МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 61606-3— 2014

Аудио- и аудиовизуальное оборудование

КОМПОНЕНТЫ ЦИФРОВОЙ АУДИОАППАРАТУРЫ. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЗВУКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Часть 3

Профессиональное применение

(IEC 61606-3:2008, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-технический центр сертификации электрооборудования «ИСЭП» (АНО НТЦСЭ «ИСЭП») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 4 декабря 2014 г. № 46)

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
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 сентября 2015 г. № 1408-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61606-3—2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 ноября 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61606-3:2008 «Аудио- и аудиовизуальное оборудование. Компоненты цифровой аудиоаппаратуры. Основные методы измерений звуковых характеристик. Часть 3. Профессиональное применение» («Audio and audiovisual equipment — Digital audio parts — Basic measurement methods of audio characteristics — Part 3: Professional use», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов и документа соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Апрель 2020 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных 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 на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© IEC, 2008 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2015, 2020

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 и определения . . . 2
4 Номинальные значения . . . 4
5 Условия измерений . . . 4
5.1 Условия окружающей среды . . . 4
5.2 Источник электропитания . . . 5
5.3 Частоты испытательного сигнала . . . 5
5.4 Стандартные настройки . . . 5
5.5 Предварительная выдержка при заданных условиях . . . 5
5.6 Измерительные приборы . . . 5
5.6.1 Общие положения . . . 5
5.6.2 Генератор сигналов . . . 5
5.6.3 Анализатор сигнала . . . 6
6 Методы измерений . . . 10
6.1 Обзор . . . 10
6.2 Основные характеристики . . . 10
6.2.1 Линейные характеристики . . . 10
6.2.2 Нелинейность амплитуды . . . 14
6.2.3 Шум . . . 20
6.2.4 Составляющие помех . . . 21
6.2.5 Эффекты дискретизации . . . 24
6.3 Характеристики входа/выхода . . . 26
6.3.1 Характеристики аналогового входа . . . 26
6.3.2 Характеристики аналогового выхода . . . 28
6.3.3 Характеристики цифрового входа . . . 29
6.3.4 Характеристики цифрового выхода . . . 29
Приложение А (обязательное) Альтернативные методы измерений . . . 31
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов и документа межгосударственным стандартам . . . 34
Библиография . . . 35

Введение

1) Международная электротехническая комиссия (МЭК) является международной организацией по стандартизации, объединяющей все национальные электротехнические комитеты (национальные комитеты МЭК). Задачей МЭК является продвижение международного сотрудничества во всех вопросах, касающихся стандартизации в области электротехники и электроники. Результатом этой работы и в дополнение к другой деятельности МЭК является издание международных стандартов, технических требований, технических отчетов, публично доступных технических требований (PAS) и руководств (в дальнейшем именуемых «Публикации МЭК»). Их подготовка поручена техническим комитетам. Любой национальный комитет МЭК, заинтересованный в объекте рассмотрения, с которым имеет дело, может участвовать в этой предварительной работе. Международные, правительственные и неправительственные организации, кооперирующиеся с МЭК, также участвуют в этой подготовке. МЭК тесно сотрудничает с Международной организацией по стандартизации (ИСО) в соответствии с условиями, определенными соглашением между этими двумя организациями.

2) Формальные решения или соглашения МЭК означают выражение положительного решения технических вопросов, международный консенсус в соответствующих областях, так как у каждого технического комитета есть представители от всех заинтересованных национальных комитетов МЭК.

3) Публикации МЭК имеют форму рекомендаций для международного использования и принимаются национальными комитетами МЭК в этом качестве. Приложены максимальные усилия для того, чтобы гарантировать правильность технического содержания Публикаций МЭК, однако МЭК не может отвечать за порядок их использования или за любое неверное толкование любым конечным пользователем.

4) В целях содействия международной гармонизации национальные комитеты МЭК обязуются применять Публикации МЭК в их национальных и региональных публикациях с максимальной степенью приближения к исходным. Любые расхождения между любой Публикацией МЭК и соответствующей национальной или региональной публикацией должны быть четко обозначены в последней.

5) МЭК не устанавливает процедуры маркировки знаком одобрения и не берет на себя ответственность за любое оборудование, о котором заявляют, что оно соответствует Публикации МЭК.

6) Все пользователи должны быть уверены, что они используют последнее издание этой публикации.

7) МЭК или его директора, служащие или агенты, включая отдельных экспертов и членов его технических комитетов и национальных комитетов МЭК, не несут никакой ответственности и не отвечают за любые причиненные телесные повреждения, материальный ущерб или другое повреждение любой природы вообще, как прямое, так и косвенное, или за затраты (включая юридические сборы) и расходы, проистекающие из использования Публикации МЭК, или ее разделов, или любой другой Публикации МЭК.

8) Следует обратить внимание на нормативные ссылки, указанные в настоящем стандарте. Использование ссылочных международных стандартов является обязательным для правильного применения настоящего стандарта.

9) Следует обратить внимание на то, что имеется вероятность того, что некоторые из элементов настоящего стандарта могут быть предметом патентного права. МЭК не несет ответственности за идентификацию любых таких патентных прав.

Международный стандарт IEC 61606-3 был подготовлен Техническим комитетом 100 МЭК (IEC technical committee 100: Аудио-, видео- и мультимедийные системы и оборудование).

Текст настоящего стандарта основан на следующих документах:

FDIS	Отчет о голосовании
100/1428/FDIS	100/1453/RVD

Полную информацию о голосовании по поводу утверждения этого стандарта можно найти в отчете о голосовании, указанном в вышеприведенной таблице.

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с Директивами ISO/IEC, Часть 2.

С перечнем всех частей серии стандартов IEC 61606 под общим заголовком *Аудио- и аудиовидеооборудование — Компоненты цифрового аудиооборудования — Основные методы измерения аудиохарактеристик* (*Audio and audiovisual equipment — Digital audio parts — Basic measurement methods of audio characteristics)* можно ознакомиться на сайте МЭК.

Настоящий стандарт используется совместно с IEC 61606-1.

По решению технического комитета, содержание настоящего стандарта будет оставаться неизменным до даты результата пересмотра, указанной на сайте IEC http://webstore.iec.ch, в отношении данных, связанных с данной конкретной Публикацией. На эту дату стандарт будет:

- подтвержден,
- аннулирован,
- заменен пересмотренным изданием или
- изменен.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Аудио- и аудиовизуальное оборудование

КОМПОНЕНТЫ ЦИФРОВОЙ АУДИОАППАРАТУРЫ. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЗВУКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Часть 3

Профессиональное применение

Audio and audiovisual equipment. Digital audio parts. Basic measurement methods of audio characteristics. Part 3. Professional use

Дата введения — 2016—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные методы измерений аудиооборудования для профессионального применения.

Определения, условия и методы измерений как для бытового применения, так и для профессионального применения установлены IEC 61606-1.

Настоящий стандарт содержит уточнения определений и условий и методов измерений, применимые к оборудованию для профессионального применения, которые отличаются от установленных в IEC 61606-1.

В область применения настоящего стандарта не входят:

- измерения на аудиоустройствах низкого качества;
- измерения на аудиоустройствах с низкой скоростью передачи («поддиапазонные» или «перцептуальные» кодирующие устройства);
- измерения на устройствах, которые существенно модифицируют временные или частотные характеристики сигнала, такие как шаговые переключатели и реверберaторы;
- измерения сигналов от аналогового входа на аналоговый выход, кроме наиболее применяемых;
- испытания, связанные с электромагнитной совместимостью и безопасностью.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и документ. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта (документа), для недатированных — последнее издание (включая все изменения).

IEC 60268-1, Sound system equipment — Part 1: General (Оборудование звуковых систем. Часть 1. Общие положения)

IEC 60268-2, Sound system equipment — Part 2: Explanation of general terms and calculation methods (Оборудование звуковых систем. Часть 2. Разъяснение основных терминов и способов расчета)

IEC 60958-1, Digital audio interface — Part 1: General (Интерфейс цифровой звуковой. Часть 1. Общие положения)

IEC 61260, Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters (Электроакустика. Октавные фильтры и дробно-октавные фильтры)

IEC 61606-1, Audio and audiovisual equipment — Digital audio parts — Basic measurement methods of audio characteristics — Part 1: General (Аудио- и аудиовизуальное оборудование. Компоненты цифровой аудиоаппаратуры. Основные методы измерения звуковых характеристик. Часть 1. Общие положения)

Издание официальное

AES11-2003, AES Recommended Practice for Digital Audio Engineering — Synchronization of digital audio equipment in studio operations (Практические Рекомендации AES для цифровой аудиоаппаратуры. Синхронизация цифрового аудиооборудования для студийной работы).

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины и определения.

3.1 **составляющие искажения** (aliasing component): Определение приведено в IEC 61606-1.

3.2 **полная амплитуда входного и выходного аналогового сигнала** (analogue full-scale input and output amplitude): Амплитуда сигнала, которая при подаче на аналоговый вход испытуемого оборудования создает в испытуемом оборудовании полную амплитуду цифрового сигнала; и наоборот, полная амплитуда аналогового выходного сигнала представляет собой амплитуду, которую получают на аналоговом выходе испытуемого оборудования при подаче на испытуемое оборудование полной амплитуды цифрового сигнала.

Примечания

1 Иногда диапазон аналогового сигнала на входе или выходе может быть меньше, чем сигнал, соответствующий полной амплитуде цифрового сигнала. По этой причине полные амплитуды аналогового входного и выходного сигнала обычно получают, приводя в действие преобразователи при более низкой амплитуде (см. 6.3.1.1 и 6.3.2.1).

2 В рамках настоящего стандарта невозможно установить идеальные значения этих амплитуд, так как они являются различными для различных типов оборудования пользователя и могут быть модально переменными для одного и того же оборудования пользователя.

3 Если эти значения являются неизвестными для испытуемого оборудования при подготовке к испытаниям, их следует первично установить в общем виде, используя методы, установленные в 6.3.1.1 и 6.3.2.1, так как впоследствии может быть необходимо, например, ввести в действие аналоговый вход при минус 60 $дБ_{FS}$ или измерить амплитуду аналогового выхода в $дБ_{FS}$ относительно цифрового (входного, возбуждающего) сигнала.

3.3 **формат кодирования** (coding format): Цифровое условное обозначение, применяемое для представления цифровых аудиоданных на входе или выходе испытуемого оборудования.

Примечание — Предполагается, что настоящий стандарт следует применять в основном к испытуемому оборудованию, которое работает с цифровыми аудиосигналами, выраженными в виде потока кодовой модуляции линейных импульсов; то есть поток слов в двоичном коде, непосредственно представляющих амплитуды последовательных аудиоимпульсов, дискретизированных с (конкретной) частотой дискретизации и представленных в виде двоичных дополнительных чисел. Положительные аналоговые напряжения соответствуют положительным значениям цифрового импульса (то есть двоичным дополнительным числам, самый старший разряд которых равен нулю). Многие из методов, описанных в настоящем стандарте, применимы к другим форматам кодирования.

3.4 **полный сигнал в децибелах, $дБ_{FS}$** (decibels full-scale dB_{FS}): Среднеквадратичное значение амплитуды синусоидального сигнала, описанное в 3.10, определяют как 0 $дБ_{FS}$, где амплитуду любого сигнала можно определить в $дБ_{FS}$ как двадцатикратное значение десятичного логарифма отношения среднеквадратичного значения амплитуды сигнала к среднеквадратичному значению амплитуды сигнала, определенного в 3.10.

Примечание — Амплитуда аналогового сигнала на входе или выходе испытуемого оборудования может быть выражена в $дБ_{FS}$ по отношению к амплитуде полного аналогового входного или выходного сигнала, определенных согласно 3.2.

3.5 **цифровой аудиоинтерфейс** (digital audio interface): Физический носитель, посредством которого цифровые аудиоданные передаются к испытуемому оборудованию или от него.

Примечание — Цифровые аудиоинтерфейсы могут включать носители информации с большой плотностью записи данных (например, в случае CD-плейера) или радиочастотные (RF) носители (например, в случае компьютерной приставки к телевизору), а также обычные медные или цифровые оптические межсоединения.

3.6 **цифровой аудиосигнал** (digital audio signal): Определение приведено в IEC 61606-1.

3.7 **цифровой ноль** (digital zero): Определение приведено в IEC 61606-1.

3.8 **испытуемое оборудование ИО** (equipment under test) EUT: Определение приведено в IEC 61606-1.

Примечание — При разработке структуры оборудования или технических требований к установке важно рассмотреть способ, которым можно сегментировать (делить на части) различные элементы оборудования для целей спецификации или проведения измерения. Например, основной D/A (цифро-аналоговый) преобразователь может представлять собой простое ИО с «Общими характеристиками», «Характеристиками цифрового входа» и

«Характеристиками аналогового выхода». Однако большой студийный микшерный пульт может состоять из многих различных функциональных блоков и большого количества различных входных и выходных сигналов различных типов и в различных областях. Такой микшерный пульт можно рассматривать как совокупность различных элементов: например, «аналоговых линейных входов», «аналоговых входов микрофонов», «AES3 входов», «каналов эквалайзеров», «процессоров шины микширования» и т. д. Обычно к каждому из различных элементов применяют различные критерии измерений и должны быть установлены различные рабочие характеристики. В таком случае каждый из элементов подсистемы следует, если это возможно, рассматривать как дискретное «испытуемое оборудование», устанавливать технические требования и проводить измерения следует индивидуально. Кроме этого, должны быть установлены типичные схемы прохождения сигналов через весь комплекс оборудования и рабочие характеристики комплекса, как для отдельного испытуемого оборудования.

3.9 **максимальная частота сигнала** (folding frequency): Половина частоты дискретизации испытуемого оборудования.

Примечания

1 Подаваемые на испытуемое оборудование сигналы выше этой частоты подвергаются искажению.

2 Комплексное испытуемое оборудование может иметь различные входную и выходную максимальные частоты сигнала. В таком случае, если входной или выходной сигнал не указаны, максимальная частота сигнала должна относиться к более низкой частоте.

3.10 **полная амплитуда сигнала FS** (full-scale amplitude FS): Амплитуда синусоидального сигнала с частотой 997 Гц, пик положительного импульса которого точно достигает величины положительного полного цифрового сигнала (в двоичном обратном коде двоичное значение 0111…1111 для получения длины слова) и пик отрицательного импульса которого точно достигает величины (без единицы) отрицательного полного цифрового сигнала (1000…0001 для получения длины слова), оставляя максимальный отрицательный код (1000…0000) неиспользованным.

3.11 **высокие и низкие частоты помех** (high and low interference frequencies): Умеренно высокие и низкие частоты сигнала, 15 кГц и 60 Гц соответственно, при которых могут быть зарегистрированы некоторые эффекты помех, если не требуется их графического представления.

3.12 **внутриполосная амплитуда** (in-band amplitude): Амплитуда, измерение которой проведено с включенным стандартным фильтром нижних частот, чтобы исключить компоненты вне полосы, выше верхней граничной частоты.

3.13 **внутриполосный диапазон частот** (in-band frequency range): Определение приведено в IEC 61606-1.

3.14 **длина слова входного сигнала** (input word length): Максимальная длина аудиослова, которую можно подать на цифровой вход испытуемого оборудования при установленной (воспроизводимой) настройке, для которой нельзя не учитывать младший двоичный разряд.

3.15 **неустойчивая синхронизация интерфейса** (interference jitter): Временные ошибки в переходах цифрового аудионосителя или от синхронизации по опорному сигналу из-за эффектов монтажа или неустойчивости синхронизации оборудования источника.

3.16 **восприимчивость (чувствительность) к неустойчивой синхронизации** (jitter susceptibility): Воздействие на рабочие характеристики испытуемого оборудования неустойчивости дискретизации, вызванной неустойчивостью синхронизации интерфейса или поступающей синхронизации по опорному сигналу.

3.17 **максимальная амплитуда измерения** (maximal measuring amplitude): Амплитуда сигнала минус 1 $дБ_{FS}$, близкая к полной амплитуде (но ниже нее), которую подают на испытуемое оборудование в некоторых из описанных методов.

Примечание — Это определение можно применять как к цифровому, так и к аналоговому сигналу (см. 3.4).

3.18 **нормальный импеданс нагрузки** (normal load impedance): Установленный импеданс дифференциального входа аналогового измерительного оборудования, определяемый как 100 кОм или более, соединенный параллельно с индуктивностью не более 500 пФ для целей применения настоящего стандарта.

3.19 **нормальная амплитуда измерений** (normal measuring amplitude): Амплитуда сигнала минус 20 $дБ_{FS}$, представляющая типичную рабочую амплитуду, которую подают на испытуемое оборудование в некоторых из описанных методов.

Примечание — Это определение можно применять как к цифровому, так и к аналоговому сигналу (см. 3.4).

3.20 **нормальная частота измерений** (normal measuring frequency): Частота сигнала 997 Гц, представляющая типичную частоту среднего диапазона, которую подают на испытуемое оборудование в некоторых из описанных методов.

3.21 **нормальный импеданс источника** (normal source impedance): Установленный импеданс дифференциального выхода аналогового измерительного оборудования, определяемый как 50 Ом или менее для симметричного (дифференциального) выхода и 25 Ом или менее для несимметричного (заземленного) выхода, для целей применения настоящего стандарта.

3.22 **амплитуда вне полосы** (out-of-band amplitude): Амплитуда, измерение которой проведено с включенным внеполосным фильтром, чтобы исключить компоненты внутри полосы, ниже верхней граничной частоты.

3.23 **диапазон частот вне полосы** (out-of-band frequency range): Диапазон частот от максимальной частоты сигнала до 192 кГц (или до какого-либо другого установленного максимума).

Примечание — Сигналы, подаваемые на вход испытуемого оборудования в этом диапазоне частот, подвергаются искажению.

3.24 **длина слова выходного сигнала** (output word length): Число значащих бит, передаваемых цифровым выходным сигналом испытуемого оборудования при данных (воспроизводимых) настройках, ни один из которых постоянно не равен нулю.

3.25 **остаточная амплитуда** (residual amplitude): Амплитуда, измеренная с включенным стандартным (полосовым) заграждающим фильтром для подавления влияния нежелательной частоты, обычно частоты возбуждения.

3.26 **частота дискретизации f_s** (sampling frequency f_s): Режим, в котором аудиоимпульсы обрабатываются испытуемым оборудованием.

Примечание — Сложное испытуемое оборудование может иметь входную частоту импульсов и выходную частоту импульсов, которые являются различными. В таких случаях, если входной или выходной сигнал не установлены, частота дискретизации будет относиться к более низкой частоте.

3.27 **неустойчивая синхронизация импульсов** (sampling jitter): Временные ошибки, возникающие в момент измерений на аналого-цифровом преобразователе, цифро-аналоговом преобразователе или асинхронном импульсном преобразователе, которые приводят к фазовой модуляции преобразованного аудиосигнала.

3.28 **селективная амплитуда** (selective amplitude): Амплитуда, измерение которой проведено с включенным при измерении стандартным полосовым фильтром для подавления влияния паразитных компонентов и широкополосных помех.

3.29 **стандартные третьоктавные частоты** (standard third-octave frequencies): Набор частот измерения, установленных с интервалами в одну треть октавы, как определено в IEC 61260, где эти частоты являются предпочтительными, во всех случаях, когда указан анализ третьей части октавы.

3.30 **верхняя граничная частота** (upper band-edge frequencies): Определение приведено в IEC 61606-1.

4 Номинальные значения

Полное разъяснение этих терминов приведено в IEC 60268-2.

Производитель должен указать следующие номинальные условия для цифрового аудиооборудования:

- номинальное напряжение питания;
- номинальная частота питания;
- номинальные характеристики предыскажения и коррекции предыскажений;
- номинальная длина слова цифрового ввода;
- номинальная частота дискретизации.

5 Условия измерений

5.1 Условия окружающей среды

Если производителем указаны условия окружающей среды для работы испытуемого оборудования, можно предполагать, что измерения можно проводить во всем диапазоне, и они должны применяться при испытаниях. В отсутствие указаний, устанавливающих условия окружающей среды для испытуемого оборудования, испытания можно проводить при температуре (25 ± 10) °С, относительной влажности (60 ± 15) % и давлении воздуха (96 ± 10) кПа.

5.2 Источник электропитания

Напряжение сетевого энергоснабжения должно быть установлено в пределах 2 % от номинального значения, указанного на панели испытуемого устройства. Если приведен диапазон значений, предполагают, что требования относятся ко всему диапазону, и, таким образом, требования могут быть проверены в этом диапазоне.

Частота сетевого энергоснабжения должна быть установлена в пределах 1 % от номинального значения, указанного на панели испытуемого устройства. Если приведен некоторый диапазон значений, предполагают, что требования относятся ко всему диапазону, и, таким образом, их следует проверять во всем установленном диапазоне.

Для устройств, питаемых постоянным током, пульсации амплитуды постоянного напряжения энергоснабжения должны быть менее чем 0,5 % номинального напряжения питания.

5.3 Частоты испытательного сигнала

Частоты испытательного сигнала, определенные в IEC 61606-1, не применяют при испытаниях оборудования для профессионального применения. Несмотря на то что на эти частоты делают ссылки там, где это возможно, в настоящем стандарте напрямую установлены частоты, которые требуются при испытаниях.

5.4 Стандартные настройки

Все органы регулирования испытуемого оборудования следует установить в исходные положения, указанные изготовителем, или в их нормальные рабочие положения, или в положения, указанные в IEC 61606-1, если не установлено иное.

5.5 Предварительная выдержка при заданных условиях

Испытуемое оборудование следует выдержать при заданных условиях согласно IEC 61606-1.

5.6 Измерительные приборы

5.6.1 Общие положения

Все измерительные приборы, установленные настоящим стандартом, должны соответствовать требованиям к приборам, установленным в 4.6 IEC 61606, за исключением тех изменений и дополнений к этим требованиям, которые подробно указаны в настоящем стандарте.

В общем случае эквивалентные аналоговые и цифровые приборы должны работать идентично, за исключением конкретно оговоренных случаев.

Цифровые приборы должны генерировать и анализировать данные в любом формате (форматах) цифрового аудиоинтерфейса, которые поддерживаются испытуемым оборудованием.

Выходы аналогового прибора должны представлять собой нормальный импеданс источника, как это определено в 3.21; входы аналогового прибора должны представлять собой нормальный импеданс нагрузки, как это определено в 3.18.

5.6.2 Генератор сигналов

5.6.2.1 Режимы работы генератора

Методы испытаний, описанные в настоящем разделе, требуют нескольких режимов работы генератора, которые подробно описаны ниже. Для реализации требований легче всего применять многофункциональный генератор.

Различные режимы работы генератора указаны для каждого метода символом блока генератора, как изображено на рисунке 1.



Рисунок 1 — Генератор сигнала

Нижняя часть символа описывает режим работы генератора: его функцию, настройки по амплитуде и частоте. Используют следующие аббревиатуры:

Амплитуда:

NRM — нормальная амплитуда измерения;

MAX — максимальная амплитуда измерения;

SWP — амплитуда развертки; этот метод повторяется в каждой из определенных серий амплитуд измерения;

ADJ — амплитуда, регулируемая вручную.

Частота:

NRM — нормальная измерительная частота;

UBE — верхняя граничная частота;

SWP — частота развертки.

Другие настройки, необходимые при различных режимах работы, описаны в сопровождающем тексте.

Для проведения синхронного мультитонального анализа генератор сигнала должен дополнительно иметь возможность синтезировать звук по таблице волн, как установлено в А.1.

5.6.2.2 Добавочный псевдослучайный сигнал

Если не указано иное, во все входные сигналы, которые используют для приведения в действие испытуемого оборудования в цифровой области, следует вносить возмущение посредством белого шума с треугольной функцией плотности вероятности (triangular probability-density function, TPDF) при соответствующей амплитуде, определяемой длиной слова входного сигнала для испытуемого оборудования.

Примечание — Этот тип возмущения точно линеаризует шум дискретизации измерительного входного сигнала для завершения длины слова. Это достигается путем добавления возмущающего сигнала к измерительному входному сигналу перед его усечением до длины слова входного сигнала испытуемого оборудования. Корректным возмущающим сигналом является случайная или псевдослучайная последовательность, имеющая треугольную функцию плотности вероятности, не имеющая DC-сдвига и имеющая двойную (полную) амплитуду, соответствующую двум младшим двоичным разрядам длины слова входного сигнала испытуемого оборудования. Эта амплитуда является постоянной на единицу ширины полосы (белой), по меньшей мере до верхней граничной частоты. Треугольную функцию плотности вероятности получают путем добавления пар неоднородно распределенных случайных или псевдослучайных чисел для формирования каждого (дискретного значения) возмущения; последовательность генерирования должна быть долгой по продолжительности и максимально случайной, а точки извлечения пар чисел должны находиться на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы свести к минимуму корреляцию.

5.6.2.3 Точность

Генераторы сигналов, применяемые для измерений в настоящем стандарте, должны обеспечивать регулировку по частоте с точностью не более ± 0,05 %. Для генераторов аналогового сигнала частоту можно измерять частотомером и регулировать таким образом, чтобы она находилась в пределах необходимой точности. Разрешение по регулировке частоты должно быть адекватным для получения частот, указанных для каждого испытания.

Аналоговые входные сигналы следует генерировать с точностью по амплитуде не более ± (0,2 дБ + 3 мкВ) при нормальной частоте измерения и ± (0,3 дБ + 3 мкВ) при частоте от 20 Гц до верхней граничной частоты. Цифровые входные сигналы следует генерировать с точностью по амплитуде ± (0,01 дБ + 0,5 младшего двоичного разряда (LSB).

5.6.3 Анализатор сигнала

5.6.3.1 Режимы работы анализатора

Методы измерений, описанные в настоящем разделе, требуют разнообразных режимов работы анализатора, которые подробно описаны ниже. Легче всего их реализовать с использованием многофункционального анализатора. Однако, если это необходимо, можно использовать индивидуальные фильтры, измерительные приборы и т. д. Все измерения амплитуды, указанные в настоящем стандарте, следует проводить с использованием измерительных приборов, регистрирующих результат в виде истинного среднеквадратичного значения. Фильтры описаны в 5.6.3.2.

Широкополосный измеритель амплитуды, изображенный на рисунке 2, представляет собой простой измеритель среднеквадратичного значения амплитуды без использования фильтров перед проведением измерений.

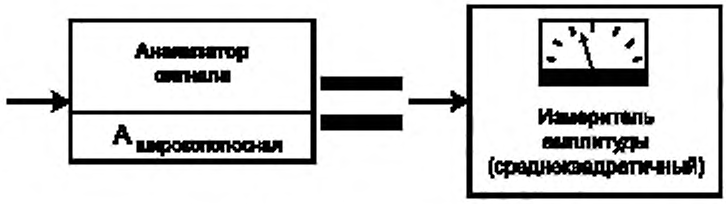

Рисунок 2 — Широкополосная амплитуда

Измеритель внутриполосной амплитуды, изображенный на рисунке 3, включает фильтр низких частот, как описано в 5.6.3.2.1.



Рисунок 3 — Внутриполосная амплитуда

Измеритель амплитуды вне полосы, изображенный на рисунке 4, включает фильтр верхних частот, как описано в 5.6.3.2.2.

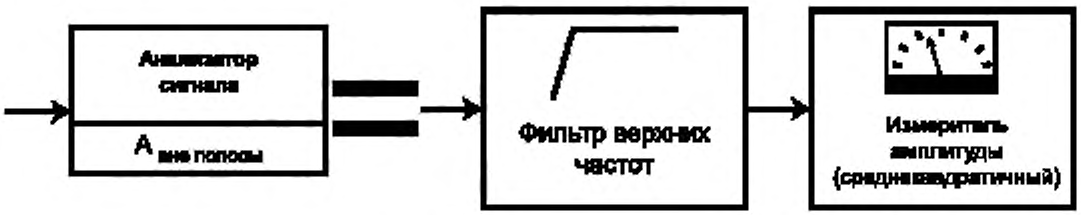

Рисунок 4 — Амплитуда вне полосы

Селективный измеритель амплитуды, изображенный на рисунке 5, включает полосовой фильтр, как описано в 5.6.3.2.3, для измерения амплитуды отдельного частотного компонента. Если не установлено иное, полосовой фильтр автоматически настраивается на частоту генератора.

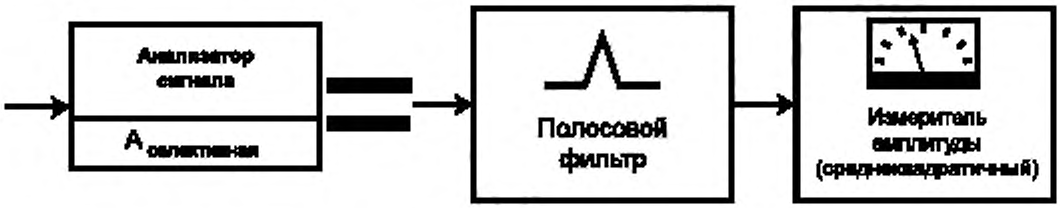

Рисунок 5 — Селективная амплитуда

Измеритель остаточной амплитуды, изображенный на рисунке 6, включает заграждающий фильтр, как описано в 5.6.3.2.6, чтобы исключить влияние отдельного частотного компонента, обычно частоты стимула. Если не указано другого, заграждающий фильтр автоматически настраивается на доминирующую частоту входного сигнала.

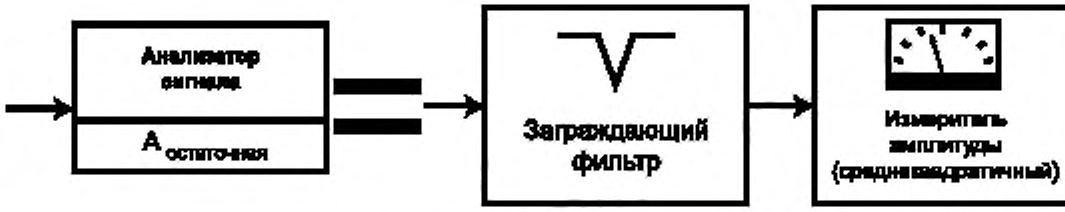

Рисунок 6 — Остаточная амплитуда

Измеритель взвешенной амплитуды, изображенный на рисунке 7, включает взвешивающий фильтр, как описано в 5.6.3.2.9.

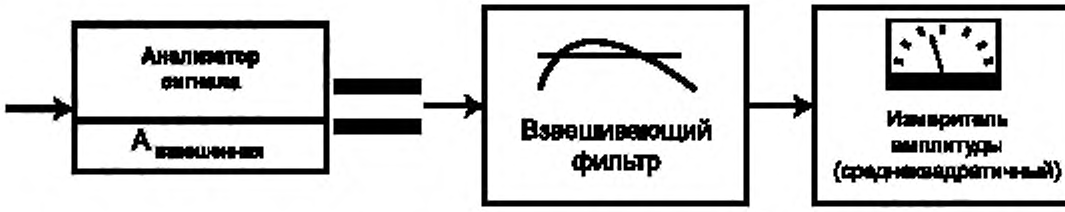

Рисунок 7 — Взвешенная амплитуда

Если методы требуют изменения описанных режимов анализатора, то это подробно описано в сопровождающем тексте.

Некоторые режимы анализатора требуют применения более одного последовательно соединенных фильтров (например, иногда необходимо исключить из остаточных измерений компоненты вне полосы); в этих случаях символ блока анализатора обозначен с обоими фильтрами (например, А внутриполосный остаточный).

Примечание — Если следует провести синхронный мультитоновый анализ, то необходим анализатор сигнала с дополнительным анализом FFT (fast Fourier transform, быстрое преобразование Фурье) и возможностями проведения расчетов, как описано в приложении А.

5.6.3.2 Фильтры

5.6.3.2.1 Фильтр нижних частот (внутриполосный фильтр)

Описание приведено в IEC 61606-1.

5.6.3.2.2 Фильтр верхних частот (фильтр вне полосы)

Описание приведено в IEC 61606-1, за исключением указаний об изменении диапазона частот вне полосы или частотой дискретизации.

5.6.3.2.3 Полосовой фильтр

Если не указано иное, полосовые фильтры должны соответствовать порогам чувствительности класса II или класса III, как установлено IEC 61260. Это обеспечит по меньшей мере 30 дБ затухание сигналов при смещении на одну октаву от центральной частоты фильтра и 60 дБ при смещении на три октавы. Такие полосовые фильтры следует применять, если описан анализ третьей части октавы и для всех селективных измерений амплитуды, за исключением случаев, когда указан более селективный фильтр.

5.6.3.2.4 Узкополосный фильтр

Описание приведено в IEC 61606-1.

5.6.3.2.5 Полосовой фильтр

Полосовой фильтр используют в области частот, имеющей чрезвычайно узкую полосу пропускания с единичным коэффициентом усиления, определяемую частотой дискретизации. Быстрое преобразование Фурье регистрирует длину и вырезающую функцию, а также предельное затухание вне этой полосы. Ширина полосы пропускания представляет собой минимальное число элементов дискретизации, необходимых для эффективного пропускания выбранной частоты, так как энергия при этой частоте рассеивается в ряд прилежащих элементов дискретизации, в зависимости от выбранной вырезающей функции.

5.6.3.2.6 Заграждающий фильтр

Заграждающий фильтр, применяемый по умолчанию при измерениях остаточных погрешностей, искажения и шума, должен иметь значение селективности Q не менее 1 и не более 5, за исключением случаев, когда указана более высокая селективность.

В случае измерений остаточных погрешностей заграждающий фильтр при некоторых обстоятельствах можно заменить более узкими (более селективными) заграждающими фильтрами, как описано ниже.

5.6.3.2.7 Узкополосный заграждающий фильтр

Заграждающий полосовой фильтр с Q от 5 до 10.

5.6.3.2.8 Заграждающий полосовой фильтр

Заграждающий фильтр используют в области частот, имеющей чрезвычайно узкую полосу задерживания, определяемую частотой дискретизации. Быстрое преобразование Фурье регистрирует длину и вырезающую функцию, обеспечивая чрезвычайное затухание и единичный коэффициент усиления вне этой полосы. Ширина полосы задерживания представляет собой минимальное число элементов дискретизации, необходимых для эффективного пропускания выбранной частоты, так как энергия при этой частоте рассеивается в ряд прилежащих элементов дискретизации, в зависимости от выбранной вырезающей функции.

5.6.3.2.9 Взвешивающий фильтр

Взвешивающий фильтр для всех измерений взвешенных шумов должен соответствовать IEC 60268-1, за исключением общего коэффициента усиления. Частота единичного усиления фильтра должна составлять 2 кГц. Измерения относительной амплитуды, такие как отношение сигнал — шум, проведенные с использованием рекомендованного стандартного взвешивающего фильтра, следует обозначать аббревиатурой «дБ CCIR-RMS». Измерения абсолютной амплитуды, проведенные с использованием рекомендованного фильтра, следует обозначать соответствующей количественной аббревиатурой, за которой следует «CCIR-RMS», например, $дБ_{FS}$ следует обозначать «$дБ_{FS}$ CCIR-RMS». Если для измерения по настоящему стандарту используют стандартный взвешивающий фильтр, отличающийся от данных рекомендаций, следует приводить схему фильтра и коэффициент усиления, если это необходимо.

Примечание — Опорная частота 2 кГц в этом стандарте эквивалентна введению затухания 5,629 дБ при всех частотах, по сравнению с опорной частотой 1 кГц, указанной в IEC 60268-1.

5.6.3.3 Измерения абсолютной и относительной амплитуды

Результаты измерения абсолютной амплитуды следует устанавливать непосредственно в единицах среднеквадратичной величины: например, $дБ_{FS}$ для цифровых сигналов и $дБ_u$ или V_{rms} для аналоговых сигналов.

Результаты измерения амплитуды также могут быть выражены относительно опорной амплитуды как отношение в децибелах или в процентах. Относительные результаты измерений должны быть установлены относительно измеренной амплитуды на входе анализатора для одного и того же канала (до любых фильтров), например для метода «Искажение и шум». Результаты измерений, зависящие от канала, следует выражать относительно амплитуды входного сигнала анализатора в опорном канале (канале сравнения), например для метода определения перекрестных помех.

Многофункциональные анализаторы обычно способны проводить относительные измерения непосредственно. В противном случае должна быть измерена амплитуда опорного сигнала в дополнение к заданному измерению, а относительный результат следует рассчитать вручную.

5.6.3.4 Точность

Если не установлено иное, оборудование, применяемое для проведения измерений в настоящем стандарте, должно иметь точность по измеряемым параметрам по меньшей мере в три раза лучше (выше), чем установлено в технических требованиях на испытуемое оборудование.

Все измерители амплитуды, используемые для измерений в настоящем стандарте, должны быть устройствами, дающими истинное среднеквадратичное значение (r.m.s.) с минимальной необходимой точностью 0,25 дБ (внутриполосные или селективные измерения) или 1,0 дБ (остаточные измерения) в диапазоне от 20 Гц до верхней граничной частоты. Эту точность следует поддерживать для сигнала, имеющего пик-фактор (амплитудный фактор) 5 или менее. Не следует использовать калиброванные по среднеквадратичному значению устройства, измеряющие среднюю величину или величину пика.

Аналоговый анализ должен применять дополнительно разрешенный допуск ± 3 мкВ, а цифровой анализ должен применять дополнительно разрешенный допуск ± 5 LSB.

Измерители амплитуды, применяемые для проведения измерений в настоящем стандарте, должны интегрировать сигнал в течение минимум 25 мс, чтобы обеспечить адекватное число кодов, которые использованы в испытуемом оборудовании. При определении сигналов низких частот необходимое время должно быть увеличено, чтобы гарантировать, что будет измерен по меньшей мере один полный цикл сигнала.

6 Методы измерений

6.1 Обзор

Методы измерений, описанные ниже, в разделе «Общие характеристики», следует применять ко всем видам испытуемого оборудования, независимо от типа их входа и выхода. Кроме того, методы, описанные в пунктах «характеристики аналогового входа», «характеристики аналогового выхода», «характеристики цифрового входа» и «характеристики цифрового выхода», следует применять, как это предписано для областей входа и выхода конкретного испытуемого оборудования.

Если испытуемое оборудование обеспечивает два или более каналов, измерения следует повторить для каждого канала.

Во многих случаях будет необходимо повторить некоторые измерения для различных рабочих условий или контрольных настроек, например при различной частоте дискретизации. В таких случаях применяемые условия и настройки должны быть четко установлены в связи с каждым измерением.

Если не указано иное, на испытуемом оборудовании должны быть установлены стандартные настройки, как описано в 5.4. Если применяют другие настройки, это должно быть четко указано.

6.2 Основные характеристики

6.2.1 Линейные характеристики

6.2.1.1 Зависящие от амплитуды (амплитудно зависимые)

6.2.1.1.1 Коэффициент усиления

Цель: посредством настоящего испытания измеряют отношение амплитуды выходного сигнала к амплитуде входного сигнала при стандартных настройках.

При испытании используют схему, изображенную на рисунке 8, испытуемое оборудование следует приводить в действие синусоидальным входным сигналом нормальной измерительной амплитуды и частоты. Должна быть измерена селективная амплитуда на выходе испытуемого оборудования и выражена в дБ в виде отношения к нормальной амплитуде измерения.



Рисунок 8 — Метод измерения коэффициента усиления

Примечание — Эту характеристику применяют обычно к испытуемому оборудованию с аналоговым входом и аналоговым выходом или с цифровым входом и цифровым выходом. Для перекрестных характеристик усиления см. 6.3.1.1 и 6.3.2.1.

6.2.1.1.2 Стабильность коэффициента усиления

Цель: посредством настоящего испытания измеряют изменение коэффициента усиления со временем.

При испытании используют схему, изображенную на рисунке 8, испытуемое оборудование следует приводить в действие синусоидальным входным сигналом нормальной измерительной амплитуды и частоты. Селективную амплитуду на выходе испытуемого оборудования следует измерять в течение как минимум 1,0 ч, непосредственно после предварительной выдержки при заданных условиях, как установлено в 5.5. Стабильность коэффициента усиления следует выражать как отношение наибольшей и наименьшей амплитуд, зарегистрированных в течение этого периода, выраженное в дБ.

6.2.1.1.3 Различие коэффициентов усиления между каналами и динамическая погрешность

Цель: посредством настоящего испытания измеряют согласование (сравнение) коэффициентов усиления между каналами.

По возможности каждый канал испытуемого оборудования следует приводить в действие синусоидальным входным сигналом нормальной измерительной амплитуды и частоты с использованием схемы соединения оборудования, изображенной на рисунке 8. На выходе каждого канала испытуемого оборудования должна быть зарегистрирована селективная амплитуда. Сравнение коэффициентов усиления между каналами следует выражать как отношение зарегистрированных в каналах наибольшей и наименьшей амплитуд, выраженное в дБ.

В случае, когда (групповое) регулирование коэффициента усиления воздействует на все каналы испытуемого оборудования, динамическую погрешность следует выражать как самый высокий результат вычисления сравнения коэффициентов усиления между каналами, который наблюдают в любой контролируемой точке. Если следует провести измерения только в части регулируемого диапазона, то эта часть должна быть определена. Испытания должны быть проведены так, чтобы не наблюдалось срезания импульсов в испытуемом оборудовании, для этого можно при необходимости установить более низкую амплитуду входного сигнала, если это требуется для регулирования диапазона коэффициента усиления.

6.2.1.1.4 Амплитудно-частотная характеристика

Цель: посредством настоящего испытания измеряют изменение коэффициента усиления в зависимости от частоты.

При испытании используют схему, изображенную на рисунке 9, амплитудно-частотная характеристика может быть измерена при подаче на испытуемое оборудование синусоидального входного сигнала нормальной измерительной амплитуды и измерения амплитуды выходного сигнала испытуемого оборудования в различных диапазонах частот входного сигнала. Предпочтительно измерение амплитуды должно быть селективным, чтобы избежать влияния на результат существенных шумовых или паразитных компонентов.



Рисунок 9 — Метод измерения амплитудно-частотных характеристик

Частоты измерения можно выбрать произвольно, таким образом, чтобы они соответствовали конкретному испытуемому оборудованию, частоте дискретизации и т. д., но предпочтительно они должны располагаться по логарифмической шкале. Для измерений могут быть использованы частоты, установленные в таблице IEC 61606-1. В любом случае диапазон частот должен включать частоту 10 Гц и верхнюю граничную частоту.

Результат должен быть представлен в виде графика, на котором по оси *X* отложена частота (предпочтительно в логарифмической шкале), а по оси *Y* — амплитуда, зарегистрированная на каждой частоте, выраженная относительно амплитуды, зарегистрированной при нормальной частоте измерения (или при ближайшей к ней доступной частоте), в дБ.

Альтернативно амплитудно-частотную характеристику можно выразить через наибольшую и наименьшую из зарегистрированных амплитуд относительно амплитуды, зарегистрированной при нормальной частоте измерения, в дБ: например, «+0,1/–3,0 дБ от 10 Гц до 20 кГц, относительно 997 Гц».

6.2.1.1.5 Максимальная амплитуда входного сигнала

Цель: посредством настоящего испытания измеряют амплитуду входного сигнала, соответствующую максимальной способности испытуемого оборудования обрабатывать сигнал при стандартных настройках.

Максимальную амплитуду входного сигнала следует измерять, как показано на рисунке 10, подавая на вход испытуемого оборудования синусоидальный сигнал, частоту и амплитуду которого можно регулировать. Следует контролировать как амплитуду, так и остаточную амплитуду выходного сигнала испытуемого оборудования при изменении амплитуды генератора до самого высокого значения, которое можно обеспечить до момента, когда произойдет снижение коэффициента усиления на 0,3 дБ или изменение характеристики «искажение и шум» на минус 40 дБ (1 %). Соответствующая генерируемая амплитуда должна быть зарегистрирована. Амплитуды измеряемых цифровых данных следует выражать в $дБ_{FS}$; амплитуды измеряемых аналоговых данных следует выражать в $дБ_u$, но можно выразить в V_{rms}.



Рисунок 10 — Метод измерения максимальной амплитуды входного и выходного сигналов

При измерении максимальной амплитуды входного сигнала любые регуляторы коэффициента усиления должны быть установлены в такое положение, чтобы возникающее насыщение входного сигнала наступало при как можно более высокой амплитуде входного сигнала и не возникало насыщение выходного сигнала.

Максимальную амплитуду входного сигнала следует измерять в диапазоне частот. Частоты измерения можно выбрать произвольно, так, чтобы они соответствовали, например, конкретному испытуемому оборудованию и частоте дискретизации; но они должны быть расположены по логарифмической шкале не более чем в диапазоне одной октавы. В любом случае диапазон частот должен включать 10 Гц и верхнюю граничную частоту. Результаты следует представлять в виде графика, на котором по оси *X* отложена частота (предпочтительно в логарифмической шкале), а по оси *Y* — максимальная частота входного сигнала, выраженная в соответствующих единицах амплитуды.

Если максимальную амплитуду входного сигнала определяют только на одной частоте, следует использовать нормальную частоту измерения.

Если на входе испытуемого оборудования установлены фильтры коррекции предыскажения, результаты измерения следует приводить отдельно с каждым имеющимся в распоряжении фильтром коррекции предыскажения, а также без коррекции предыскажения.

Примечание — Измерения максимальной амплитуды входного сигнала наиболее часто применяют к аналоговым входным сигналам, и их лишь иногда проводят в зависимости от частоты, так как такая зависимость в устройствах А/Ц-преобразователей является необычной. Однако этот метод включен в «общие характеристики», поскольку он может быть важен в других случаях, например при получении характеристик путей прохождения цифрового сигнала с (неплоской, непологой) частотной характеристикой или с неидеальной структурой усиления.

6.2.1.1.6 Максимальная амплитуда выходного сигнала

Цель: посредством настоящего испытания измеряют амплитуду выходного сигнала, соответствующую максимальной способности испытуемого оборудования обрабатывать сигнал при стандартных настройках.

Максимальная амплитуда выходного сигнала должна быть измерена с применением схемы, которая изображена на рисунке 10 в 6.2.1.1.5, подавая на вход испытуемого оборудования синусоидальный сигнал с регулируемыми частотой и амплитудой. Амплитуду генератора регулируют до максимального значения, которое можно обеспечить до момента снижения коэффициента усиления на 0,3 дБ или изменения характеристики «искажение и шум» на минус 40 дБ (1 %), следует отслеживать как амплитуду, так и остаточную амплитуду выходного сигнала испытуемого оборудования. Амплитуда выходного сигнала должна быть зарегистрирована. Амплитуды цифровых сигналов следует выражать в $дБ_{FS}$; амплитуды аналоговых сигналов следует выражать в $дБ_u$, но можно выражать в V_{rms}.

При измерении максимальной амплитуды выходного сигнала все регуляторы коэффициента усиления должны быть установлены в такое положение, чтобы амплитуда выходного сигнала была максимальной и чтобы можно было обеспечить отсутствие наступления насыщения.

Максимальную амплитуду выходного сигнала следует измерять в диапазоне частот. Частоты, при которых проводят измерение, можно выбрать произвольно, так, чтобы они соответствовали, например, конкретному испытуемому оборудованию и частоте дискретизации; но они должны располагаться по логарифмической шкале в диапазоне не более одной октавы. В любом случае этот диапазон частот должен включать 10 Гц и верхнюю граничную частоту. Результаты должны быть представлены в виде графика с частотой по оси *X* (предпочтительно в логарифмической шкале) и максимальной амплитудой выходного сигнала, выраженной в соответствующих единицах амплитуды, по оси *Y*.

Если максимальную амплитуду выходного сигнала характеризуют только на одной частоте, следует использовать нормальную частоту измерения.

Если на выходе испытуемого оборудования установлены фильтры компенсации предыскажений, результаты измерений следует приводить отдельно для каждого доступного фильтра компенсации предыскажений, а также без фильтра.

Примечание — Измерения максимальной амплитуды выходного сигнала наиболее часто применяют к аналоговым выходным сигналам, и их лишь иногда проводят в зависимости от частоты, так как такая зависимость в устройствах А/Ц-преобразователей является необычной. Однако этот метод включен в «общие характеристики», поскольку он может быть важен в других случаях, например при получении характеристик путей прохождения цифрового сигнала с (неплоской, непологой) частотной характеристикой или с неидеальной структурой усиления.

6.2.1.1.7 Полярность

Цель: посредством настоящего испытания определяют, изменяет ли испытуемое оборудование полярность сигналов, проходящих через него.

На вход испытуемого оборудования должен быть подан пакет тональных сигналов, включающий периоды синусоидальных сигналов нормальной измерительной амплитуды и частоты, чередуемые с периодами покоя (отсутствия сигналов, тишины). Этот синусоидальный сигнал должен появляться (включаться) и исчезать (выключаться) при пересечении нулевой отметки в положительном направлении и должен подаваться в течение 5 циклов и отсутствовать в течение периода, эквивалентного примерно 20 циклам. Выходной сигнал испытуемого оборудования должен быть исследован с использованием монитора цифрового сигнала или монитора аналогового сигнала (например, осциллоскопа) для определения, является ли испытуемое оборудование «неинвертирующим» или «инвертирующим».

Альтернативно полярность можно измерить с помощью любого асимметричного сигнала, и ее можно проверить вручную или с использованием какого-либо автоматизированного устройства, чувствительного к полярности асимметрии.

6.2.1.2 Характеристики, зависящие от времени

6.2.1.2.1 Фазочастотная характеристика

Цель: посредством настоящего испытания измеряют разницу фазовой задержки (отставание по фазе) между измеряемой частотой и компонентом нормальной измерительной частоты при прохождении через испытуемое оборудование.

Фазовые задержки частот, проходящих через испытуемое оборудование, следует сравнивать напрямую, например используя FFT-метод псевдослучайных последовательностей, импульсов или мультитонов и отклонения от линейной фазы, зарегистрированные в градусах. Метод FFT обеспечивает результат, равноотстоящий от DC до максимальной частоты сигнала. Пиковая амплитуда любого сигнала должна быть равна пиковой амплитуде синусоидального сигнала при нормальной измерительной амплитуде.

Альтернативно фазочастотную характеристику испытуемого оборудования, которое обрабатывает сигналы в реальном времени и допускает одновременный доступ к входным и выходным клеммам, можно измерить с использованием сравнительных методов, например, визуального индикатора (вывода на экран) синусоидальных волн. Смещение по фазе, производимое любой задержкой во времени при прохождении через испытуемое оборудование, следует вычесть перед регистрацией результатов.

Фазочастотную характеристику можно представить в виде графика с частотой по оси *X* (предпочтительно в логарифмической шкале) и фазой, выраженной относительно зарегистрированной фазы при нормальной частоте измерения, в градусах, по оси *Y*.

Примечания

1 При использовании импульсов может быть необходимо усреднить результаты нескольких измерений для получения требуемой точности измерения.

2 Если в испытуемом оборудовании установлены фильтры компенсации предыскажений, результаты измерений следует приводить по отдельности, с предыскажением и без него.

6.2.1.2.2 Групповое время задержки

Групповое время задержки относительно нормальной измерительной частоты можно рассчитать (если это необходимо) из фазочастотной характеристики испытуемого оборудования, измеренного согласно 6.2.1.2.1, путем деления разницы фазовых углов на каждой частоте на 360° и умножения результата на период воздействия этой частоты. Групповое время задержки должно быть представлено в графическом виде, аналогично фазочастотной характеристике, но с относительным временем по оси *Y*.

6.2.1.2.3 Межканальные фазочастотные характеристики

Цель: посредством настоящего испытания измеряют изменение фазочастотных характеристик между каналами.

Межканальные фазочастотные характеристики следует измерять путем подачи синусоидального сигнала переменной частоты, при нормальной измерительной амплитуде, на входы всех каналов испытуемого оборудования. Один канал следует выбрать в качестве опорного, и так его и обозначать.

Сдвиг фаз между любым другим каналом и опорным каналом следует приводить в градусах как функцию от частоты входного сигнала, которая изменяется от 10 Гц до верхней граничной частоты, ступенями в одну октаву. Если среднеквадратичное значение суммы негармонических и паразитных компонентов в каждом выходном сигнале не превышает 1 % амплитуды испытательного сигнала, то сдвиг фаз можно измерить на основании разницы пересечения нулевой линии двумя синусоидами выходных сигналов.

Межканальную фазочастотную характеристику следует представлять в виде графика, с отдельными зависимостями для каждого канала, за исключением опорного, с частотой, отложенной по оси *X* (предпочтительно в логарифмической шкале), и сдвигом фаз между каналами, в градусах, по оси *Y*.

График можно заменить указанием максимального сдвига фаз в диапазоне частот от 10 Гц до верхней граничной частоты: например, как «+1,0/–1,5° от 10 Гц до 20 кГц».

6.2.1.2.4 Задержка (при прохождении через) испытуемое оборудование

Цель: посредством настоящего испытания измеряют абсолютную задержку, вызываемую прохождением сигнала через испытуемое оборудование.

Для измерения задержки при прохождении через испытуемое оборудование можно использовать один из трех методов, обозначенных ниже как A, B или C.

A) Через испытуемое оборудование следует пропустить импульсный испытательный сигнал. Входной и выходной сигналы должны быть одновременно отображены на откалиброванном по времени аналоговом или цифровом индикаторе формы сигналов, и время задержки считывают непосредственно с дисплея.

B) Через испытуемое оборудование следует пропустить низкочастотный синусоидальный сигнал. Задержку при прохождении через испытуемое оборудование следует измерить, присоединив обычный фазометр между входом и выходом испытуемого оборудования, который регистрирует сдвиг фаз на основе пересечения нулевой линии синусоидальными входными и выходным сигналами. Полученный результат измерения сдвига фазы при частоте синусоидального сигнала можно затем пересчитать в виде времени.

C) Через испытуемое оборудование следует пропустить случайный или псевдослучайный шумовой сигнал. Для измерения задержки выходной сигнал взаимно коррелируется с сигналом на входе испытуемого оборудования. Значение времени, соответствующее пику функции корреляции, следует считать как задержку при прохождении через испытуемое оборудование.

Пиковая амплитуда сигнала в каждом случае должна быть равна пиковой амплитуде синусоиды при нормальной измерительной амплитуде. При измерении на устройстве с двумя каналами измерения на каждом канале следует проводить по отдельности. Это делается потому, что некоторые виды оборудования обрабатывают импульсы от двух каналов попеременно; однако эту характеристику также показывают измерения межканальных фазочастотных характеристик.

Если измерения задержки проводят на сигналах, которые относятся как к области аналоговых данных, так и к области цифровых данных, должна быть указана сравнительная точка начала отсчета времени, соответствующая началу отсчета времени цифровых аудиохарактеристик. Для цифровых сигналов, удовлетворяющих требованиям IEC 60958-1, точка начала отсчета времени должна представлять собой первый переход формата данных (системы координат), содержащий каждый отсчет (начало вводной части *X* или *Z*, предшествующей параметрам отсчета). Настоящий стандарт устанавливает (разрешает) оба отсчета в системе координат (формате данных) с одинаковым отсчетом времени.

Если можно использовать отдельный опорный сигнал синхронизации, то должно быть проведено второе измерение задержки с точкой начала отсчета времени, установленной по отношению к некоторой точке в определенной временной зависимости к цифровому аудиосигналу. В начальных условиях, установленных в AES11, точка отсчета приблизительно совпадает по времени с цифровым аудиосигналом, и измерения следует проводить по отношению к точке отсчета времени в опорном сигнале, ближайшей к временной точке отсчета в цифровых аудиохарактеристиках.

6.2.2 Нелинейность амплитуды

6.2.2.1 Искажение и шум

Цель: посредством настоящего испытания измеряют сумму всех компонентов искажения и шума, добавляемых к сигналу, проходящему через испытуемое оборудование.

На вход испытуемого оборудования следует подать синусоидальный сигнал с максимальной измерительной амплитудой при нормальной измерительной частоте. На выходе испытуемого оборудования следует измерить как амплитуду, так и внутриполосную остаточную амплитуду. См. рисунок 11.



Рисунок 11 — Метод измерения искажения и шума

«Искажение и шум» должны быть внутри полосы остаточной амплитуды, выраженной в децибелах по отношению к общей амплитуде. «Искажение и шум» можно приводить в процентах (%).

Примечания

1 На это измерение ссылаются также как на TDN + N. В то время как это наименование является неправильным (так как этот метод включает негармоническое искажение), «общее гармоническое искажение и шум» («total harmonic distortion and noise», или «TDN + N») представляет собой обычную номенклатуру для большинства широко распространенных методов измерения нелинейности передаточной функции.

2 Единицы процентов не являются предпочтительными, так как они могут давать очень большой результат в случае современного профессионального оборудования.

6.2.2.2 Зависимость искажения и шума от частоты

Цель: посредством настоящего испытания измеряют изменение показателя искажения и шума от частоты.

Должна быть зарегистрирована серия результатов измерения искажения и шума с использованием диапазона частот входного сигнала и схемы, изображенной на рисунке 12. Частоты измерений могут быть выбраны произвольно, так, чтобы они соответствовали конкретному испытуемому оборудованию, например частоте дискретизации, но они должны располагаться по логарифмической шкале. Предпочтительными являются частоты от 20 Гц до верхней граничной частоты, отстоящие друг от друга на октаву.



Рисунок 12 — Метод измерения искажения и шума в зависимости от частоты

Результаты должны быть представлены в виде графика с частотой сигнала, откладываемой по оси *X* (предпочтительно в логарифмической шкале), и «искажением и шумом» в децибелах, откладываемым по оси *Y*.

Примечания

1 Это измерение называют также «THD + N в зависимости от частоты».

2 Для частот входных сигналов выше половины верхней граничной частоты гармоники не попадают в измерительный диапазон. Однако является обычной практикой строить зависимость «искажения и шума в зависимости от частоты» для входных сигналов непосредственно до верхней граничной частоты.

6.2.2.3 Зависимость искажения и шума от амплитуды

Цель: посредством настоящего испытания измеряют изменение искажения и шума в зависимости от амплитуды.

Должна быть зарегистрирована серия результатов измерения искажения и шума с использованием диапазона амплитуд входного сигнала и схемы, изображенной на рисунке 13. Амплитуда входного сигнала должна изменяться от 0 дБ$_{FS}$ до минус 80 дБ$_{FS}$, ступенями, не превышающими 10 дБ.



Рисунок 13 — Метод измерения искажения и шума в зависимости от амплитуды

Результаты следует представлять в виде графика с амплитудой входного сигнала, отложенной по оси *X* (предпочтительно в логарифмической шкале), и «искажением и шумом» в децибелах, отложенным по оси *Y*.

Примечание — Это измерение называют также «THD + N в зависимости от амплитуды».

6.2.2.4 Искажение индивидуальной гармоники

Цель: посредством настоящего испытания измеряют амплитуду компонентов искажения индивидуальной гармоники.

Испытание следует проводить, подавая на вход испытуемого оборудования синусоидальный сигнал с максимальной амплитудой измерения при нормальной измерительной частоте, с использованием схемы, изображенной на рисунке 14. Для измерения амплитуды каждой индивидуальной гармоники, при нормальной измерительной частоте, на выходе испытуемого оборудования следует использовать FFT-метод в сочетании с полосовым фильтром с вырезающей функцией (window-width band-pass filter).



Рисунок 14 — Метод измерения искажения индивидуальных гармоник

Амплитуды таких индивидуальных гармоник должны быть выражены относительно амплитуды частоты входного сигнала, измеренной на выходе испытуемого оборудования, в децибелах или абсолютных величинах, в $дБ_{FS}$.

Пример — Искажение второй гармоники: ≤ 135 дБ.

Примечание — Обычно гармоники измеряют с использованием описанного метода FFT, поскольку селективность фильтра, пропускающего высокие частоты, необходимая для того, чтобы избежать маскирования результата за счет утечки частоты входного сигнала, обычно не достигается анализаторами временной области; также обычно невозможно одновременно подавлять входной сигнал с помощью узкополосного заграждающего фильтра.

6.2.2.5 Общее искажение гармоник

Цель: посредством настоящего испытания измеряют в совокупности компоненты искажения гармоник (исключая негармоничные и шумовые составляющие).

Измерение следует проводить, подавая на испытуемое оборудование синусоидальный входной сигнал с максимальной измерительной амплитудой, при нормальной измерительной частоте, с использованием схемы, изображенной на рисунке 15. Для измерения амплитуды каждой индивидуальной гармоники, при нормальной измерительной частоте, на выходе испытуемого оборудования следует использовать FFT-метод в сочетании с полосовым фильтром с вырезающей функцией (window-width band-pass filter).



Рисунок 15 — Метод измерения общего искажения гармоник

Среднеквадратичное значение суммы всех гармоник ниже верхней граничной частоты, то есть «общее искажение гармоник», следует выражать относительно амплитуды (при частоте входного сигнала, измеренной на выходе испытуемого оборудования) в дБ или в абсолютных величинах, в $дБ_{FS}$.

Пример — «общее искажение гармоник: ≤ 120 дБ».

Примечание — Обычно гармоники измеряют с использованием описанного метода FFT, поскольку селективность фильтра, пропускающего высокие частоты, необходимая для того, чтобы избежать маскирования

результата за счет утечки частоты входного сигнала, обычно не достигается анализаторами временной области, также обычно невозможно одновременно подавлять входной сигнал с помощью узкополосного заграждающего фильтра.

6.2.2.6 Негармоническое искажение

Цель: посредством настоящего испытания измеряют амплитуду самого большого паразитного сигнала, то есть компонент негармонического искажения, полученного на выходе испытуемого оборудования, который можно измерить.

На вход испытуемого оборудования следует подать синусоидальный сигнал с максимальной измерительной амплитудой и нормальной измерительной частотой, с использованием схемы, изображенной на рисунке 16. Для измерения амплитуды компонента с самой высокой индивидуальной частотой, наблюдаемого в методе FFT ниже верхней граничной частоты, исключая частоту входного сигнала и его гармоники, следует применять FFT-метод в сочетании с полосовым фильтром с вырезающей функцией (window-width band-pass filter).



Рисунок 16 — Метод измерения наибольшего паразитного сигнала

Амплитуду наибольшего паразитного сигнала можно выразить относительно амплитуды при частоте входного сигнала, измеренной на выходе испытуемого оборудования, в децибелах или в абсолютных величинах, в дБ$_{FS}$.

Примечания

1 Критерием при оценке наибольшего паразитного сигнала независимо от того, вызывается ли он помехами, искажением сигналов, неустойчивой синхронизацией при дискретизации или модуляцией сигнала, является то, что однородный шум и гармонические компоненты являются благозвучными для уха, а негармоничные частоты — нет.

2 Обычно паразитные сигналы измеряют с использованием описанного метода FFT, поскольку селективность фильтра, пропускающего высокие частоты, необходимая для того, чтобы избежать маскирования результата за счет утечки частоты входного сигнала, обычно не достигается анализаторами временной области, также обычно невозможно одновременно подавлять входной сигнал с помощью узкополосного заграждающего фильтра.

6.2.2.7 Интермодуляционное искажение, близкий тон

Цель: посредством настоящего испытания измеряют искажение, возникающее при воспроизведении высокочастотного входного сигнала испытуемым оборудованием из-за одновременного присутствия другого высокочастотного компонента.

Близкотоновое интермодуляционное искажение следует измерять путем подачи входного сигнала с «двойным тоном», включающего два суммированных синусоидальных сигнала, на вход испытуемого оборудования, при этом один тон находится на верхней граничной частоте, а другой — на 2 кГц ниже этой частоты. Значения амплитуды следует установить при их соотношении 1:1, при этом пиковую амплитуду регулируют так, чтобы она была равна пиковой амплитуде синусоидального сигнала при максимальной измерительной амплитуде. Измерения селективной амплитуды на выходе испытуемого оборудования следует проводить при частоте разностного сигнала (S-сигнала) второго и третьего порядка, с использованием и узкополосного фильтра, и полосового фильтра с вырезающей функцией. См. рисунок 17. Среднеквадратичное значение (r.m.s.) амплитуды следует приводить в децибелах относительно выходной амплитуды низкочастотного тона.



Рисунок 17 — Интермодуляционный метод

Альтернативно близкотоновую интермодуляцию следует измерять в процентах (%).

Примечания

1 Этот метод обычно известен как метод «CCIF», и его упоминают в IEC 60268-2 и IEC 60268-3 как «искажение за счет разностной частоты».

2 Не является предпочтительным представлять интермодуляционное искажение в виде процентов, так как низкие цифры, предполагаемые для современного профессионального оборудования, могут дать несоразмерные результаты.

3 Если следует адекватно исключить основные частоты входного сигнала, разносные частоты следует извлечь полосовыми фильтрами, которые являются значительно более селективными, чем стандартный полосовой фильтр. Для сравнения следует использовать FFT-анализ с полосовыми фильтрами с вырезающей функцией.

6.2.2.8 Интермодуляционное искажение, расширенный тон

Цель: посредством настоящего испытания измеряют искажение, возникающее при воспроизведении испытуемым оборудованием высокочастотного входного сигнала из-за одновременного присутствия низкочастотного компонента.

На вход испытуемого оборудования следует подавать суммированный сигнал двух синусоидальных сигналов при частотах 41 Гц и 7993 Гц. Значение амплитуды высокочастотного тона следует устанавливать как 0,25 от значения амплитуды низкочастотного тона. Пиковую амплитуду сигнала следует отрегулировать так, чтобы она была равна пиковой амплитуде эквивалентного синусоидального сигнала при максимальной измерительной амплитуде. Измерения селективной амплитуды на выходе испытуемого оборудования следует проводить при модуляции частот боковой полосы, близких к тону 7993 Гц, с использованием и узкополосных фильтров, и полосовых фильтров (с вырезающей функцией) (или методом демодуляции). Сумму их среднеквадратичных значений следует приводить в децибелах относительно выходной амплитуды тона 7993 Гц. См. рисунок 18.



Рисунок 18 — Интермодуляционный метод

Альтернативно интермодуляционное искажение при расширенном тоне можно выражать в процентах (%).

Примечания

1 Этот метод обычно известен как метод «SMPTE/DIN», а в IEC 60268-2 и в IEC 60268-3 его называют методом «модуляционного искажения».

2 Представление интермодуляционного искажения в процентах не является предпочтительным, так как низкие цифры, предполагаемые для современного профессионального оборудования, могут дать несоразмерные результаты.

3 Если следует адекватно исключить основные частоты входного сигнала, частоты боковой полосы можно извлечь посредством демодуляции амплитуды или путем использования значительно более селективных полосовых фильтров, чем стандартный полосовой фильтр. Предпочтительнее рекомендуется провести FFT-анализ с полосовыми фильтрами с вырезающей функцией.

6.2.2.9 Амплитудно-зависимый коэффициент усиления (линейность)

Цель: посредством настоящего испытания измеряют любое изменение коэффициента усиления испытуемого оборудования с помощью амплитуды сигнала.

Амплитудно-зависимый коэффициент усиления должен быть измерен путем подачи на испытуемое оборудование синусоидального входного сигнала при нормальных измерительных амплитуде и частоте, с использованием схемы, изображенной на рисунке 19. Измерение селективной амплитуды должно проводиться на выходе испытуемого оборудования при настройке полосового фильтра на частоту входного сигнала. Начиная с амплитуды входного сигнала минус 5 $дБ_{FS}$, следует регистрировать отношение измеренной амплитуды выходного сигнала к амплитуде входного сигнала, как коэффициент усиления испытуемого оборудования, в децибелах. Амплитуду входного сигнала следует постепенно снижать, ступенями не более 5 дБ, и на каждой ступени регистрировать коэффициент усиления до тех пор, пока селективная амплитуда выходного сигнала не будет отличаться (не более чем на 5 дБ) от селективной амплитуды шума в ненагруженном канале, измеренной с использованием такого же полосового фильтра.



Рисунок 19 — Метод измерения амплитудно-зависимого коэффициента усиления

Результат измерений следует представить в виде графика, с амплитудой входного сигнала в дБ$_{FS}$, откладываемой по оси *X*, и коэффициентом усиления испытуемого оборудования, откладываемым по оси *Y*.

Наихудший случай отклонения при любой амплитуде от коэффициента усиления при первом измерении, если регистрируется скалярная величина. Однако это не является предпочтительным, так как конечная амплитуда входного сигнала может быть неопределенной, и самые высокие отклонения коэффициента усиления обычно измеряют при самых низких амплитудах.

Примечание — Если измеряемое испытуемое оборудование подвергают действию высоких уровней шумов или других артефактов, можно получить улучшенные результаты при использовании полосового фильтра с более узкой шириной полосы, чем у стандартного полосового фильтра.

6.2.2.10 Собственные продукты модуляции сигнала

Цель: посредством настоящего испытания измеряют присущую испытуемому оборудованию модуляцию амплитуды входного сигнала.

На испытуемое оборудование следует подать синусоидальный сигнал минус 5 дБ$_{FS}$ на частоте, составляющей 0,499 от верхней граничной частоты, с использованием схемы, изображенной на рисунке 20. Выходной сигнал испытуемого оборудования должен быть выпрямленным двухполупериодным сигналом, и комплект измерений селективной амплитуды полученного сигнала следует проводить с полосовым фильтром, настроенным на каждую стандартную частоту третьей части октавы, между 50 и 500 Гц.

Примечание — Это измерение можно проводить с помощью большинства имеющихся в продаже анализаторов IM-искажения, применяемых в сочетании с анализатором полосы (через третью часть октавы).

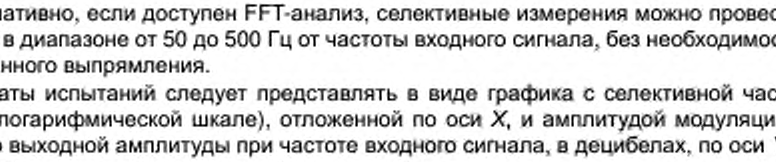

Рисунок 20 — Метод измерения собственных продуктов модуляции сигнала

Альтернативно, если доступен FFT-анализ, селективные измерения можно провести при различных частотах в диапазоне от 50 до 500 Гц от частоты входного сигнала, без необходимости проведения демодуляционного выпрямления.

Результаты испытаний следует представлять в виде графика с селективной частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и амплитудой модуляции, выраженной относительно выходной амплитуды при частоте входного сигнала, в децибелах, по оси *Y*.

6.2.2.11 Модуляция шумов с низкой амплитудой

Цель: посредством настоящего испытания измеряют модуляцию остаточного шума в испытуемом оборудовании как следствие изменения уровня сигнала. Это может быть следствием неодинаковых уровней квантования в А/Ц- или Ц/А-преобразователе или недостаточной линейности какого-либо цифрового устройства из-за неэффективного возбуждения.

На испытуемое оборудование следует подать синусоидальный входной сигнал частотой 41 Гц, при амплитуде минус 40 дБ$_{FS}$, с использованием схемы, изображенной на рисунке 21. Тон 41 Гц следует удалить из выходного сигнала испытуемого оборудования с помощью заграждающего фильтра, и комплекс измерений селективной амплитуды остаточного шума следует проводить с полосовым фильтром, настроенным на каждую стандартную частоту третьей октавы, между 200 Гц и верхней граничной частотой.



Рисунок 21 — Метод измерения модуляции шумов с низкой амплитудой

Затем амплитуду входного сигнала следует постепенно уменьшать, ступенями по 10 дБ, регистрируя набор отстоящих друг от друга на одну треть октавы селективных амплитуд при каждой амплитуде входного сигнала, до тех пор, пока селективная амплитуда входного сигнала, измеренная на выходе испытуемого оборудования, не станет ниже шума в ненагруженном канале.

Модуляция шумов с низкой амплитудой на каждой частоте фильтра должна представлять собой отношение самой высокой и самой низкой зарегистрированных амплитуд шума при данной частоте, выраженное в децибелах.

Результаты следует представить в виде графика с селективной частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и соответствующими отношениями модуляции шумов, в децибелах, отложенной по оси *Y*.

Альтернативно самое высокое рассчитанное отношение независимо от частоты может быть приведено в качестве скалярного результата.

6.2.3 Шум

6.2.3.1 Шум в ненагруженном канале

Цель: посредством настоящего испытания измеряют взвешенный шум при нулевом сигнале, подаваемом на вход испытуемого оборудования.

Шум в ненагруженном канале должен представлять собой внутриполосную амплитуду, измеренную на выходе испытуемого оборудования после применения взвешивающего фильтра, считываемую в $дБ_{FS}$ и выраженную в «$дБ_{FS}$ CCIR-RMS». Если вход испытуемого оборудования является аналоговым, он должен иметь нормальный импеданс источника, если вход цифровой, то он должен быть приведен в состояние цифрового нуля. См. рисунок 22.



Рисунок 22 — Метод шума в ненагруженном канале

6.2.3.2 Спектр шума в ненагруженном канале

Цель: посредством настоящего испытания измеряют спектральное распределение шума в ненагруженном канале испытуемого оборудования.

Спектр шума в ненагруженном канале должен включать комплекс измерений селективных амплитуд на выходе испытуемого оборудования, при условиях на входе ненагруженного канала, указанных в 6.2.3.1, но без взвешивающего фильтра. Селективные измерения следует проводить с полосовым фильтром, настроенным на стандартные частоты третьей части октавы, не превышающие верхней граничной частоты. См. рисунок 23.



Рисунок 23 — Метод измерения спектра шумов в ненагруженном канале

Результат должен быть представлен в виде графика с селективной частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и селективной амплитуды шумов, в $дБ_{FS}$, отложенной по оси *Y*.

Примечание — Спектр шума в ненагруженном канале можно быстро посчитать с помощью FFT-анализа выходного сигнала испытуемого оборудования в условиях ненагруженного канала.

6.2.3.3 Динамический диапазон

Цель: посредством настоящего испытания измеряют отношение полной амплитуды к амплитуде шума, производимого испытуемым оборудованием в присутствии малого сигнала.

На испытуемое оборудование следует подавать синусоидальный входной сигнал при нормальной измерительной частоте с амплитудой минус 60 $дБ_{FS}$, с использованием схемы, изображенной на рисунке 24. Внутриполосную остаточную амплитуду на выходе испытуемого оборудования следует измерять после применения взвешивающего фильтра.



Рисунок 24 — Метод измерения динамического диапазона

Динамический диапазон, обозначаемый как «дБ CCIR-RMS», следует определять путем преобразования измеренной амплитуды, то есть перемены знака измерения, выраженного в $дБ_{FS}$. Например, измерение взвешенной остаточной амплитуды 110 $дБ_{FS}$ просто соответствует динамическому диапазону 110 дБ CCIR-RMS.

Примечание — Амплитуда шума в присутствии сигнала может отличаться от амплитуды шума ненагруженного канала из-за нелинейности испытуемого оборудования или в случаях, когда испытуемое оборудование реагирует конкретно на входной сигнал, равный цифровому нулю.

6.2.3.4 Отношение шумов вне полосы

Цель: посредством настоящего испытания измеряют величину паразитных компонентов, производимых испытуемым оборудованием при частотах выше аудиополосы, при условиях ненагруженного канала.

Отношение шумов вне полосы следует измерять на выходе испытуемого оборудования при нулевом сигнале, подаваемом на вход испытуемого оборудования, с использованием схемы, изображенной на рисунке 25. Если вход испытуемого оборудования является аналоговым, он должен иметь нормальный импеданс источника, а если вход цифровой, то он должен быть приведен в состояние цифрового нуля.



Рисунок 25 — Метод измерения отношения шумов вне полосы

Амплитуду всех компонентов выше верхней граничной частоты следует измерять с использованием внеполосного фильтра и выражать в $дБ_{FS}$.

Примечание — Предполагается, что этот метод главным образом следует применять для испытуемого оборудования с аналоговым выходом. Однако он включен в «Общие методы», так как его можно успешно применять к испытуемому оборудованию с высокими частотами дискретизации, в котором шум дискретизации сформирован в области между верхней граничной частотой и максимальной частотой сигнала.

6.2.4 Составляющие помех

6.2.4.1 Общие положения

Последующие характеристики в основном применяют к испытуемому оборудованию с аналоговыми входами или выходами, но они включены в «Общие методы», так как они не являются точными или необходимыми характеристиками входа или выхода.

6.2.4.2 Разделение каналов

Цель: посредством настоящего испытания измеряют линейную утечку сигнала из одного канала многоканального испытуемого оборудования в другой канал.

На вход одного канала испытуемого оборудования следует подать синусоидальный сигнал переменной частоты при максимальной измерительной амплитуде. Входы других каналов должны иметь нормальный импеданс источника, если они являются аналоговыми, или их следует привести в состояние цифрового нуля, если они являются цифровыми. См. рисунок 26.



Рисунок 26 — Метод разделения каналов

Частоту входного сигнала следует смещать от 10 Гц до верхней граничной частоты, ступенями, не превышающими одну октаву. При каждой частоте следует измерять разделение каналов в виде селективной амплитуды выходного сигнала на каждом из незадействованных каналов относительно амплитуды выходного сигнала нагруженного канала в децибелах. Этот процесс следует повторять последовательно для каждого канала, в свою очередь, нагруженным каналом, и для выходного сигнала каждого канала сохраняют самый высокий результат по амплитуде.

Результаты испытаний следует представлять в виде графика с частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и наихудшим случаем разделения при этой частоте для каждой пары каналов, в децибелах, отложенным по оси *Y*. Альтернативно результат можно представить в виде наихудшего разделения для любой пары каналов при высокой и низкой частотах помех.

6.2.4.3 Перекрестные помехи между источниками

Цель: посредством настоящего испытания измеряют линейную утечку сигнала любого из каналов с невыбранным входом испытуемого оборудования в любой выходной канал испытуемого оборудования, например в случае маршрутизатора или предварительного усилителя со многими входами.

На все входы каналов испытуемого оборудования (от) невыбранного источника следует подавать синусоидальный входной сигнал переменной частоты при максимальной измерительной амплитуде. Входы каналов выбранного источника должны иметь нормальный импеданс источника (если вход является аналоговым), или они должны быть приведены в состояние цифрового нуля (если вход является цифровым). См. рисунок 26.

Частоту входного сигнала следует изменять от 10 Гц до верхней граничной частоты, ступенями не более одной октавы. При каждой частоте селективную выходную амплитуду на выходах каналов следует измерять относительно амплитуды выходного сигнала на выходе наихудшего источника (канала) в децибелах.

Результат измерений следует представить в виде графика с частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и перекрестной помехой в наиболее пострадавшем канале при этой частоте, в децибелах, отложенной по оси *Y*. Альтернативно можно представить один результат в виде наихудшей перекрестной помехи в любом канале при высоких и низких частотах помехи.

Этот процесс можно повторить для всех представительных комбинаций выбранных и невыбранных источников. В этом случае каждая точка на графике или единичный результат должны представлять наихудший случай пары источников.

6.2.4.4 Утечка со входа на выход

Цель: посредством настоящего испытания измеряют линейную утечку сигнала со всех входных каналов испытуемого оборудования на любой канал выхода испытуемого оборудования. Это измерение является значимым только для испытуемого оборудования, способного выводить сигнал, некоррелированный с сигналом на его входе (например, если ленточный магнитофон работает в режиме воспроизведения), или для испытуемого оборудования, выходные сигналы которого можно отключить.

На все входы каналов испытуемого оборудования всех источников, которые могут быть выбраны, следует подавать синусоидальный входной сигнал с переменной частотой при максимальной

измерительной амплитуде. Испытуемое оборудование следует установить в режим, который посылает сигнал цифрового нуля (возмущенный или нет) на все выходы. См. рисунок 26.

Частоту входного сигнала следует смещать от 10 Гц до верхней граничной частоты, ступенями не более одной октавы. При каждой частоте следует измерять селективную амплитуду выходного сигнала на выходе каждого канала относительно номинальной амплитуды выходного сигнала, если входной сигнал был подключен к этому выходу, в децибелах.

Результаты измерений следует представлять в виде графика с частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и утечкой на наиболее поврежденный выход, в децибелах, по оси *Y*. Альтернативно можно представить один результат в виде наихудшей утечки на любой канал при высоких и низких частотах помех.

Примечание — Это измерение известно также как «проходящая подача».

6.2.4.5 Нелинейные перекрестные помехи

Цель: посредством настоящего испытания измеряют нелинейное взаимодействие сигналов в каналах многоканального испытуемого оборудования. Так как этот метод включает перевозбуждение (перегрузку) аналоговых цепей испытуемого оборудования, его можно применять только к испытуемому оборудованию с аналоговыми входами.

Нелинейную перекрестную помеху при высоких частотах следует измерять при подаче сигнала на все входы испытуемого оборудования с использованием схемы, изображенной на рисунке 27. На измеряемый канал следует подавать нормальную измерительную амплитуду с синусоидальным входным сигналом при верхней граничной частоте. Другие каналы следует соединить друг с другом и подавать на них + 3 дБ$_{FS}$ с синусоидальным входным сигналом, который на 3 кГц ниже синусоидального входного сигнала измеряемого канала.



Рисунок 27 — Метод измерения нелинейных перекрестных помех

Отношение амплитуды компонента с разностной частотой (частотой S-сигнала) второго порядка 3 кГц в измеряемом канале к амплитуде сигнала в измеряемом канале следует выражать в децибелах.

Отношение амплитуды компонента интермодуляции третьего порядка при 6 кГц ниже верхней граничной частоты к амплитуде сигнала в измеряемом канале следует выражать в децибелах.

Эти измерения следует повторить для каждого из каналов испытуемого оборудования. Измеренные значения следует приводить по отдельности, как перекрестные помехи четного и нечетного порядка, соответственно для каждого канала, или следует приводить наихудшие результаты четного и нечетного порядка среди всех каналов.

Нелинейные перекрестные помехи при низких частотах следует измерять путем подачи сигнала на все входы испытуемого оборудования. На канал, на котором проводят измерения, следует подавать нормальную измерительную амплитуду с синусоидальным входным сигналом при половине верхней граничной частоты. Другие каналы следует соединить вместе и подавать на них +3 дБ$_{FS}$ с синусоидальным входным сигналом частотой 40 Гц. Отношение среднеквадратичного значения суммы амплитуд модуляционных боковых полос, введенных в сигнал в измеряемом канале, к амплитуде сигнала в измеряемом канале следует выражать в дБ. Измерения следует повторить для каждого из каналов испытуемого оборудования. Следует привести наихудшее измеренное на всех каналах значение.

6.2.4.6 Составляющие, связанные с линиями энергоснабжения (сетями)

Цель: посредством настоящего испытания измеряют компоненты шума испытуемого оборудования, вызываемые сетевым электропитанием, подаваемым на испытуемое оборудование.

Входы каналов испытуемого оборудования должны иметь нормальный импеданс источника (если они являются аналоговыми) или должны быть приведены к неустойчивому цифровому нулю (с добавлением псевдослучайного шума) (если они являются цифровыми). При установке органов регулирования испытуемого оборудования в их нормальные положения следует проводить селективные измерения на выходе испытуемого оборудования на частоте линии энергопитания. Измерения должны быть

повторены на второй — пятой гармониках, и должно быть рассчитано среднеквадратичное значение суммы шести измерений. Результат следует выразить относительно выходного сигнала полной амплитуды в дБ$_{FS}$. Схема испытаний приведена на рисунке 28.



Рисунок 28 — Метод измерения составляющих, связанных с линией энергоснабжения (сетью)

Примечания

1 В качестве сетевых помех включаются только компоненты, гармонически связанные с частотой в линии энергоснабжения. Любые артефакты, возникающие в испытуемом оборудовании в результате энергоснабжения, типа высокочастотного переключения, классифицируют как паразитные компоненты (возникшие где-то в другом месте).

2 Для оборудования хорошего качества, с низкими помехами со стороны линии энергоснабжения, шумы, вероятно, будут доминировать над селективными измерениями. Таким образом, предпочтительно использовать фильтр, имеющий самую узкую полосу пропускания из доступных. В альтернативном случае (единичный) FFT-анализ выходного сигнала испытуемого оборудования может рассчитать сумму всех шести компонентов с селективностью, ограниченной только длительностью регистрации и выбранной вырезающей функцией.

6.2.5 Эффекты дискретизации

6.2.5.1 Подавление составляющих искажения

Цель: посредством настоящего испытания измеряют влияние паразитной передачи испытуемым оборудованием входных частот, лежащих за пределами максимальной частоты сигнала, на выходные частоты, которые ниже максимальной частоты сигнала.

Подавление составляющих искажения следует измерять, подавая на вход испытуемого оборудования синусоидальный сигнал при нормальной измерительной амплитуде. Если вход испытуемого оборудования является аналоговым, сигнал следует смещать от установленного максимума (в идеале в четыре раза превышающего частоту дискретизации) до максимальной частоты сигнала, ступенями, не превышающими одну третью часть октавы. Если вход испытуемого оборудования является цифровым, сигнал следует смещать от максимальной частоты входного сигнала до максимальной частоты выходного сигнала. См. рисунок 29.



Рисунок 29 — Метод измерения подавления составляющих искажения

Для каждой частоты входного сигнала измерение внутриполосной амплитуды следует регистрировать на выходе испытуемого оборудования. Ее следует выражать относительно амплитуды входного сигнала в децибелах. Результаты следует представлять в виде графика с частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и относительной амплитудой измеренных компонентов искажения, в децибелах, по оси *Y*. Альтернативно результат можно привести просто как самый высокий результат, зарегистрированный в данном диапазоне частот.

Для испытуемого оборудования с аналоговыми входами и выходами на выходе испытуемого оборудования можно применять узкополосный заграждающий фильтр на частоте входного сигнала для подавления утечки со входа на выход.

Примечания

1 Этот метод в основном предполагают применять для испытуемого оборудования с аналоговыми входами. Однако он включен в общие методы, так как искажение может существовать в любом элементе, обрабатывающем

сигнал, который включает субдискретизацию. Таким образом, этот метод следует также применять к испытуемому оборудованию с цифровыми входами, если частота дискретизации на входе может превышать частоту дискретизации на выходе.

2 Частоту дискретизации аналоговых портов испытуемого оборудования, для которых она уже не известна, можно определить, отслеживая частоту компонента искажения выходного сигнала.

6.2.5.2 Подавление компонентов отображения

Цель: посредством настоящего испытания измеряют общую амплитуду компонентов вне полосы, производимых испытуемым оборудованием, измеренных при наличии внутриполосного входного сигнала.

На испытуемое оборудование следует подать синусоидальный входной сигнал при максимальной измерительной амплитуде, который смещают по частоте от 10 Гц до половины верхней граничной частоты или 10 кГц, в зависимости от того, что ниже, ступенями, не превышающими одной трети октавы. Для каждой частоты входного сигнала его следует удалить из выходного сигнала испытуемого оборудования с помощью заграждающего полосового фильтра, и амплитуду всех компонентов выше верхней граничной частоты следует измерить с использованием внеполосного фильтра и выразить относительно амплитуды входного сигнала в децибелах. См. рисунок 30.



Рисунок 30 — Метод измерения подавления компонентов отображения

Результаты должны быть представлены в виде графика с частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и относительной амплитудой измеренных компонентов отображения, в децибелах, по оси *Y*. Альтернативно результат можно просто привести в виде самого высокого результата, зарегистрированного в данном диапазоне частот.

Примечания

1 Это измерение идентично измерению внеполосных паразитных компонентов, но при добавлении входного сигнала и заграждающего полосового фильтра для удаления входного сигнала на выходе испытуемого оборудования.

2 Предполагают, что этот метод следует в основном применять для испытуемого оборудования с аналоговыми выходами. Однако он включен в общие методы, так как отображение может существовать в любом элементе, обрабатывающем сигнал, который включает передискретизацию. Таким образом, этот метод следует также применять для испытуемого оборудования с цифровыми выходами, у которого частота дискретизации выходного сигнала может превышать частоту дискретизации входного сигнала.

3 Частоту дискретизации аналоговых портов испытуемого оборудования, для которых она не известна, можно определить, отслеживая частоту компонента отображения на выходе.

6.2.5.3 Восприимчивость к неустойчивой синхронизации дискретизации

Цель: посредством настоящего испытания измеряют «неустойчивую синхронизацию дискретизации» или фазовую модуляцию в испытуемом оборудовании, вызванную неидеальной фильтрацией неустойчивой синхронизации интерфейса от опорного синхроимпульса.

На вход испытуемого оборудования следует подать синусоидальный входной сигнал с максимальной измерительной амплитудой при половине верхней граничной частоты, с использованием схемы, изображенной на рисунке 31. Подаваемый на вход опорный синхроимпульс следует запускать сигналом, фаза которого подвергается неустойчивой синхронизации синусоидальным сигналом неустойчивой синхронизации, частоту которого смещают от 80 Гц до половины верхней граничной частоты, ступенями величиной в октаву. Амплитуду при неустойчивой синхронизации следует установить на верхнем пределе допуска по неустойчивой синхронизации применяемого формата опорного синхроимпульса. Если этот предел не установлен, следует применять величину расстояния между пиками 40 нс или $1/(512 \cdot f_s)$ (в зависимости от того, какая величина является меньшей).



Рисунок 31 — Метод измерения восприимчивости к неустойчивой синхронизации

Внутриполосную остаточную амплитуду выходного сигнала испытуемого оборудования относительно входного сигнала следует измерять с использованием заграждающего фильтра с (по возможности) более узкой полосой, предпочтительно заграждающего фильтра с вырезающей функцией. Если не имеется в наличии узкополосного заграждающего фильтра, можно использовать стандартный заграждающий фильтр, но это может сделать метод нечувствительным к низкочастотной неустойчивой синхронизации. Результаты должны быть представлены в виде графика с частотой (пульсаций) (предпочтительно в логарифмической шкале) по оси *X* и относительной остаточной амплитудой, в децибелах, по оси *Y*.

Измерение можно повторить для других частот входного сигнала, например, 1/192 от частоты дискретизации (которая может идентифицировать аномальное низкочастотное функционирование) или на частоте 997 Гц (которая может привести к максимальному взаимодействию с кодами данных).

Примечания

1 Наиболее часто это может возникать в испытуемом оборудовании с аналоговыми входами или выходами, где флуктуация временного положения импульсов при дискретизации происходит в точке А/Ц- или Ц/А-преобразования. Однако этот метод включен в «общие методы», поскольку флуктуация временного положения импульсов при дискретизации может произойти в любом устройстве, где колебание опорного синхроимпульса может вызвать модуляцию аудиосигнала, проходящего через испытуемое оборудование, например, в асинхронных преобразователях частоты квантования (asynchronous sample-rate converters, ASRC).

2 Важно, чтобы активный опорный синхроимпульс испытуемого оборудования был правильно идентифицирован. Для испытуемого оборудования с аналоговыми входами обычно используют специализированный вход для опорного синхроимпульса, в то время как для испытуемого оборудования с цифровыми входами опорным синхроимпульсом является обычно сам цифровой аудиовход. Однако часто имеются исключения из этого правила, и важно, чтобы все источники опорного синхроимпульса были охарактеризованы, так как они могут вести себя различным образом. Этот метод неприменим для оценки неустойчивой синхронизации, «присущей» внутреннему опорному синхроимпульсу, так как он неспособен выделить, какие составляющие на выходе испытуемого оборудования являются результатом флуктуации временного положения импульсов при дискретизации.

6.3 Характеристики входа/выхода

6.3.1 Характеристики аналогового входа

6.3.1.1 Полная амплитуда аналогового входного сигнала

Цель: посредством настоящего испытания измеряют амплитуду аналогового входного сигнала, необходимую для достижения срезания цифрового импульса при стандартных настройках. Эту характеристику иногда называют: «выравнивание», «цифро-аналоговое выравнивание», или «Ц/А-выравнивание».

Для испытуемого оборудования, у которого выходной сигнал доступен в области цифровых данных, полная амплитуда аналогового входного сигнала должна быть на 20 дБ (то есть в 10 раз) выше, чем амплитуда синусоидального входного сигнала при нормальной измерительной частоте, которая при подаче на вход вызывает амплитуду выходного цифрового сигнала 20 $дБ_{FS}$. См. рисунок 32.



Рисунок 32 — Метод измерения полной амплитуды аналогового входного сигнала

Для испытуемого оборудования, у которого выходной сигнал недоступен в цифровой области, полная амплитуда аналогового входного сигнала может составлять величину на 0,5 дБ ниже самой большой амплитуды синусоидального входного сигнала при нормальной измерительной частоте, которую можно подать на вход испытуемого оборудования до того, как будет получено «искажение и шум» минус 40 дБ (1 %) или снижение коэффициента усиления на 0,3 дБ, в зависимости от того, что произойдет раньше.

Полную амплитуду аналогового входного сигнала следует выражать в $дБ_u$, в альтернативном случае ее можно выразить в V_{rms}.

Все регуляторы испытуемого оборудования следует установить на стандартные настройки или в их нормальное рабочее положение, если не установлено иное. Другие органы контроля усиления в испытуемом оборудовании следует отрегулировать так, чтобы свести к минимуму вероятность перегрузки выходной схемы испытуемого оборудования.

6.3.1.2 Функционирование при перегрузке

Цель: посредством настоящего испытания идентифицируют нелинейное поведение в А/Ц-преобразователях в точке перегрузки, особенно условия, обычно называемые «переворачивание» или «обвивание».

Характеристики перегрузки аналогового входа испытуемого оборудования следует измерять, подавая синусоидальный сигнал + 3 $дБ_{FS}$ при нормальной измерительной частоте. «Искажение и шум» выходного сигнала следует измерять и регистрировать в децибелах. Затем измерения следует повторить при минус 3 $дБ_{FS}$. Приводимое значение должно представлять собой результат второго измерения, вычтенный из результата первого измерения, выраженный в децибелах. См. рисунок 33.



Рисунок 33 — Метод определения функционирования при перегрузке

При желании измерение можно повторить при других частотах, чтобы исследовать частотную зависимость функционирования при перегрузке.

6.3.1.3 Коэффициент подавления синфазного сигнала (Common-mode rejection ratio, CMRR)

Цель: посредством настоящего испытания измеряют степень, в которой синфазный входной сигнал задерживается симметричным аналоговым входом.

Коэффициент подавления синфазного сигнала (CMRR) аналоговыми, симметричными входами испытуемого оборудования следует измерять при установке обоих входных лимбов в положения одинаковых синусоидальных входных сигналов, при нормальной измерительной амплитуде, относительно входного сигнала на клемме заземления. Каждый лимб приводится в состояние с нормальным импедансом источника. См. рисунок 34. CMRR должен быть рассчитан как отношение, в децибелах, выходного отклика (каждого лимба) входного сигнала и селективной амплитуды, измеренной при подаче сигнала на оба лимба одновременно. CMRR следует измерять в диапазоне частот от 20 Гц до верхней граничной частоты при разделении не более чем на одну октаву.

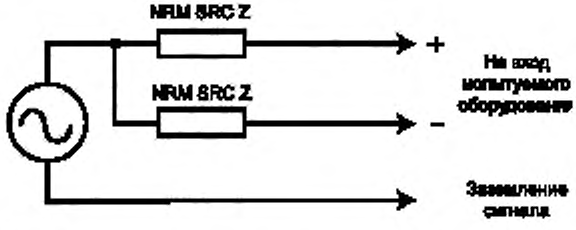

Рисунок 34 — Метод измерения коэффициента подавления синфазного сигнала

Результаты должны быть представлены в виде графика, с частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и (CMRR) в децибелах, отложенным по оси *Y*. Альтернативно можно представить индивидуальные результаты при верхней и нижней стандартных частотах помех.

Более точную характеристику можно измерить путем повторения набора экспериментов с асимметричными импедансами источников. Один лимб должен иметь нормальный импеданс источника, а другой — 600 Ом.

Примечания

1 Режим испытания CMRR обычно доступен для генераторов аналогового сигнала, в которых инвертированный выходной сигнал замещен источником импеданса неинвертированного выходного сигнала, таким образом производя на сбалансированных выходных лимбах генератора сигналов идентичные, а не нормальные (в противофазе) сигналы.

2 Для более строгих методов измерения (CMRR) см. IEC 60268-3.

6.3.2 Характеристики аналогового выхода

6.3.2.1 Полная амплитуда аналогового сигнала

Цель: посредством настоящего испытания измеряют амплитуду аналогового выходного сигнала, полученную из полной амплитуды цифрового сигнала при стандартных настройках. Эту характеристику иногда называют «выравнивание», «цифро-аналоговое выравнивание», или «Ц/А-выравнивание».

Все регуляторы испытуемого оборудования должны быть установлены на стандартные настройки или, если они не указаны, в их нормальное рабочее положение. Другие регуляторы усиления в испытуемом оборудовании должны быть настроены таким образом, чтобы минимизировать возможность перегрузки во входной цепи испытуемого оборудования.

Для испытуемого оборудования, у которого вход доступен в области цифровых данных, полная амплитуда аналогового выходного сигнала должна быть на 20 дБ (то есть в 10 раз) больше, чем амплитуда, измеренная на выходе испытуемого оборудования, когда на вход испытуемого оборудования подают синусоидальный сигнал минус 20 $дБ_{FS}$ при нормальной частоте измерения. См. рисунок 35.

Для испытуемого оборудования, у которого вход в области цифровых данных недоступен, полная амплитуда аналогового выходного сигнала должна быть на 0,5 дБ ниже амплитуды, измеренной на выходе испытуемого оборудования, когда на вход испытуемого оборудования подают синусоидальный сигнал при нормальной измерительной частоте, амплитуду которого постепенно увеличивают до тех пор, пока на выходе испытуемого оборудования не будут достигнуты «искажение и шум» минус 40 дБ (1 %) или снижение коэффициента усиления 0,3 дБ.



Рисунок 35 — Метод измерения полной амплитуды аналогового выходного сигнала

Полную амплитуду аналогового выходного сигнала следует выразить в $дБ_u$ или, возможно, в V_{rms}.

6.3.2.2 Баланс выходного сигнала

Цель: посредством настоящего испытания измеряют симметрию сбалансированного аналогового выходного сигнала.

Симметрия сбалансированного аналогового выходного сигнала испытуемого оборудования определяется при подаче на вход испытуемого оборудования синусоидального сигнала с переменной частотой при нормальной измерительной амплитуде. Неинвертирующий и инвертирующий лимбы выхода испытуемого оборудования должны быть выведены на импеданс 600 Ом, включающий два элемента по 300 Ом, общая точка которых выведена на клемму заземления выхода испытуемого оборудования, с дополнительным импедансом 600 Ом, на котором селективно измеряют несбалансированную амплитуду. См. рисунок 36. Симметрия на выходе должна представлять собой отношение дифференциальной амплитуды выходного сигнала испытуемого оборудования к несбалансированной амплитуде, выраженное в дБ, и она должна быть измерена в диапазоне частот между 20 Гц и верхней граничной частотой, при ступенях величиной не более одной октавы.

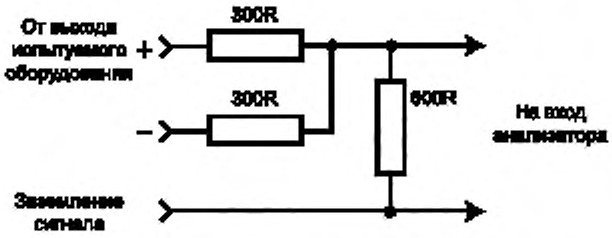

Рисунок 36 — Метод измерения баланса выходного сигнала

Результаты должны быть приведены в виде графика с частотой (предпочтительно в логарифмической шкале), отложенной по оси *X*, и балансом выходного сигнала, в децибелах, по оси *Y*. Альтернативно можно представить индивидуальные результаты при верхней и нижней стандартных частотах помех.

Примечания

1 Резисторы 300 Ом должны точно соответствовать друг другу, чтобы точно измерить баланс выходного сигнала. Предпочтительным является совпадение до 0,01 %, хотя для большинства оборудования соответствие в пределах 0,1 % является адекватным. При проведении измерений на испытуемом оборудовании, которое не может приводить в действие дифференциальную нагрузку 600 Ом, можно соответственно масштабировать три резистора.

2 Для более строгого метода измерения баланса выходного сигнала см. IEC 60268-3.

6.3.3 Характеристики цифрового входа

6.3.3.1 Общие положения

Должен быть определен стандарт для интерфейса, которому должны соответствовать все цифровые входы, включая любую применимую степень или уровень единообразия. Должны быть включены любые, предназначенные для этого входы для опорного синхроимпульса.

Подходящие методы испытаний соответствия испытуемого оборудования выходят за пределы области действия настоящего стандарта, и их следует установить со ссылкой на соответствующий стандарт. В общем случае следует применять методы для установления обработки на входе как аудио-, так и неаудиоданных и их восприимчивости к соответствующим параметрам качества носителя, включая точность определения частоты дискретизации и неустойчивость синхронизации.

6.3.3.2 Длина слова входного сигнала

Цель: посредством настоящего испытания определяют число активных аудиобит, которое воспринимают цифровые входы испытуемого оборудования, как определено в 3.14.

Длина слова входного сигнала является важной, поскольку она определяет амплитуду возмущения генератора, применяемую при проведении других измерений, включающих этот вход испытуемого оборудования. Длина слова входного сигнала может быть указана изготовителем или (если она не указана) ее можно вывести с помощью следующих методов.

В испытуемом оборудовании, в котором часть единичного усиления доступна с испытуемого цифрового входа на цифровой выход с большей или равной длиной слова, длину слова выходного сигнала можно установить путем проведения измерения динамического диапазона этой части, установив первоначально длину слова генератора длиной 12 бит. Затем длину слова генератора увеличивают последовательно по одному биту за один раз и отмечают изменение в измерениях динамического диапазона. Длина входного слова соответствует тому моменту, когда увеличение длины выходного слова генератора на один бит приводит к увеличению динамического диапазона менее чем на 3 дБ.

При других обстоятельствах длину входного слова можно установить, стимулируя вход последовательностью импульсов с установлением всех бит на нуль, за исключением одного бита, который имеет последовательность 1,1,0,0. Когда изменяющийся бит находится внутри длины входного слова, измерение селективной амплитуды при одной четверти шага дискретизации (f_s/4) на выходе испытуемого оборудования может зафиксировать активность бита. При изменении бита ниже длины входного слова при подаче на вход цифрового нуля невозможно определить изменения в измеренной амплитуде.

6.3.4 Характеристики цифрового выхода

6.3.4.1 Общие положения

Должен быть определен стандарт для интерфейса, которому должны соответствовать все цифровые выходы, включая любую применимую степень или уровень единообразия. Должны быть введены любые предназначенные для этого выходы для опорного синхроимпульса.

Подходящие методы испытания на соответствие испытуемого оборудования выходят за пределы области действия настоящего стандарта, и их следует установить со ссылкой на соответствующий стандарт. В общем случае следует применять методы для определения обработки на выходе как аудио-, так и неаудиоданных и их восприимчивости к соответствующим параметрам качества носителя. Для предназначенных для этого выходов опорных синхроимпульсов также должны быть введены присущие им характеристики неустойчивости синхронизации и передачи неустойчивости синхронизации.

6.3.4.2 Длина выходного слова

Цель: посредством настоящего испытания определяют число активных аудиобит, которые передаются с выходов испытуемого оборудования, как определено в 3.24.

Длину выходного слова определяют, наблюдая активность бит на цифровом выходе с использованием оборудования, пригодного для указанного стандарта на интерфейс. Длина выходного слова представляет собой число наиболее значимых бит, которые не передаются непрерывно в виде логического нуля.

Примечания

1 Если длину выходного слова можно регулировать, должна быть установлена длина выходного слова, используемая для каждого измерения. Может быть, удобно указать, что некоторые измерения проводят при нескольких длинах слова.

2 Длина выходного слова сама по себе не является показателем качества (аудиосигнала), так как содержание бит низшего порядка не предполагается и не оценивается при измерении активности бит.

Приложение А
(обязательное)

Альтернативные методы измерений

А.1 Общие положения

Настоящий стандарт устанавливает в основном традиционные методы испытаний, использующие простые синусоидальные входные (испытательные) сигналы и основные селективные и остаточные методы измерений. Такие технологии испытаний используются потому, что они применяют простое аналоговое испытательное оборудование. Однако такие методы испытаний достаточно длительны, и каждый метод испытаний осуществляется в определенной последовательности. Даже повторные измерения, проводимые с помощью автоматических разверток, являются последовательными и медленными.

Современное испытательное оборудование позволяет применять комплексные входные (испытательные) сигналы и сложный FFT-анализ при низкой его стоимости. Такие технологии позволяют охарактеризовать многие свойства испытуемого оборудования посредством отклика на единичный входной (испытательный) сигнал. Таким образом, определить характеристики испытуемого оборудования можно значительно быстрее, чем это возможно при использовании только традиционных средств. Кроме того, при использовании таких технологий возможно более тщательно охарактеризовать испытуемое оборудование, чем это можно получить при использовании простых синусоидальных входных (испытательных) сигналов.

А.2 Синхронный мультитональный анализ

А.2.1 Общие положения

Мультитональный анализ включает воздействие на испытуемое оборудование входными испытательными сигналами нескольких частот одновременно и анализ выходного сигнала методами на основе FFT-анализа. Такой метод позволяет провести несколько измерений одновременно по многим каналам, если это требуется.

Специальный случай мультитонального анализа требует, чтобы генерирование и анализ частот дискретизации были идентичными, в пределах очень малого допуска. В этом случае входной испытательный сигнал может быть таким, чтобы последующий FFT-анализ можно было провести при «многооконной» обработке при условии, что каждый тон входного испытательного сигнала занимал только один бин (один элемент) полученного FFT. Этот метод известен как «синхронный мультитональный анализ», и он обладает многими полезными свойствами. Нижеприведенные подпункты описывают набор методов, основанных на синхронном мультитональном анализе.

Синхронный мультитональный анализ можно применять к испытуемому оборудованию с аналоговыми или цифровыми входами и выходами, если частоты дискретизации генератора сигнала испытуемого оборудования и анализатора сигнала могут быть синхронными. Это присуще большинству цифро-цифровых видов испытуемого оборудования; и это легко можно организовать в кросс-доменных видах испытуемого оборудования путем синхронизации аналогового генератора или анализатора с частотой дискретизации испытуемого оборудования. Для цифро-цифрового испытуемого оборудования, где вход и выход имеют различные или асинхронные частоты дискретизации (например, в преобразователях частоты дискретизации), синхронный мультитональный анализ нельзя использовать, за исключением случая, когда анализатор сигнала способен проводить повторную дискретизацию входного сигнала, чтобы он строго соответствовал частоте дискретизации генератора сигнала.

Для всех описанных ниже методов, за исключением особо оговоренных случаев, испытуемое оборудование имеет конфигурацию со стандартными настройками, как описано в 5.4. Если используют другие настройки, это должно быть ясно оговорено.

А.2.2 Входной сигнал (измерительный сигнал)

На испытуемое оборудование следует подавать входные испытательные сигналы, взятые из таблицы А.1, с длиной периода $2n$, содержащие сумму многих синусоидальных сигналов, распределенных по внутриполосному диапазону частот, причем все тона, содержащиеся в таблице волн, заключают в себе четное число полных периодов.

Должны быть установлены количество тонов, частот и амплитуд в комплекте тона, а также длина записи ($2n$). По умолчанию следует использовать 12 тонов, расположенных по логарифмической шкале, каждый с амплитудой минус 20дБ$_{FS}$, заключенных в пределах длины записи из 16 384 импульсов. Для частоты дискретизации 48 кГц и верхней граничной частоты 20 кГц отрегулированные частоты приведены в таблице А.1.

При необходимости нормальной частотой измерения должен быть тон, ближайший к частоте 997 Гц (тон номер 7 в таблице А.1).

Если возможно использовать один и тот же комплект дискретных значений при различных частотах дискретизации, то внутриполосную область обычно масштабируют по частоте дискретизации.

А.2.3 Анализ

А.2.3.1 Общие положения

Выходной сигнал испытуемого оборудования следует анализировать, накапливая $2n$ дискретных значений сигнала и проводя FFT-анализ (без окон) накопленных значений. Полученный набор данных позволяет непосредственно рассчитать многие характеристики испытуемого оборудования, определенные ниже.

Таблица А.1 — Волновые параметры входного испытательного сигнала

Номер тона	Заданная частота, А, Гц	Заданная частота, В, Гц
1	23,44	29,30
2	41,02	46,88
3	70,31	76,27
4	134,77	140,63
5	246,09	251,95
6	462,89	468,75
7	867,19	873,05
8	1 623,05	1 628,91
9	3 041,02	3 046,88
10	5 695,31	5 701,17
11	16 675,78	10 681,64
12	20 003,91	20 009,77
Примечание — Для измерения перекрестных помех между каналами предлагается два альтернативных комплекта заданных частот, как это описано ниже. Если перекрестные помехи не измеряют, необходимо использовать только один комплект заданных частот.		

А.2.3.2 Мультитональный коффициент усиления (МКУ)

Мультитональный коэффициент усиления следует рассчитывать как отношение амплитуды полученного при нормальной частоте измерения тона к передаваемой амплитуде тона, выраженное в дБ.

А.2.3.3 Мультитональный межканальный баланс коэффициента усиления (МТБ)

Мультитональный межканальный баланс коэффициента усиления следует рассчитывать как отношение амплитуды полученных при нормальной частоте измерения тонов между двумя измеряемыми каналами, выраженное в дБ. Если измерения проводят более чем на двух каналах, мультитональный межканальный баланс коэффициента усиления должен представлять собой отношение самой большой измеренной амплитуды к самой маленькой.

А.2.3.4 Мультитональная частотная характеристика (МЧХ)

Мультитональную частотную характеристику следует рассчитывать путем расчета отношения амплитуды каждого полученного тона к амплитуде, полученной при нормальной частоте измерения, в дБ.

Результат следует построить в виде графика, объединяющего точки, полученные из отношения для каждого тона, с частотой, отложенной по оси *X*, и коэффициентом усиления, отложенным по оси *Y*. Шкала по оси *X* должна быть линейной, если были указаны тона, линейно отстоящие друг от друга, и логарифмической в случае тонов, расположенных по логарифмическому закону.

А.2.3.5 Мультиканальная фазовая характеристика (МФХ)

Фазу каждого полученного тона следует рассчитывать как арктангенс отношения мнимого и действительного компонента комплексного результата FTT. Фазу при каждой частоте тона следует нормализовать по отношению к фазе, рассчитанной для полученной нормальной частоты измерения.

Результат следует построить в виде графика, объединяющего точки, полученные из нормализованной фазы для каждого тона, с частотой, отложенной по оси *X*, и фазой, отложенной по оси *Y*. Шкала по оси *X* должна быть линейной, если были указаны тона, линейно отстоящие друг от друга, и логарифмической в случае тонов, расположенных по логарифмическому закону.

А.2.3.6 Мультитональное искажение (МТИ)

Примечание — Как правило, нецелесообразно проводить различие между искажением гармоники и интермодуляционными продуктами с использованием мультитонального анализа. Из этих соображений обычно рассчитывают общее искажение.

Мультитональное искажение следует рассчитывать как среднеквадратичное значение суммы бинов (двоичных элементов), имеющих четное значение в FFT, которые не содержат тонов входного испытательного сигнала. Результат можно выразить в абсолютных единицах ($дБ_{r.s}$ или V_{rms}), или его можно выразить по отношению к амплитуде полученного при нормальной частоте измерения тона, в децибелах или процентах. На относительный результат существенно влияет количество применяемых тонов.

Взвешенный или ограниченный по диапазону результат можно получить путем умножения бинов (двоичных элементов) FFT на огибающую требуемой взвешенной характеристики перед их суммированием.

Графическую зависимость мультитонального искажения от частоты можно построить путем индикации амплитуд бинов (двоичных элементов) искажения или путем суммирования этих бинов (двоичных элементов), например, в полосах третьей части октавы.

А.2.3.7 Мультитональный шум (МТШ)

Мультитональный шум следует рассчитывать в виде удвоенного среднеквадратичного значения суммы нечетных бинов (двоичных элементов) в FFT. Удвоение необходимо для того, чтобы включить шум, который, как предполагают, присутствует в четных бинах (двоичных элементах).

Взвешенный или ограниченный по диапазону результат можно получить путем умножения бинов (двоичных элементов) FFT на огибающую требуемой взвешенной характеристики перед суммированием.

Графическую зависимость спектра шума можно построить путем индикации амплитуд бинов (двоичных элементов) шума или путем суммирования этих бинов (двоичных элементов), например, в полосах третьей части октавы.

А.2.3.8 Мультитональное искажение и шум (МТИ и Ш)

Мультитональное искажение и шум следует рассчитывать как среднеквадратичное значение суммы всех бинов (двоичных элементов) FFT, не содержащих тонов. Этот результат можно выразить в абсолютных единицах ($дБ_{FS}$ или V_{rms}) или его можно соответствующим образом выразить относительно амплитуды полученного при нормальной частоте измерения тона, в децибелах или процентах. На относительный результат существенно влияет количество применяемых тонов.

Взвешенный или ограниченный по диапазону результат можно получить путем умножения бинов (двоичных элементов) FFT на огибающую требуемой взвешенной характеристики перед суммированием.

Графическую зависимость спектра мультитонального искажения и шума можно построить путем индикации амплитуд нетональных бинов (двоичных элементов) или путем суммирования этих (двоичных элементов), например, в диапазонах третьей части октавы.

А.2.3.9 Мультитональные межканальные перекрестные помехи

Для измерения мультитональных межканальных перекрестных помех на каналы, на которых проводят измерения, следует подавать различные частоты с использованием как набора А, так и набора В заданных частот из вышеприведенной таблицы.

Затем можно рассчитать мультитональные межканальные перекрестные помехи при любой частоте, рассчитывая отношение полученной амплитуды в бинах (в двоичных элементах) в одном канале без подачи сигнала к амплитуде бинов (двоичных элементов) помех в другом канале; перекрестную помеху выражают в дБ. Следует обратить внимание, что перекрестную помеху при А > В и В > А можно рассчитать по отдельности.

Можно построить графическую зависимость характеристики перекрестных помех от частоты.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов и документа межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта (документа)	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60268-1	IDT	ГОСТ IEC 60268-1—2014 «Оборудование звуковых систем. Часть 1. Общие положения»
IEC 60268-2	—	*
IEC 60958-1	IDT	ГОСТ IEC 60958-1—2014 «Интерфейс цифровой звуковой. Часть 1. Общие положения»
IEC 61260	—	*, 1)
IEC 61606-1	IDT	ГОСТ IEC 61606-1—2014 «Аудио- и аудиовизуальное оборудование. Компоненты цифровой аудиоаппаратуры. Основные методы измерений звуковых характеристик. Часть 1. Общие положения»
AES11-2003	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты.

1) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 8.714—2010 (МЭК 61260:1995) «Государственная система обеспечения единства измерений. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний».

Библиография

IEC 60268-3 (МЭК 60268-3)	Sound system equipment — Part 3: Amplifiers (Оборудование для акустических систем. Часть 3. Усилители)
IEC 60748-4-3 (МЭК 60748-4-3)	Semiconductor devices — Integrated circuits — Part 4-3: Interface integrated circuits — Dynamic criteria for analogue-digital converters (ADC) (Полупроводниковые устройства. Интегральные схемы. Часть 4-3. Интегральные схемы интерфейса. Динамические критерии для аналого-цифровых преобразователей)
IEC 61938 (МЭК 60748-4-3)	Audio, video and audiovisual systems — Interconnections and matching values — Preferred matching values of analogue signals (Аудио-, видео- и аудиовидеосистемы. Взаимные соединения и согласующиеся величины. Предпочтительные согласующиеся величины аналоговых сигналов)
AES3-2003 (АЕС3-2003)	AES standard for digital audio engineering — Serial transmission format for two channel linearly represented digital audio data (Стандарт AES для цифровой аудиоаппаратуры. Формат последовательной передачи для цифровых аудиоданных, линейно представленных двумя)
AES5-2003 (АЕС5-2003)	AES recommended practice for professional digital audio — Preferred sampling frequencies for applications employing pulse-code modulation (Рекомендованная AES практика для профессиональной цифровой аудио-(аппаратуры). Предпочтительные частоты дискретизации для применений, использующих импульсно-кодовую модуляцию)
SMPTE RP104 (СМПТЕ Отчет 104)	Cross-Modulation Tests for Variable-Area Photographic Audio Tracks (Испытания на перекрестную модуляцию для фотографических звуковых дорожек с переменной площадью)

УДК 621:317.2:006.354 МКС 33.160.30

Ключевые слова: аудио-, видеоаппаратура, испытания, методы измерений, входной испытательный сигнал, выходной сигнал, помехи, шумы, искажения, нелинейность, динамическая характеристика, амплитудно-частотная характеристика

Редактор переиздания *Е.В. Яковлева*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Г.Н. Бирюкова*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 27.04.2020. Подписано в печать 17.08.2020. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,23.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
www.jurisizdat.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru