ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56066— 2014

БЕЗОПАСНОСТЬ АТТРАКЦИОНОВ

Методы измерения ускорений, действующих на пассажиров аттракционов

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Мир-Дизайн»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 427 «Аттракционы и другие устройства для развлечений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 09 июля 2014 г. № 717-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БЕЗОПАСНОСТЬ АТТРАКЦИОНОВ

Методы измерения ускорений, действующих на пассажиров аттракционов

Safety of amusement rides.
Methods of measuring the acceleration acting on the passenger rides

Дата введения — 2015—06—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования и рекомендации по методам измерения линейных ускорений длительностью 0,2 с и более, действующих на пассажиров механизированных аттракционов.

1.2 Общие положения настоящего стандарта содержат требования к средствам измерений, описание процедур проведения измерений в соответствии с ГОСТ Р 8.563, а также рекомендации по отчетной документации по результатам измерений.

1.3 Настоящий стандарт может быть использован для измерения ускорений некоторых немеханизированных водных аттракционов (например, водных спусков).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 8.563–2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 8.596–2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

ГОСТ Р 8.669–2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихретоковыми вибропреобразователями. Методика поверки

ГОСТ Р 8.736–2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

ГОСТ Р 53130–2008 Безопасность аттракционов. Общие требования

ГОСТ 24346–80 Вибрация. Термины и определения

ГОСТ 24347–80 Вибрация. Обозначения и единицы величин

ГОСТ ИСО 5348–2002 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров

ГОСТ ИСО/МЭК 17025–2009 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 53130, ГОСТ 24346, ГОСТ 24347, а также следующие термины с соответствующими определениями:

Издание официальное

3.1 **первичный преобразователь**: Измерительный преобразователь, на который непосредственно воздействует измеряемая физическая величина, предназначенный для преобразования механических колебаний в электрический сигнал.

3.2 **канал данных**: Измерительный канал измерительной системы, конструктивно или функционально выделяемая часть измерительной системы, выполняющая законченную функцию от восприятия измеряемой величины до получения результата ее измерений, выражаемого числом или соответствующим ему кодом, или до получения аналогового сигнала, один из параметров которого – функция измеряемой величины.

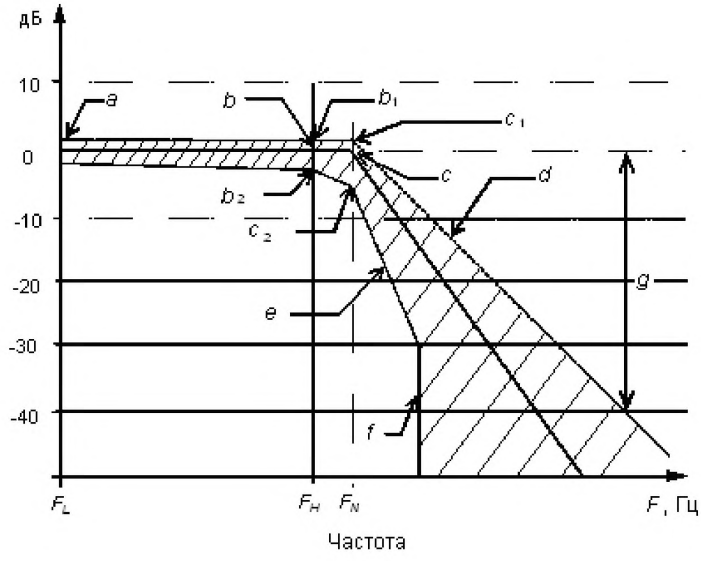
3.3 **амплитудный класс канала**; АКК: Численное значение для канала данных, соответствующее определенным характеристикам амплитуды измеряемого ускорения. АКК численно равен верхнему пределу диапазона измерений ускорения, выраженному в единицах g ($1g = 9{,}81$ м/с^2).

3.4 **класс частот канала**; КЧК: Численное значение для канала данных, определенное соответствующими параметрами амплитудно-частотных характеристик канала данных по [1], указанными на рисунке 1, где:

F_L – нижняя граница полосы пропускания (Гц), всегда равна 0,0 Гц.

F_H – верхняя граница полосы пропускания (Гц), численно равна КЧК.

F_N – частота излома амплитудно-частотной характеристики(Гц), всегда равна или больше, чем $1{,}667F_H$.



Ось F – логарифмическая шкала.

Ось дБ = 20lg (калибровочный коэффициент / коэффициент чувствительности).

$a = \pm 0{,}5$ дБ; $b = 0$; $b_1 = \pm 0{,}5$ дБ; $b_2 = -1$ дБ; $c_1 = \pm 0{,}5$ дБ; $c_2 = -4$ дБ; $d = -0{,}5$ дБ/октаву; $e = -24$ дБ/октаву; $f = -\infty$ дБ; $g = -40$ дБ.

Рисунок 1 – Условное изображение обобщенной амплитудно-частотной характеристики измерительного канала

3.5 **коэффициент чувствительности**: Действительное значение коэффициента преобразования канала данных, определенное на базовой частоте в соответствии с ГОСТ Р 8.669.

3.6 **калибровочные коэффициенты канала данных**: Значения коэффициентов чувствительности канала данных, определенных по частотам, равномерно расположенным на логарифмической шкале между F_L и $F_N/2{,}5$.

3.7 **линейная ошибка**: Основная приведенная погрешность амплитудной характеристики канала данных, определенная в соответствии с ГОСТ Р 8.669 при поверке измерительных каналов измерительной системы (в процентах), в диапазоне амплитуд, соответствующих амплитудному классу канала (АКК).

3.8 **поперечная чувствительность**: Относительный коэффициент поперечного преобразования первичного преобразователя (в процентах), определенный при поверке в соответствии с ГОСТ Р 8.669.

3.9 **система координат**: Прямоугольная трехосная система координат с пересечением в начале координат; положительные направления осей определяются правилом правой руки.

3.9.1 **измерительная система координат**: Система координат, которая определяет оси координат и правило знаков для записи(ей) экспериментальных данных.

3.9.2 **система координат, связанная с пассажиром**: Система координат, зафиксированная относительно туловища человека и сориентированная, как показано на рисунке 2.

3.9.3 **система координат, связанная с пассажирским модулем**: Система координат, зафиксированная относительно пассажирского модуля проверяемого аттракциона.

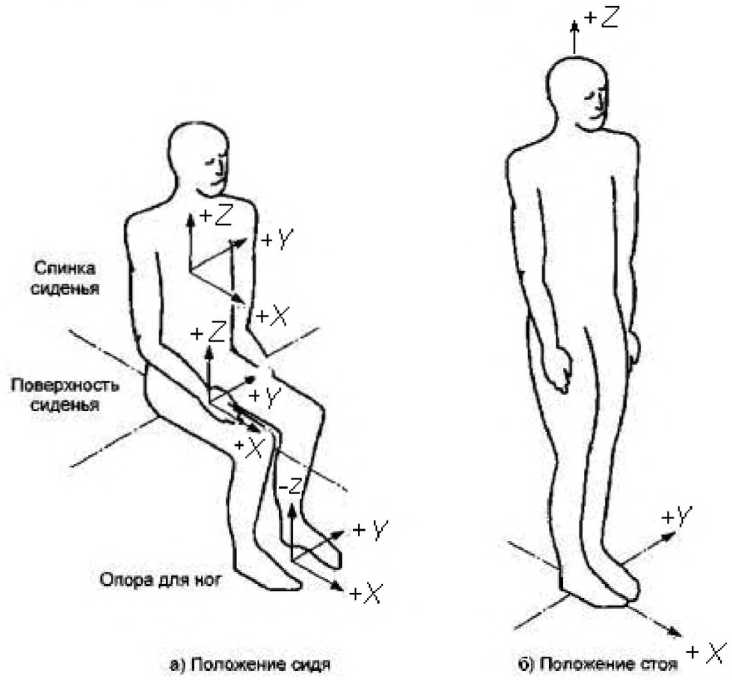


Рисунок 2 – Система координат, связанная с пассажиром

3.10 **время свободного движения**: Период времени в течение цикла работы аттракциона, когда движение пассажирских модулей аттракциона осуществляется без добавления энергии.

3.11 **окружающие условия проведения измерений**: Совокупность на момент проведения измерений внешних условий и влияний, которым подвержен канал данных (температура и влажность окружающего воздуха, атмосферное давление).

3.12 **отчетная документация**: Полный пакет документов, касающийся измерения ускорений, проводимого в соответствии с настоящим стандартом, который включает в себя, но не ограничивается только этим: запись (записи) экспериментальных данных, описание применяемых средств измерений и их технических характеристик, методику проведения измерений, а также информацию, которая приведена в приложении В настоящего стандарта.

4 Требования к средствам измерений

4.1 Все средства измерений, используемые для измерения ускорений и регистрации ускорений, должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений.

4.2 Требования к характеристикам средств измерений приведены в приложении А.

4.3 Требования к программному обеспечению канала данных приведены в приложении Б.

5 Размещение и крепление первичных преобразователей

5.1 Первичные преобразователи (далее – преобразователи) должны быть жестко закреплены на объекте исследования с целью сведения до минимума влияния вибраций на их записи (см. ГОСТ ИСО 5348).

5.2 Преобразователи следует монтировать таким образом, чтобы первоначальный угол между действительной осью измерения и соответствующей осью системы не превышал 5°. Если это требование не выполнимо, то проводят аналитическую или экспериментальную оценку влияния установки на собранную информацию.

5.3 В том, случае когда в одной точке должны быть измерены многоосные ускорения, ось каждого преобразователя должна проходить не более чем в 20 мм от этой точки, а центр массы каждого преобразователя не должен находиться далее 60 мм от этой точки. Ось каждого преобразователя должна быть расположена в пределах 1° относительно оси, которая ортогональна по отношению к осям других преобразователей.

5.4 Размещение преобразователя

5.4.1 Пассажиры – взрослые

5.4.1.1 Для аттракциона, где пассажиры находятся в положении сидя, центр массы преобразователя (или точка центра масс в случае использования нескольких преобразователей) должен быть расположен на расстоянии (600 ± 50) мм над уровнем плоскости сиденья кресла и на расстоянии от (100 ± 30) мм перед спинкой кресла, контактирующей с туловищем, или, в случае отсутствия таковой, перед плоскостью, приближенно расположенной вдоль спины посетителя.

5.4.1.2 Для аттракциона, где пассажиры находятся в положении стоя, центр массы преобразователя (или точка центра масс в случае использования нескольких преобразователей) должен быть расположен на расстоянии (1200 ± 50) мм над уровнем пола и на расстоянии (100 ± 30) мм перед спинкой кресла, контактирующей с туловищем, или, в случае отсутствия таковой, перед плоскостью, приближенно расположенной вдоль спины посетителя.

5.4.1.3 Для аттракциона, где пассажиры находятся в положении лежа (на спине или животе), центр массы преобразователя (или точка масс в случае использования нескольких преобразователей) должен быть расположен на расстоянии (100 ± 30) мм над поверхностью, контактирующей с туловищем или грудной клеткой, или, в случае отсутствия таковой, над плоскостью, приближенно расположенной вдоль спины посетителя; и на расстоянии (1200 ± 50) мм от (по направлению положительной оси *Z* системы координат посетителя) поверхности, контактирующей со ступнями ног, или, в случае отсутствия таковой, от плоскости, приближенно расположенной вдоль подошвенной области ног.

5.4.2 Пассажиры – дети

5.4.2.1 Для аттракциона, где пассажиры находятся в положении сидя, центр массы преобразователя (или точка центра масс в случае использования нескольких преобразователей) должен быть расположен на расстоянии (500 ± 50) мм над уровнем плоскости сиденья кресла и на расстоянии (50 ± 20) мм перед спинкой кресла, контактирующей с туловищем, или, в случае отсутствия таковой, перед плоскостью, приближенно расположенной вдоль спины посетителя.

5.4.2.2 Для аттракциона, где пассажиры находятся в положении стоя, центр массы преобразователя (или точка центра масс в случае использования нескольких преобразователей) должен быть расположен на расстоянии (760 ± 50) мм над уровнем пола и на расстоянии (50 ± 20) мм перед спинкой кресла, контактирующей с туловищем, или, в случае отсутствия таковой, перед плоскостью, приближенно расположенной вдоль спины посетителя.

5.4.3 Для аттракциона, где пассажиры находятся в положении лежа (на спине или животе) центр масс (или точка центра масс в случае использования нескольких преобразователей) должен быть расположен на расстоянии (50 ± 20) мм над поверхностью, контактирующей с туловищем или грудной клеткой, или, в случае отсутствия таковой, над плоскостью, приближенно расположенной вдоль спины посетителя; и на расстоянии (760 ± 50) мм (по направлению положительной оси *Z* системы координат посетителя) от поверхности, контактирующей со ступнями ног или, в случае отсутствия такой поверхности, от плоскости, приближенно расположенной вдоль подошвенной области ног.

6 Методика измерения ускорений

Измерения ускорений должны выполняться испытательными лабораториями, аккредитованными в установленном порядке. Требования к испытательным лабораториям – в соответствии с ГОСТ ИСО/МЭК 17025.

6.1 Испытания с балластным грузом

6.1.1 Аттракционы, на которых разрешена поездка взрослым пассажирам, должны пройти проверку с балластным грузом, массой 75 кг. Балластный груз должен быть установлен и соответствующим образом закреплен на месте каждого пассажира.

6.1.2 Аттракционы, которые предназначены только для детей, должны пройти проверку с балластным грузом массой 45 кг. Балластный груз должен быть установлен на месте каждого пассажира.

6.2 Ускорения измеряют по трем взаимно-перпендикулярным осям (*X*, *Y*, *Z*).

6.3 Каждый из трех каналов данных ускорений должен соответствовать классу частот КЧК 10.

6.4 Номинальное значение предела шкалы канала данных должно составлять 10 *g* (98,1 м/с^2), при диапазоне канала данных ± 10 *g*, с минимальным разрешением 0,05 *g* (0,49 м/с^2).

6.5 При проверке номинальных динамических характеристик аттракционов, характеристики которых изменяются в зависимости от рабочей температуры, необходимо, чтобы аттракцион или устройство совершили минимум три полных цикла до начала снятия показаний. Кроме того, в случае использования аттракционов, работающих под действием гравитации, (например катальные горы), аттракционы должны работать до начала измерений, пока разница времени свободного движения в каждом цикле работы аттракциона не будет превышать 5 % перед началом сбора данных.

6.6 Для измерения ускорений на водных спусках, в которых не используются пассажирские модули, может быть использован антропометрический манекен с закрепленными внутри него первичными преобразователями и другими элементами каналов данных. Антропометрический манекен должен быть помещен в водонепроницаемый чехол. В зависимости от положения пассажиров при катании на каждом конкретном аттракционе, размещение первичных преобразователей внутри манекена должно быть выполнено в соответствии с 5.4.1.1 или 5.4.1.3 настоящего стандарта.

6.7 Любое отклонение (отклонения) от положений настоящей методики при измерении ускорений должно быть зафиксировано в отчетной документации, для того чтобы полностью объяснить конкретное отклонение (отклонения).

6.8 В случае если не представляется возможным непосредственно установить преобразователь на конструкцию пассажирского модуля в соответствии с требованиями 5.4, допускается применение специальных приспособлений, конструкция которых должна быть описана в отчетной документации. Применение этих приспособлений должно быть утверждено/согласовано разработчиком аттракциона, а при его отсутствии компетентным лицом.

6.9 Условия проведения измерений (допустимая температура, влажность, скорость ветра и т. п.) должны быть указаны в нормативной документации на аттракцион, а при отсутствии данных должны быть утверждены/согласованы разработчиком аттракциона, а при его отсутствии – компетентным лицом.

6.10 По окончании работ по измерению ускорений должна быть оформлена отчетная документация. Требования к отчетной документации приведены в приложении В.

Приложение А
(обязательное)

Требования к характеристикам средств измерений

Все применяемые средства измерения должны быть поверены в соответствии с ГОСТ Р 8.596 и иметь действующие свидетельства о поверке.

А.1 Точностные характеристики канала данных (виброметра)

А.1.1 Статические

Допускаемая приведенная погрешность ± 5 % (± 0,6 дБ)

Формы нормирования погрешности и составляющие погрешности:

максимальная погрешность единичного измерения – не более ± 5 %.

А.1.2 Динамические

Основная приведенная погрешность амплитудной характеристики канала данных («линейная ошибка») – не более ± 2,5 %.

А.1.3 Дополнительные

- относительный коэффициент поперечного преобразования («поперечная чувствительность» по [1]): не более ± 5 %;

- для обеспечения достаточной точности при обработке информации разрядность аналого-цифрового преобразования должна составлять не менее 12 бит, включая знак. Наименее значимый бит должен составлять величину не менее 0,2 % класса амплитуд канала данных.

А.2 Требования к каналу данных

А.2.1 Получаемые аналоговые данные с каждого первичного измерительного преобразователя должны фильтроваться аналоговым фильтром с частотой среза, соответствующей КЧК 10.

А.2.2 Минимальная частота дискретизации должна составлять $F_Д = 10F_H$ (Гц). Для КЧК 10 $F_Д$ =100 Гц.

А.2.3 Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) канала данных должны соответствовать рисунку 1 для каждого выбранного класса частот канала (КЧК). В таблице А.1 приведены параметры АЧХ для КЧК 10.

Таблица А.1

Класс частот	F_L, Гц	F_H, Гц	F_N, Гц	a, дБ	b_1,	b_2, дБ	c_1, дБ	c_2, дБ	d, дБ	e, дБ/окт	f, дБ/окт	g, дБ
«10»	0,0	10	16,7	±0,5	+0,5	–1	+0,5	4	–0,5	–24	∞	–40

А.3 Точностные характеристики средств измерений массы

Допускаемая погрешность средств измерения массы – не более ± 5 %.

А.4 Точностные характеристики средств измерений углов.

Допускаемая погрешность средств измерения углов – не более ± 0,5°.

А.5 Точностные характеристики средств измерений линейных размеров

Допускаемая погрешность средств измерения линейных размеров – не более ± 1 мм.

Приложение Б
(обязательное)

Требования к программному обеспечению

Б.1 Цифровая фильтрация зарегистрированных данных может быть выполнена во время обработки данных и должна выполняться только один раз. Частота среза $F_{ср}$ применяемого цифрового фильтра должна соответствовать 5 Гц. В качестве цифровых фильтров могут быть применены преобразование Фурье или четырехполюсный бесфазный цифровой фильтр Баттерворта.

Б.2 В качестве цифрового фильтра рекомендуется применять алгоритм прямого и обратного преобразования Фурье с отсечением шумовой составляющей верхних частот спектра ускорения:

Прямое преобразование:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N} kn}, \quad k = 0, \ldots, N-1.$$

Обратное преобразование:

$$X_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x_k e^{\frac{2\pi i}{N} kn}, \quad n = 0, \ldots, N-1,$$

где N – число значений сигнала, измеренных за период, а также число компонентов разложения;

x_n, (n = 0, …, N – 1) – измеренные значения сигнала (в дискретных временных точках с номерами n = 0, …, N – 1, которые являются входными данными для прямого преобразования и выходными для обратного;

x_k, (k = 0, …, N – 1) – N комплексных амплитуд синусоидальных сигналов, слагающих исходный сигнал; являются выходными данными для прямого преобразования и входными для обратного;

$\frac{|x_k|}{N}$ – обычная (вещественная) амплитуда k-го синусоидального сигнала;

arg(x_k) – фаза k-го синусоидального сигнала (аргумент комплексного числа);

k – индекс частоты. Частота k-го сигнала равна k/T, где T – период времени, в течение которого брались входные данные.

Б.3 Алгоритм цифрового бесфазового фильтра Баттерворта 4 порядка реализуется путем повторного прохода через фильтр Баттерворта 2 порядка отфильтрованных данных. Алгоритм фильтра Баттерворта 2 порядка определяется разностным уравнением

$$Y[t] = a_0 X[t] + a_1 X[t-1] + a_2 X[t-2] + b_1 Y[t-1] + b_2 Y[t-2], \qquad (Б.1)$$

где $Y[t]$ – поток отфильтрованных данных;

$X[t]$ – поток исходных данных;

t – текущее время;

a_0, a_1, b_0, b_1, W_d, W_a – константы, зависящие от класса частот канала и определяемые следующими выражениями:

W_d = 2π (КЧК) 2,0775,

W_a = sin·(W_d · T/2) / cos·(W_d · T/2),

$$a_0 = W_a^2/(1{,}0 + \sqrt{2W_a + W_a^2}),$$

a_1=2a_0,

a_2 = a_0,

$$b_1 = -2(W_a^2 - 1)/(1 + \sqrt{2W_a + W_a^2}),$$

$$b_2 = (-1 + \sqrt{2W_a - W_a^2})/(1 + \sqrt{2W_a + W_a^2});$$

T – период выборки;

КЧК = 10 – для класса частоты канала 10.

Приложение В
(справочное)

Требования к отчетной документации

Отчетная документация должна включать в себя следующее:

В.1 Общая информация по измерению ускорений, включая, но не ограничиваясь только этим: наименование владельца аттракциона (юридическое лицо или индивидуальный предприниматель), наименование аттракциона, серийный номер и место установки; дату изготовления и ввода в эксплуатацию аттракциона; наименование организации, проводившей измерение ускорений; дату и время проведения измерения ускорений; фамилию, имя, отчество и должность специалиста, проводившего измерения.

В.2 Запись текущих условий окружающей среды в период проведения измерений, оказывающих влияние на работу аттракциона, таких как температура, влажность, давление воздуха, направление и скорость ветра.

В.3 Запись (записи) зарегистрированных данных в графическом, табличном виде и на электронных носителях (компакт-диски, флэш-память и др.). Результаты измерений должны быть обработаны в соответствии с ГОСТ Р 8.736.

В.4 Цифровой носитель, содержащий информацию в виде файлов о зарегистрированных данных в ходе проведенного измерения. Файл данных должен содержать описание формата сохраненной информации, а также таблицу соответствия между массивом (рядом) данных и измеренной физической величиной.

В.5 Метка, указывающая связь между, по крайней мере, одной временной точкой в каждой записи ускорений и соответствующим известным физическим положением пассажирского модуля в цикле движения аттракциона. Эта метка может быть получена различными способами, например с помощью видеосъемки.

В.6 Документация по методу установки первичного преобразователя, включая все результаты аналитических или экспериментальных оценок влияния метода установки преобразователя на канал данных.

В.7 Документация по расположению (расположениям) преобразователя и его координаты.

В.8 Документация по измерительной системе координат, включая идентификацию положительного направления каждой оси координат.

В.9 Описание каждого канала данных, используемого во время измерения ускорений, в том числе наименование канала данных, единицы измерения регистрируемых и передаваемых данных, КЧК, разрешение канала данных.

В.10 Сведения об изготовителе, модели, серийном номере, дате проведения последней поверки (калибровки) всех модулей канала данных, которые подпадают под требования к поверке (калибровке) по настоящему стандарту.

В.11 Документация по эксплуатационным параметрам аттракциона для каждой записи ускорений, включая, но, не ограничиваясь: нагрузку от пассажиров или массу балластного груза; разгонные и тормозные характеристики (из технического паспорта или формуляра аттракциона).

Библиография

[1] ИСО 6487:2012 Транспорт дорожный. Методы измерений при ударных испытаниях. Контрольно-измерительные приборы.

УДК 688.775:006.354 ОКС 97.200.40 ОКПО 96 8535

Ключевые слова: аттракцион, измерения, испытания, ускорения, пассажир аттракциона

Подписано в печать 01.12.2014. Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 1,40. Тираж 33 экз. Зак. 4789.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru