оценке влияния вибрации на комфорт пассажиров и бригаду рельсового транспортного средства (ИСО 2631-4:2001, MOD)

ГОСТ 31317.2—2006 (ИСО 10326-2:2001) Вибрация. Лабораторный метод оценки вибрации сидений транспортных средств. Часть 2. Сиденья железнодорожного транспорта (ИСО 10326-2:2001, MOD)

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории государства по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 24346, ГОСТ 12.1.012, ГОСТ ИСО 8041 и ГОСТ 31191.1.

3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие условные обозначения и сокращения:

a — среднеквадратичное значение виброускорения (далее — ускорение), м/с^2;

$a(t)$ — мгновенное значение ускорения, м/с^2;

b — интервал класса распределения ускорения, м/с^2;

B — точка измерения ускорения на спинке сиденья;

f — частота, Гц;

БПФ — быстрое преобразование Фурье;

h — гистограмма распределения среднеквадратичного значения ускорения;

h_c — полигон кумулятивных частот распределения среднеквадратичного значения ускорения[1)];

m — номер класса m распределения ускорения;

$n(m)$ — частота класса m распределения ускорения;

n_T — общее число измерений;

N — число выборочных значений в одном блоке данных;

N_b — число блоков данных;

P — точка измерения ускорения на полу (платформе);

СПМ — спектральная плотность мощности;

S — точка измерения ускорения на подушке сиденья;

t — время, с;

Δt — интервал дискретизации, с;

X — преобразование Фурье сигнала ускорения;

τ — длительность одного блока данных, с.

В настоящем стандарте использованы следующие подстрочные индексы:

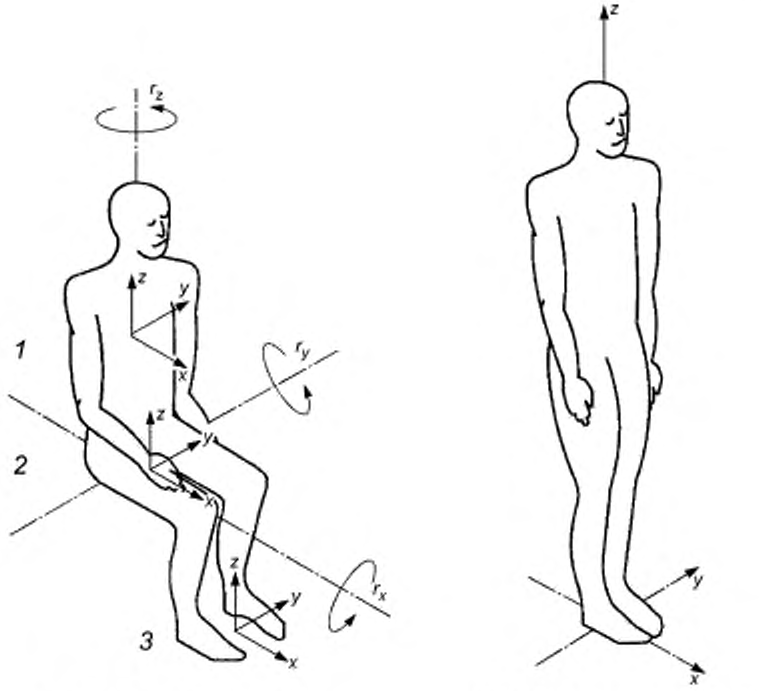
j — направление измерения вибрации в точке α ; может принимать значения x, y и z (рисунок 1);

k — номер блока данных;

w — индекс, показывающий, что параметр вибрации рассчитан на основе корректированного сигнала;

α — положение точки измерения ускорения; может принимать значения: P — платформа или пол, S — подушка сиденья, B — спинка сиденья.

[1)] Полигон кумулятивных частот также называют выборочной функцией распределения.



a) Направления основных осей базицентрической системы координат для сидящего человека

b) Оси базицентрической системы координат для стоящего человека

1 — спинка сиденья; *2* — подушка сиденья; *3* — опора для ног

Рисунок 1 — Базицентрическая система координат для тела человека

4 Особенности вибрации на рельсовом транспорте

4.1 Основные причины появления и усиления вибрации

4.1.1 Рельсовый путь

Причиной вибрации могут быть особенности геометрии и конструкции рельсового пути. К ним относятся:

- изменения уровня пути (в направлении *z*), его прямолинейности (в направлении *y*) или ширины колеи;
- дефекты сварки или механической обработки рельсов;
- рельсовые стыки;
- стрелки;
- изменение жесткости пути в вертикальном направлении (например, на мостах);
- пересечения с автомобильными путями;
- закругления пути и подъемы на виражах, которые могут служить причиной низкочастотной вибрации.

4.1.2 Контакт колеса с рельсом

Источник возбуждения рельсового транспортного средства локализован в области контакта колеса с рельсом. Силы, действующие в области этого контакта, являются нелинейными функциями перемещения и скорости и служат причиной вибрации транспортного средства.

4.1.3 Транспортное средство

Корпус вагона представляет собой сложную упругую конструкцию, собственные частоты которой могут играть важную роль в усилении вибрации. Поведение этой конструкции зависит от нагрузки, относительного положения тележек, применяемых элементов подвески (пружины, демпферы и т. д.), взаимодействия с другими вагонами в составе данного поезда.

Дефекты на беговой поверхности колеса (например, выбоины), а также наличие у него дисбаланса или эксцентриситета являются источниками периодической вибрации, амплитуда и частота которой зависят от скорости движения.

Источником вибрации, преимущественно периодического характера, могут быть также машины вращательного действия (например, компрессоры, дизельные двигатели и оборудование для кондиционирования воздуха), устанавливаемые на транспортном средстве. Кроме того, в процессе разгона и торможения такие машины способны создавать переходные колебания.

Другой причиной появления переходных процессов может быть нелинейность некоторых элементов конструкции (например, специальных демпферов, буферов, ограничителей поперечных колебаний).

Сиденье транспортного средства способно усиливать вибрацию, причем в ряде случаев, особенно на резонансных частотах, такое усиление будет существенно нелинейным. Отклик сиденья, среди прочего, зависит от способа его крепления, массы и положения сидящего в нем человека, а также от формы сиденья и материала, из которого оно изготовлено.

4.2 Характер вибрации

Вибрация на рельсовом транспорте имеет следующие особенности:

- случайный нестационарный характер (может включать в себя периодические составляющие и охватывать широкий диапазон частот) и относительно невысокий уровень передаваемой внутрь транспортного средства энергии;
- отчетливо выраженные резонансы (например, резонанс вторичной подвески вагона вблизи 1 Гц; изгибные колебания вагона с собственной частотой между 8 и 15 Гц).

Вибрация может иметь постоянный характер (например, вследствие неоднородностей пути), быть кратковременной (например, связанная с работой оборудования для кондиционирования воздуха) и нерегулярной (например, обусловленная пересечением стрелок или автомобильных дорог).

4.3 Направление вибрации

Полное описание ускорения в любой точке транспортного средства требует рассмотрения шести составляющих: трех компонентов поступательного и трех компонентов углового движения (вдоль и вокруг осей *x*, *y* и *z*). Однако предполагают, что для угловой вибрации расстояние от точки измерения до центра вращения достаточно велико, чтобы угловой вибрацией можно было пренебречь.

Подробнее измерения угловой вибрации рассмотрены в ГОСТ 31191.4.

5 Метод измерения

5.1 Общие положения

Измеряемой величиной является поступательное ускорение на полу транспортного средства и, в зависимости от целей испытаний, на поверхности контакта человека с сиденьем (а также, дополнительно, в точке контакта со спинкой сиденья).

Используемые средства измерений должны обеспечивать измерение и запись сигналов вибрации. Эти сигналы могут в дальнейшем быть подвергнуты обработке в соответствии с разделом 6.

Примечание — На практике часто одновременно с измерением проводят анализ сигналов вибрации, прежде чем эти сигналы будут записаны на носитель информации. Такой процесс называют предобработкой.

В настоящем стандарте под методом измерения подразумевают способ применения измерительного оборудования, позволяющий собрать необходимые данные.

5.2 Средства измерений

5.2.1 Общие положения

Средства измерений, как правило, включают в себя:

- датчики (акселерометры) вместе с согласующими усилителями;
- фильтры (полосовые и весовые) и усилители;
- устройства записи сигнала;
- устройства обработки и анализа сигнала.

В совокупности данные устройства образуют измерительную цепь.

Различные элементы измерительной цепи должны быть совместимы между собой по характеристикам. Точность измерений зависит как от характеристик отдельных средств измерений, так и от свойств измерительной цепи в целом. Общие требования к измерительной цепи — по ГОСТ ИСО 8041.

5.2.2 Датчики и согласующие усилители

Поскольку зачастую датчики вместе с согласующими усилителями выполнены в виде единого блока, характеристики этих устройств рассматривают совместно, и они должны удовлетворять следующим требованиям:

a) диапазон измерений ускорения — на полу от 0 до 50 м/с^2, на подушке и спинке сиденья от 0 до 20 м/с^2;

b) диапазон частот измерений — от 0,4 до 100 Гц (неравномерность частотной характеристики — в пределах ± 0,5 дБ);

c) нелинейность (с учетом гистерезиса) — менее 1 % измеренного значения;

d) поперечный коэффициент преобразования — менее 5 %;

e) чувствительность к температуре:

- постоянной — менее 3 % диапазона измерений;
- изменению температуры — менее 0,05 %/°С.

5.2.3 Полосовые и весовые фильтры

Полосовые фильтры применяют для устранения низкочастотных и высокочастотных составляющих вибрации, которые лежат вне диапазона измерений, определенного настоящим стандартом, а также для улучшения соотношения сигнал/шум.

Крутизна среза полосового фильтра в области высоких и низких частот должна составлять не менее 12 дБ на октаву, что обусловливает применение высокочастотного и низкочастотного фильтров Баттерворта порядка не ниже 2-го. Частоты сопряжения характеристики полосового фильтра лежат на удалении одной трети октавы от номинальной полосы частот.

В пределах номинального диапазона частот и на удалении 1/3 октавы от его краев допуск на частотную характеристику, определяемую сочетанием полосового и весового фильтров, составляет ± 1 дБ. На остальных частотах допуск равен ± 2 дБ. На частотах, лежащих на удалении более одной октавы от номинального диапазона частот, ослабление сигнала может быть бесконечно большим (см. также ГОСТ ИСО 8041).

5.2.4 Устройства записи сигнала

Устройства записи сигнала должны удовлетворять следующим требованиям:

a) устройства записи с частотной модуляцией:

- минимальный диапазон частот — от 0 до 156 Гц;
- частота среза (по уровню минус 0,5 дБ) — 156 Гц;

b) устройства записи с кодово-импульсной модуляцией:

- минимальный диапазон частот — от 0 до 128 Гц;

c) устройства цифровой записи (запись на цифровой носитель информации):

- минимальный диапазон частот — от 0 до 128 Гц.

В случае применения устройства цифровой записи или устройства с кодово-импульсной модуляцией необходимо для защиты от наложения спектров (переноса высокочастотной области спектра в низкочастотную область) использовать фильтр нижних частот[1)].

5.3 Точки измерений

Ускорение измеряют на полу транспортного средства и, в зависимости от целей испытаний, на поверхности контакта человека с сиденьем (а также, дополнительно, на поверхности контакта человека со спинкой сиденья). Поскольку результат измерений сильно зависит от того, где расположены точки измерений, измерения проводят в фиксированных местах:

- на полу — в центре тележки и, дополнительно, в центре вагона, а также, в зависимости от целей испытаний, на полу в вагонном тамбуре;
- в месте, предназначенном для сидения, — сверху и снизу сиденья в центре и, дополнительно, по обоим краям вагона.

Измерения в кабине машиниста проводят вблизи места установки сиденья.

Акселерометр закрепляют на полу как можно ближе (по возможности, на расстоянии, не превышающем 100 мм) к вертикальной проекции центра подушки сиденья, а при исследовании вибрации, которая воздействует на стоящего пассажира в местном транспорте, — на полу посадочной площадки.

В соответствии с конкретными задачами испытаний могут быть определены другие точки измерения вибрации.

5.4 Направления измерений

Система координат, связанная с телом человека, определена в ГОСТ 31191.1 (см. рисунок 1). Однако такая система координат не всегда удобна для применения на рельсовом транспорте. Поэтому для измерений на полу транспортного средства в ГОСТ 31191.4 установлена альтернативная система координат:

- ось *z* — направление вертикально вверх перпендикулярно к поверхности пола транспортного средства;
- ось *x* — направление вдоль транспортного средства в сторону его движения;
- ось *y* — направление поперек транспортного средства в правую сторону от его движения.

Примечание — В отношении угловой вибрации (относительно оси *x*) см. 4.3.

[1)] Обычно такие фильтры являются встроенными элементами устройства записи.

Система координат для измерений на поверхности сиденья установлена в ГОСТ 31317.2.

Измерения следует проводить по всем направлениям выбранной системы координат, которая должна быть зафиксирована в протоколе испытаний.

5.5 Крепление акселерометров

5.5.1 Измерения на полу

При установке акселерометров на полу руководствуются следующими требованиями:

a) акселерометр должен, насколько возможно, воспринимать ту же вибрацию, что и часть конструкции, на которую установлено сиденье;

b) на выходной сигнал акселерометра не должны оказывать влияние ни резонансы системы его крепления, ни локальные моды вибрации поверхности, на которую он установлен. Поэтому конструкция транспортного средства в месте установки акселерометра и устройство его крепления должны быть максимально жесткими.

Более подробные рекомендации, относящиеся к креплению акселерометров, даны в ГОСТ ИСО 5348.

5.5.2 Измерения на подушке и спинке сиденья

При измерениях вибрации на подушке и спинке сиденья руководствуются требованиями к установке акселерометров по ГОСТ 31317.2.

5.6 Продолжительность измерений

Продолжительность измерений составляет не менее 20 мин, причем весь период измерений разделяют на представительные участки длительностью 5 мин каждый.

6 Метод анализа

6.1 Общие положения

Вибрацию на рельсовом транспорте следует оценивать в соответствии с рекомендациями ГОСТ 31191.1 и ГОСТ 31191.4. В результате обработки измеренных сигналов вибрации должны быть получены среднеквадратичные значения корректированного ускорения. Кроме того, чтобы учесть случайную природу вибрации на рельсовом транспорте (см. 4.2), применяют статистический метод анализа всех среднеквадратичных значений корректированного ускорения, рассчитанных на интервале длительностью 5 с. Это позволяет принять в рассмотрение колебания на самых низких частотах и обеспечивает достаточную вариативность измерений.

Верхнюю границу анализа ограничивают частотой 80 Гц, если только предшествующими исследованиями не было показано существенное влияние частотных составляющих, лежащих выше этой границы.

6.2 Расчет среднеквадратичного значения корректированного ускорения

Для получения среднеквадратичного значения корректированного ускорения используют один из следующих методов.

- аналоговый;
- гибридный (аналого-цифровой);
- цифровой.

Суть каждого из этих методов показана блок-схемами на рисунках 2—4.

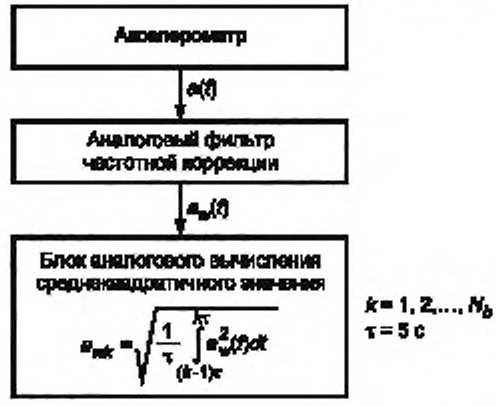


Рисунок 2 — Аналоговый метод расчета среднеквадратичного значения корректированного ускорения

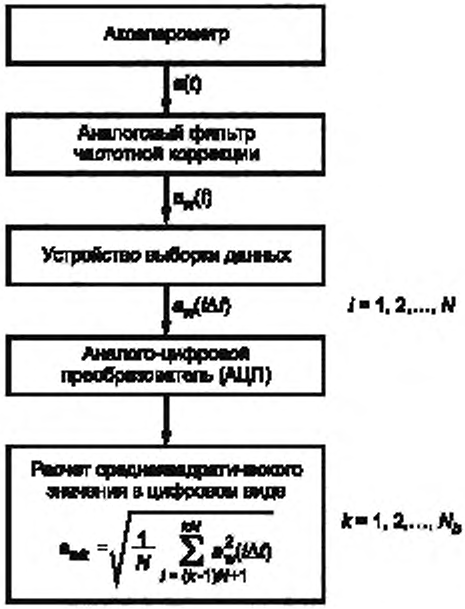


Рисунок 3 — Гибридный (аналого-цифровой) метод расчета среднеквадратичного значения корректированного ускорения

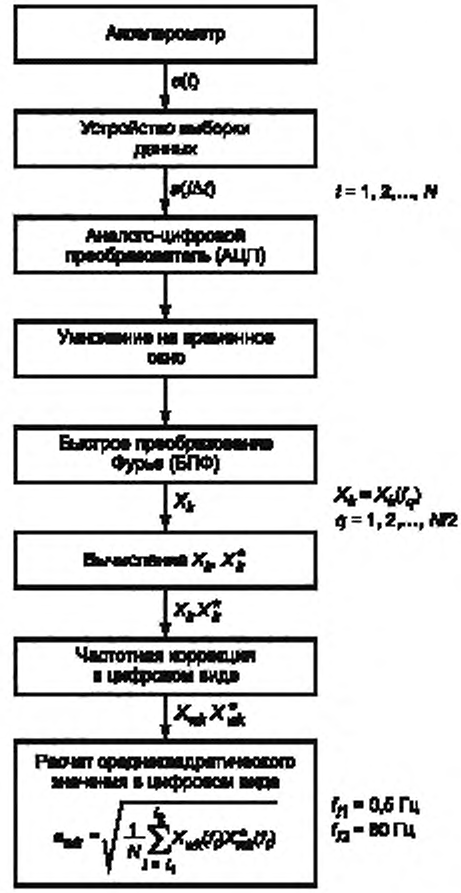


Рисунок 4 — Цифровой метод расчета среднеквадратичного значения корректированного ускорения

Цифровой метод может быть реализован также во временной области и включать в себя такую последовательность операций:

- запись сигнала записывающим устройством;
- формирование выборок;
- аналого-цифровое преобразование;
- применение цифрового фильтра, реализующего заданную функцию частотной коррекции;
- вычисление среднеквадратичного значения корректированного ускорения.

6.3 Метод статистического анализа

Данные, позволяющие оценить степень комфорта пассажиров и бригады транспортного средства, получают на основе нескольких статистических параметров: среднего значения по всем среднеквадратичным значениям и квантилям распределения среднеквадратичного значения (например, уровня 0,95 или 0,99) корректированного ускорения. Для определения этих статистических параметров используют гистограмму распределения среднеквадратичного значения корректированного ускорения a_w.

Гистограмму распределения $h(m)$ и полигон кумулятивных частот $h_c(m)$ (см. примеры на рисунках 5 и 6 соответственно) строят по формулам:

$$h(m) = n(m)/n_T; \quad (1)$$

$$h_c(m) = \sum_{i=0}^{m} h(i), \tag{2}$$

где m — целая часть числа $a_w(m)/b$.

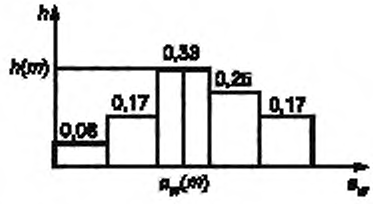


Рисунок 5 — Пример гистограммы распределения $h(m)$

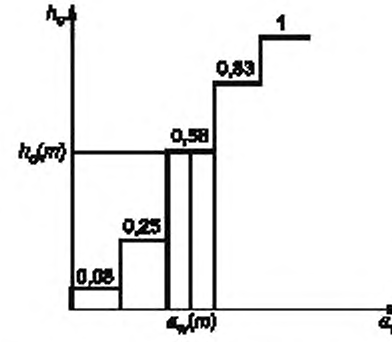


Рисунок 6 — Пример полигона кумулятивных частот $h_c(m)$

7 Протокол испытаний

7.1 Общие положения

Полученные результаты должны быть представлены в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 8002. Кроме того, в протоколе испытаний должна быть отражена информация, содержащаяся в настоящем разделе. Пример протокола испытаний приведен в приложении А.

7.2 Основание и цель испытаний

В протоколе испытаний дают ссылку на стандарт, в соответствии с которым проведены испытания, и указывают цель испытаний (например, оценка степени комфорта, оценка вибрационной активности транспортного средства).

7.3 Метод оценивания

В протоколе указывают диапазон частот измерений, используемую функцию частотной коррекции, точки и направления измерений, а также средства измерений, примененные во время испытаний. Должны быть отражены характерные особенности используемого метода (например, число испытаний).

7.4 Условия испытаний

В протоколе представляют следующую информацию, касающуюся условий испытаний:

a) описание транспортного средства с указанием всех особенностей, которые могут влиять на результаты измерений вибрации, в частности:

- вид транспортного средства (пассажирский вагон, автомотриса, локомотив и т. д.),
- тип транспортного средства (плацкартный вагон, купейный вагон и т. д.),
- характер нагрузки (пустой вагон, вагон с номинальной загрузкой и т. д.),
- особенности конструкции (материал, тип подвески, тип тележки, набег в километрах на колесную пару после профилирования и т. д.);

b) описание сиденья:

- вид (отдельное, многоместное и т. д.),
- покрытие (ткань, искусственная кожа и т. д.),
- особенности (подлокотники, подголовники, подставка для ног, раскладывающийся столик, с наклоном спинки сиденья и т. д.),
- расположение (в ряд, лицом к лицу), положение и ориентация внутри транспортного средства;

c) описание пассажира:

- рост и масса пассажира (если измерения проведены на подушке и спинке сиденья),
- возраст и пол (при необходимости);

d) описание рельсового пути:

- участок маршрута, на котором были проведены измерения, и его географическое положение (включая указатели расстояния),
- тип (ширина колеи, конструкция шпал, рельсовые опоры, профиль рельсов),
- качество пути,
- особенности (радиус закругления, переезды, стрелки и т. д.);

e) скорость движения транспортного средства в процессе испытаний.

7.5 Измерительный тракт

Измерительный тракт должен быть описан в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 8002.

7.6 Результаты измерений

a) анализ спектра вибрации:

- должен быть представлен спектр вибрации в разных точках на подушке и (или) спинке сиденья и на полу транспортного средства;

b) статистический анализ:

- приводят следующие статистические характеристики, полученные на основе измерений среднеквадратичного значения корректированного ускорения:

1) гистограмму и полигон кумулятивных частот,

2) интервал класса и число классов распределения,

3) другие параметры выборочного распределения среднеквадратичного значения корректированного ускорения (среднее значение, максимальное значение, стандартное отклонение, квантили уровня 0,95 и 0,99 и пр.).

Приложение А
(справочное)

Пример протокола испытаний

А.1 Цель испытаний

Оценка степени комфорта пассажиров в общем вагоне VVV.

А.2 Метод оценивания

Измерения проведены в соответствии с ГОСТ 31248.

Вибрацию измеряли на полу (в направлениях осей *x*, *y* и *z* системы координат, связанной с полом), на подушке сиденья (в направлениях осей *x*, *y* и *z* системы координат, связанной с подушкой сиденья) и спинке сиденья (в направлении оси *x* системы координат, связанной со спинкой сиденья).

Измерения проводили на участке пути А — В, путь 1, в двух зонах:

- между путевыми отметками АААА и ВВВВ (зона 1);
- между путевыми отметками ВВВВ и СССС (зона 2).

Испытания были повторены два раза.

А.3 Условия испытаний

А.3.1 Описание транспортного средства

Вагон VVV типа A10rtu.

Вагон пустой, в рабочем состоянии.

Пройденный километраж: между 210 000 и 320 000 км.

Профиль колеса. UIC S 1002.

Тележка YYY.

Испытуемый вагон являлся третьим в составе поезда из семи вагонов.

А.3.2 Описание сиденья

Отдельное сиденье с раздельными подлокотниками.

Тканевое покрытие.

Одно сиденье находилось в середине вагона, другое — в его конце.

А.3.3 Пассажиры

Пассажир 1 (сиденье в середине вагона):
Рост: 1,72 м Масса: 72 кг
Возраст: 52 года Пол: мужской
Пассажир 2 (сиденье в конце вагона):
Рост: 1,76 м Масса: 77 кг
Возраст: 40 лет Пол: мужской

А.3.4 Путь

Основные характеристики пути представлены в таблице А.1.

Таблица А.1 — Основные характеристики пути

Зона 1: от АААА до ВВВВ (30 км)		
Средняя ширина колеи	Прямой участок:	1437 мм
	Закругления:	1450 мм
Уровень (текущие значения)	Прямой участок.	3 мм
	Закругления:	3 мм
Изменения стрелы изгиба (для хорды 10 м)	Прямой участок.	± 2,5 мм
	Закругления:	± 2,5 мм
Радиусы закруглений	Средний: Средний подъем виража[1]:	2000 м 65 мм
	Минимальный: Максимальный подъем виража:	685 м 160 мм
Тип рельсов	Цельносварные UIC 50	
Скорость движения	120 км/ч	

Окончание таблицы А.1

Зона 2: от BBBB до CCCC (150 км)		
Средняя ширина колеи	Прямой участок:	1442 мм
	Закругления:	1450 мм
Уровень (текущие значения)	Прямой участок:	4 мм
	Закругления:	3 мм
Изменения стрелы изгиба (для хорды 10 м)	Прямой участок:	± 3 мм
	Закругления:	± 3 мм
Радиусы закруглений	Средний. Средний подъем виража[1]:	1500 м 105 мм
	Минимальный: Максимальный подъем виража:	885 м 160 мм
Тип рельсов	Цельносварные UIC 60	
Скорость движения	140 км/ч	

[1] При известной ширине колеи подъем виража может быть выражен через угол наклона.

А.4 Измерительный тракт

А.4.1 Акселерометры

Изготовитель: Фирма X
Тип. A1B2
Диапазон измерений: 50 м/с^2
Диапазон частот: 0,1—300 Гц
Нелинейность: < 1 %
Коэффициент поперечного преобразования: 3 %
Чувствительность к постоянной температуре: < 2 %
Чувствительность к изменению температуры: 0,05 %/°C

А.4.2 Фильтры

Характеристики используемых фильтров (полосового и весового) соответствуют требованиям ГОСТ 31191.1.
Допуск на значения частотной характеристики:
- общий допуск в пределах диапазона частот измерений: ± 0,5 дБ;
- ослабление на удалении 1 октавы от диапазона измерений: 36 дБ/октава

А.4.3 Измерительный магнитофон

Изготовитель: Фирма Y
Тип. Устройство записи с частотной модуляцией C3D4
Диапазон частот: 0—1250 Гц
Частота среза: 1250 Гц (по уровню минус 0,5 дБ)

Блок-схемы трактов записи и обработки сигнала изображены на рисунке А.1.



Рисунок А.1 — Блок-схемы трактов записи и обработки сигнала

А.5 Характеристики вибрации

А.5.1 Измеренные величины

Рассчитаны спектры сигналов вибрации длительностью 5 с, спектральная плотность мощности для сигнала вибрации на интервале 5 мин, а также распределение среднеквадратичных значений корректированного ускорения, каждое из которых получено по измерениям вибрации на интервале длительностью 5 мин.

А.5.2 Анализ спектра вибрации

На рисунке А.2 показаны спектральные плотности мощности сигналов вибрации, записанных в точках на подушке и спинке сиденья, после прохождения ими корректирующих фильтров, частотные характеристики которых соответствуют требованиям ГОСТ 31191.1. Для измерений ускорения в вертикальном направлении была использована функция частотной коррекции W_k.

На рисунке А.3 показана спектральная плотность мощности сигнала, записанного в точке на полу вагона после прохождения полосового фильтра, но без использования частотной коррекции.

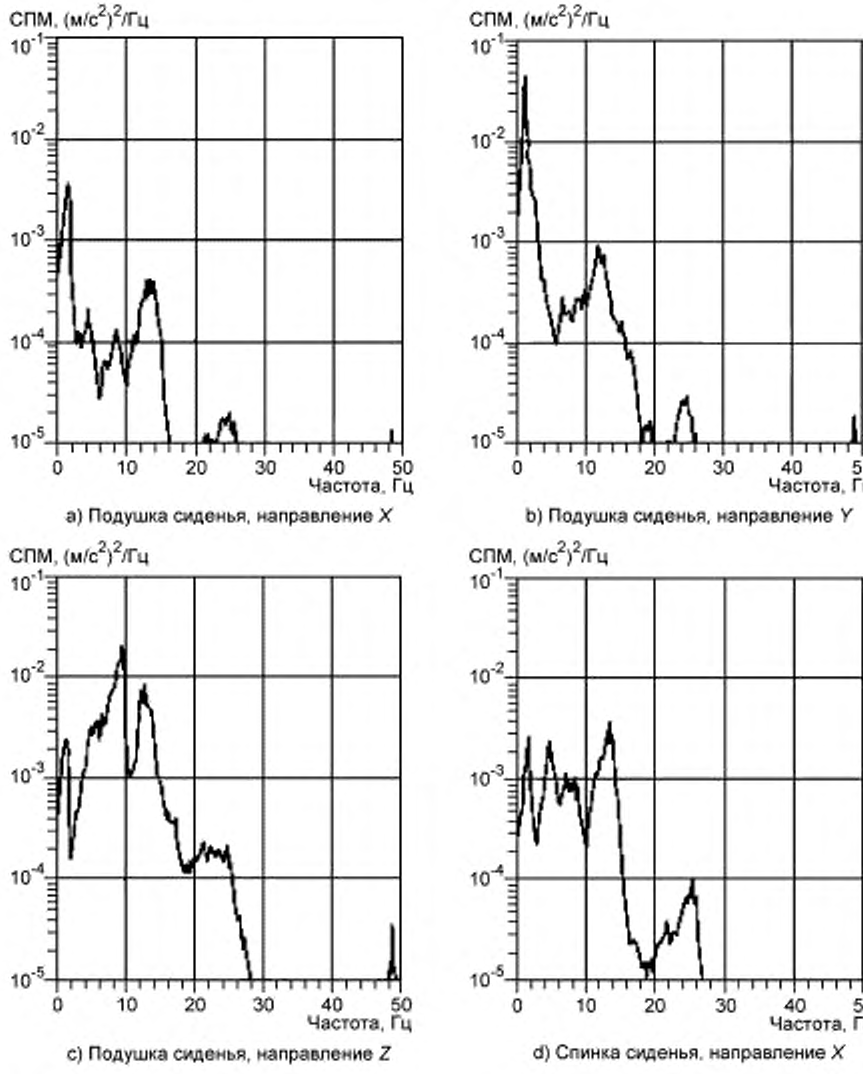


Рисунок А.2 — Спектральные плотности мощности (СПМ) корректированного сигнала ускорения на подушке и спинке сиденья, полученные по результатам измерений в зоне 1

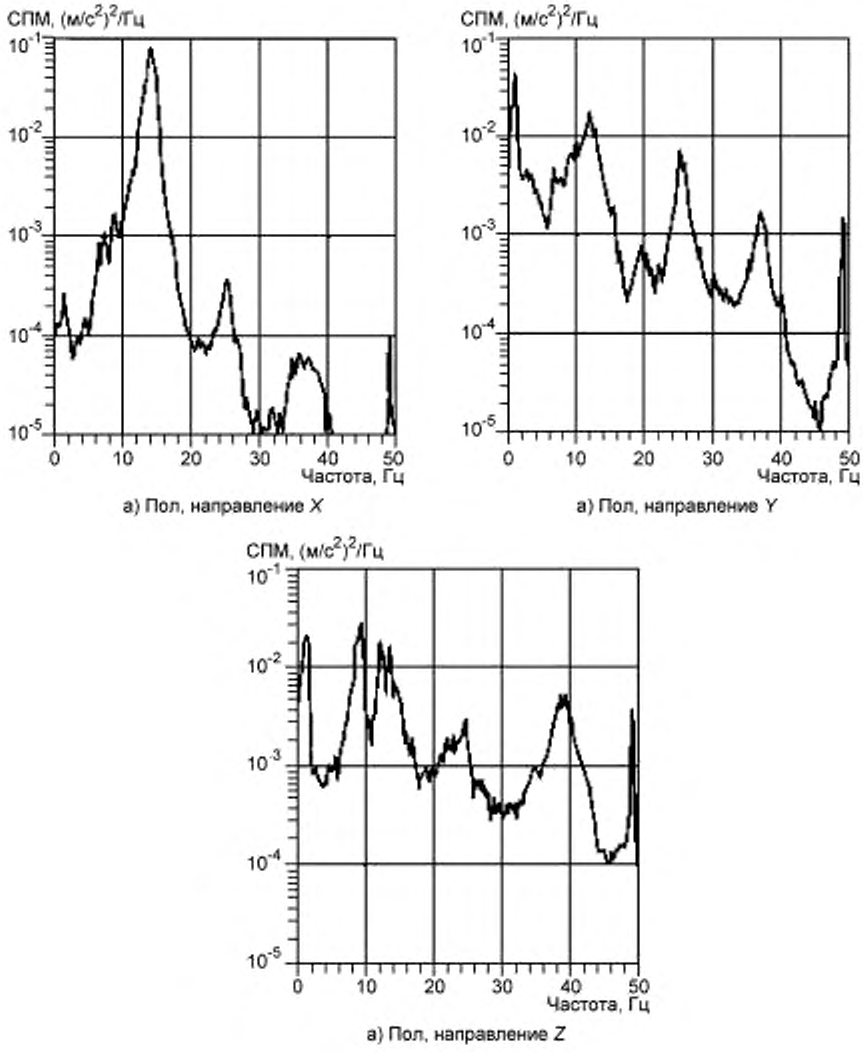


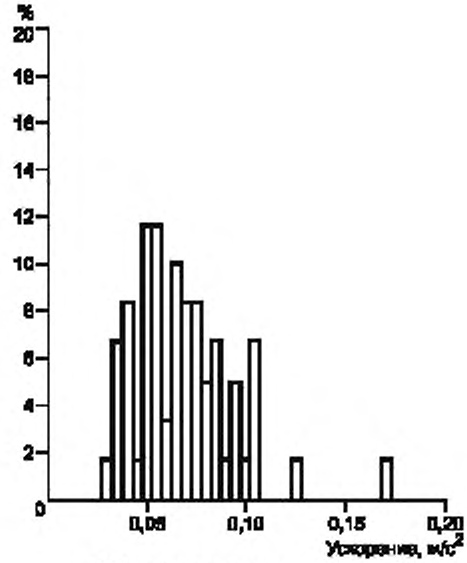
Рисунок А.3 — Спектральные плотности мощности (СПМ) корректированного сигнала ускорения на уровне пола, полученные по результатам измерений в зоне 1

А.5.3 Статистический анализ

На рисунке А.4 показаны гистограммы распределения среднеквадратичных значений корректированного ускорения (время интегрирования — 5 мин) на подушке и спинке сиденья, полученных с использованием функций частотной коррекции в соответствии с ГОСТ 31191.1. Для измерений ускорения в вертикальном направлении была использована функция частотной коррекции W_k.

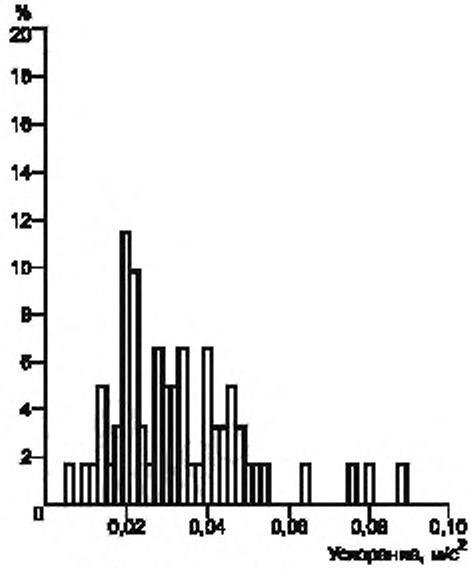
На рисунке А.5 показаны полигоны кумулятивных частот для тех же самых среднеквадратичных значений ускорения.

Число измерений:	60
Минимальное значение:	0,027 м/с^2
Максимальное значение:	0,172 м/с^2
Значения квантилей распределения	
0,50:	0,062 м/с^2
0,95:	0,1039 м/с^2
Стандартное отклонение.	0,025 м/с^2
Интервал класса распределения.	0,005 м/с^2



a) Подушка сиденья, направление X

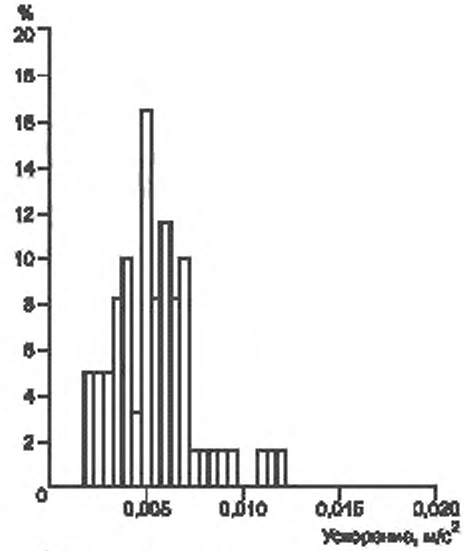
Число измерений.	60
Минимальное значение:	0,005 м/с^2
Максимальное значение:	0,089 м/с^2
Значения квантилей распределения	
0,50:	0,029 м/с^2
0,95:	0,059 м/с^2
Стандартное отклонение:	0,016 м/с^2
Интервал класса распределения.	0,002 м/с^2



b) Подушка сиденья, направление Y

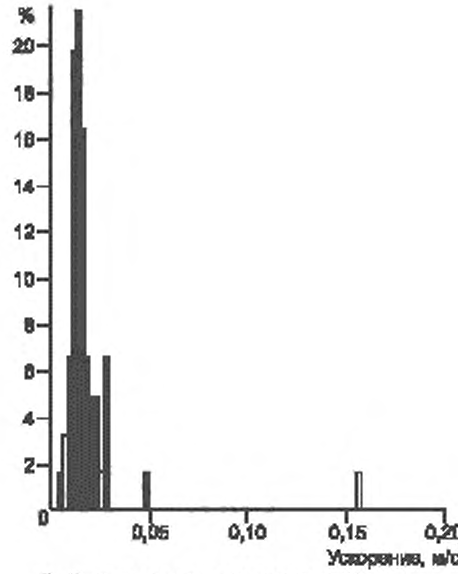
Рисунок А.4 — Гистограммы распределения среднеквадратичного значения ускорения на интервале измерения 5 мин, лист 1

Число измерений: 60
Минимальное значение: 0,002 м/с^2
Максимальное значение: 0,012 м/с^2
Значения квантилей распределения
0,500: 0,005 м/с^2
0,95: 0,010 м/с^2
Стандартное отклонение: 0,002 м/с^2
Интервал класса распределения: 0,0005 м/с^2



c) Подушка сиденья, направление *Z*

Число измерений: 60
Минимальное значение: 0,002 м/с^2
Максимальное значение: 0,162 м/с^2
Значения квантилей распределения
0,50. 0,013 м/с^2
0,95: 0,026 м/с^2
Стандартное отклонение: 0,020 м/с^2
Интервал класса распределения: 0,002 м/с^2



d) Спинка сиденья, направление *X*

Рисунок А.4, лист 2

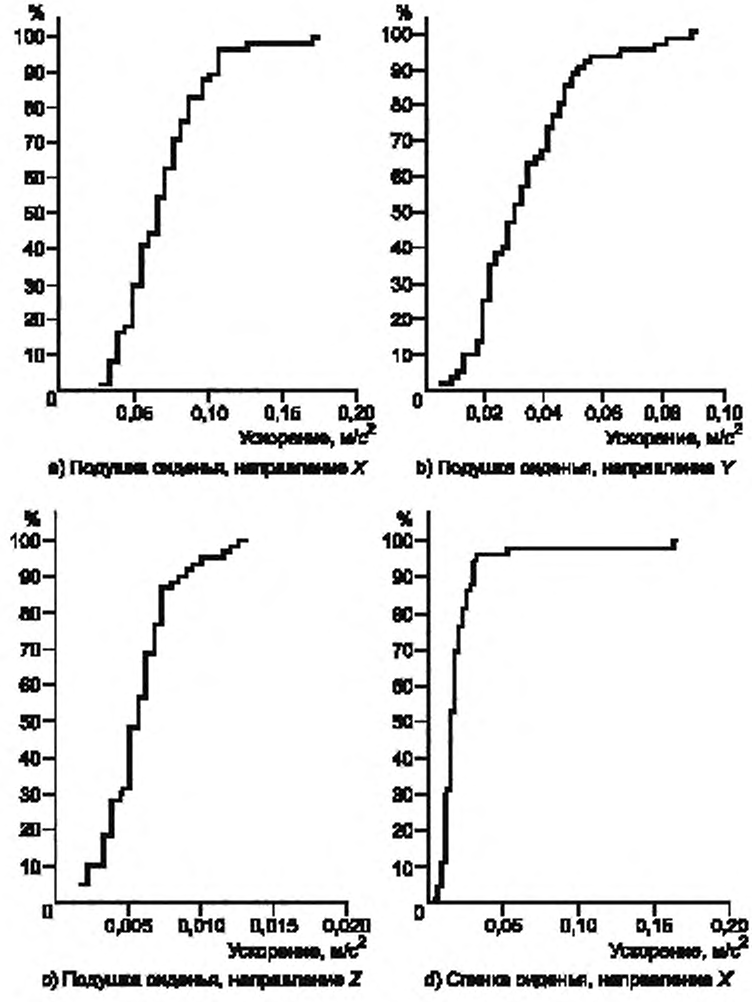


Рисунок А.5 — Полигоны кумулятивных частот распределения среднеквадратичного значения ускорения на интервале измерения 5 мин

Библиография

[1] ИСО 3534-1:1993 Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Вероятность и основные статистические термины
(ISO 3534-1:1993) (Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: Probability and general statistical terms)

УДК 534.322.3.08:006.354 МКС 13.160 45.060.01 Т34

Ключевые слова: вибрация, рельсовый транспорт, комфорт, функция частотной коррекции, измерения, испытания

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 24.03.2008. Подписано в печать 11.04.2008. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 1,90. Тираж 276 экз. Зак. 335.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru