

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



А.Н. Щипунов

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Аудиоанализаторы AmpConnect

Методика поверки

МП 340-01-24

**р.п. Менделеево
2024 г.**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки аудиоанализаторов AmpConnect (далее – аудиоанализаторы), используемых в качестве рабочих средств измерений в соответствии с государственными поверочными схемами для средств измерений переменного электрического напряжения и для средств измерений времени и частоты.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение	
	AmpConnect 621	AmpConnect ISC
Входные каналы		
Диапазон частот, Гц	от 10 до 90000	от 20 до 20000
Диапазон* измерений напряжения переменного тока, $V_{ампл}$	от $0,14 \cdot 10^{-3}$ до 20	от $0,4 \cdot 10^{-3}$ до 100
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, дБ от 10 до 90 000 Гц от 20 до 20 000 Гц включ.	от -1,1 до +0,3 от -0,5 до +0,3	— от -0,5 до +0,3
Неравномерность частотной характеристики, дБ, не более от 10 до 90 000 Гц от 20 до 20 000 Гц включ.	от -1,1 до +0,1 от -0,4 до +0,1	— от -0,4 до +0,1
Диапазон установки коэффициента усиления, дБ	от -20 до +30	от -20 до +40
Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициента усиления, дБ	$\pm 0,25$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты	$\pm 2 \cdot 10^{-3}$	
Диапазон измерений коэффициента гармоник при частоте первой гармоники от 20 до 20 000 Гц, %	от 0,1 до 100	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник K_2 , %	$\pm 0,04 \cdot K_2$	
Перекрестные искажения в диапазоне от 20 до 20 000 Гц, дБ, не более	-86	
Диапазон частот третьоктавных фильтров (класс 1 по ГОСТ Р 70024.1-2022), Гц	от 16 до 20000	
Линейный рабочий диапазон третьоктавных фильтров (класс 1 по ГОСТ Р 70024.1-2022), дБ, не менее	100	
Прямые выходные каналы		
Диапазон частот, Гц	от 10 до 90000	—
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты сигналов синусоидальной формы	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$	—
Диапазон установки выходного напряжения сигналов синусоидальной формы, $V_{ампл}$	от 0,01 до 4	—
Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня сигналов синусоидальной формы, дБ от 10 до 90 000 Гц от 20 до 20 000 Гц включ.	от -2 до +0,1 от -0,1 до +0,1	—
Выходные каналы усилителя мощности		
Диапазон частот, Гц	от 10 до 90000	от 20 до 20000
Максимальная мощность при коэффициенте гармоник не более 1 %, $W_{тскз}$	50	60

Наименование характеристики	Значение	
	AmpConnect 621	AmpConnect ISC
нагрузка 4 Ом нагрузка 8 Ом	25	40
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, дБ от 10 до 90 000 Гц от 20 до 20 000 Гц включ.	от -1 до +0,1 от -0,1 до +0,1	— от -0,25 до +0,1
* с учётом коэффициента усиления		

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача:

- единицы электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 1706 от 18.08.2023, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 \div 3 \times 10^7$ Гц (ГЭТ 89-2008);

- единицы частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2022)

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сравнения результата измерений, поверяемого средства измерений со значением, определенным эталоном.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	7
Проверка программного обеспечения	да	да	8
Определение диапазона частот, диапазона измерений и относительной погрешности измерений напряжения переменного тока	да	да	9.1
Определение неравномерности частотной характеристики входных каналов	да	да	9.4
Определение диапазона установки и относительной погрешности установки коэффициента усиления	да	да	9.4
Определение относительной погрешности измерений частоты	да	да	9.5
Определение диапазона измерений	да	да	9.6

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
коэффициента гармоник и абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник при частоте первой гармоники от 20 до 20 000 Гц			
Определение перекрестных искажений в диапазоне от 20 до 20 000 кГц	да	да	9.7
Определение диапазона частот третьооктавных фильтров	да	да	9.8
Определение линейного рабочего диапазона третьооктавных фильтров	да	да	9.9
Определение диапазона частот и относительной погрешности установки частоты сигналов синусоидальной формы (для модификации AmpConnect 621)	да	да	9.10
Определение диапазона выходного напряжения и относительной погрешности установки уровня сигналов синусоидальной формы	да	да	9.11
Определение максимальной мощности выходных каналов усилителя мощности при коэффициенте гармоник не более 1 %	да	да	9.12
Определение диапазона частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики выходных каналов усилителя мощности	да	да	9.12
Оформление результатов поверки	да	да	10

2.2 Допускается проведение поверки аудиоанализаторов в сокращённом объёме для метрологических характеристик, которые используются при эксплуатации, по соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха..... от плюс 20 °С до плюс 26 °С;
- относительная влажность окружающего воздухаот 30 % до 65 %;
- атмосферное давление..... от 95 до 107 кПа.

При поверке должны соблюдаться указания требования эксплуатационной документации поверяемого средства измерений, требования правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных технических средств.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.2 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +20 °С до +26 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 65 % с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 95 до 107 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Приборы комбинированные Testo 622 (рег. № 53505-13)
п. 7.3 Опробование	—	—
п. 9.1 Определение диапазона частот, диапазона измерений и относительной погрешности измерений напряжения переменного тока	Рабочие эталоны 2-го разряда в диапазоне напряжения от 0,14 мкВ до 100 В по Государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц (Приказ Росстандарта № 1053 от 29.05.2018)	Калибраторы многофункциональные со встраиваемыми модулями поверки осциллографов 300 МГц, 600 МГц Fluke 5502E (рег. № 55804-13)
п. 9.2 Определение неравномерности частотной характеристики входных каналов		
п. 9.3 Определение диапазона установки и относительной погрешности установки коэффициента усиления		
п. 9.4 Определение относительной погрешности измерений частоты	Рабочие эталоны четвёртого разряда в диапазоне частот от 10 Гц до 90 кГц по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты (Приказ Росстандарта № 1621 от 31.07.2018); Генераторы синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 10 Гц до 90 кГц, абсолютная погрешность	Частотомеры универсальные CNT-91 (рег. № 41567-09); Генераторы сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	установки частоты выходного сигнала не более $2 \cdot 10^{-5}$ Гц	искажений DS360 (рег. № 26204-03)
п. 9.5 Определение диапазона измерений коэффициента гармоник и абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник при частоте первой гармоники от 20 до 20 000 Гц	Средства воспроизведения гармонических сигналов с значениями частоты первой гармоники от 20 до 20000 Гц и коэффициенте гармоник от 0,1 % до 100 %, с абсолютной погрешностью воспроизведения частоты первой гармоники не более $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot F + 0,03)$, где F – устанавливаемая частота, Гц	Генераторы-калибраторы гармонических сигналов СК6-122 (рег. № 46781-11)
п. 9.6 Определение перекрестных искажений в диапазоне от 20 до 20 000 кГц	Рабочие эталоны 2-го разряда в диапазоне напряжения от 0,14 мкВ до 100 В по Государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от 10 Гц до 90 кГц (Приказ Росстандарта № 1053 от 29.05.2018) Вспомогательное оборудование: Терминатор 50 Ом (BNC)	Калибраторы многофункциональные со встраиваемыми модулями поверки осциллографов 300 МГц, 600 МГц Fluke 5502E (рег. № 55804-13)
п. 9.7 Определение диапазона частот третьоктавных фильтров	Генераторы синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 10 Гц до 90 кГц, абсолютная погрешность установки частоты выходного сигнала не более $2 \cdot 10^{-5}$ Гц	Генераторы сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 (рег. № 26204-03)
п. 9.8 Определение линейного рабочего диапазона третьоктавных фильтров		
п. 9.9 Определение диапазона частот и относительной погрешности установки частоты сигналов синусоидальной формы (для модификации AmpConnect 621)	Рабочие эталоны четвертого разряда в диапазоне частот от 10 Гц до 90 кГц по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты (Приказ Росстандарта № 1621 от 31.07.2018)	Частотомеры универсальные CNT-91 (рег. № 41567-09)
п. 9.10 Определение диапазона выходного напряжения и относительной	Рабочие эталоны 2-го разряда в диапазоне частот от 10 Гц до 90 кГц по Государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического	Мультиметры 3458A (рег. № 25900-03)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
погрешности установки уровня сигналов синусоидальной формы	напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц (Приказ Росстандарта № 1053 от 29.05.2018)	
п. 9.11 Определение максимальной мощности выходных каналов усилителя мощности при коэффициенте гармоник не более 1 %	Средства измерений коэффициента гармоник при частоте первой гармоники от 10 до 90 000 Гц от 0,1 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник $\pm 0,05 \cdot K_{\Gamma} \%$ (где K_{Γ} – измеренное значение коэффициента гармоник); Средства измерений напряжения переменного тока с пределами допускаемых относительных погрешностей $\pm 1 \cdot 10^{-2}$ Вспомогательное оборудование: резисторы (4 шт.), номинальное сопротивление 2 Ом, рассеиваемая мощность 40 Вт, допустимое отклонение сопротивления $\pm 5 \%$	Измеритель коэффициента гармоник СК6-220 (рег. № 65885-16); Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03) Вспомогательное оборудование: резисторы керамические цементные 40W2RJ (4 шт.)
п. 9.12 Определение диапазона частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики выходных каналов усилителя мощности	Средства измерений напряжения переменного тока с пределами допускаемых относительных погрешностей $\pm 1 \cdot 10^{-2}$	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)

Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства (аттестаты) о поверке (аттестации).

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования раздела «Указание мер безопасности» руководства по эксплуатации средств поверки.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления органов управления, а также крепления элементов конструкции;
- полноту маркировки и её сохранность, все надписи должны быть читаемы;
- чистоту и исправность разъёмов.

6.2 Результаты осмотра считать положительными, если выполнены требования п. 6.1.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- изучить РЭ на поверяемое средство измерений и используемые средства поверки;
- визуально проверить комплектность средства измерений на соответствие паспорту;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

7.2 Контроль условий поверки

Измерить температуру окружающего воздуха, относительную влажность окружающего воздуха непосредственно на месте поверки и атмосферное давление в помещении.

7.3 Опробование

Запустить процедуру самотестирования (путь на управляющем компьютере C:\SoundCheck x.x\Sequences\Calibration\)) в соответствии с указаниями РЭ.

7.4 Результаты подготовки к поверке и опробования средства измерений считать положительными, если выполнены требования раздела 3 и процедура самотестирования имеет положительный результат.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

8.1 Следуя указаниям РЭ, отобразить информацию о средстве измерений и текущую версию программного обеспечения.

При проверке идентификационных данных ПО проверить номер версии (идентификационный номер).

Идентификационные данные ПО должны соответствовать таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SoundCheck
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V20.00.57288 и выше
Цифровой идентификатор ПО	—

8.2 Результаты проверки программного обеспечения считать положительными, если подтверждено соответствие идентификационных данных программного обеспечения.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 *Определение диапазона частот, диапазона измерений и относительной погрешности измерений напряжения переменного тока*

9.1.1 Испытания провести с использованием калибратора многофункционального Fluke 5502E. Калибратор соединить с несимметричным входным каналом (AmpConnect 621 – «Input 1», AmpConnect ISC – «Reference (Microphone)») аудиоанализатора по схеме рисунка 1, используя адаптер «BNC–banana jack».

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать MULTIMETER и установить следующие настройки:

- вкладка MEAS – SIGNAL PATH→INPUT 1, GAIN→0 dB, MEASUREMENT TYPE→AC PEAK;

- вкладка AVG — AVERAGING TYPE→LINEAR, MODE→AVERAGING, AVERAGING TIME→60 s.



Рисунок 1

9.1.2 Последовательно устанавливать значения напряжения выходного сигнала калибратора $U_{уст}^{вх}$ ($V_{ампл}$) на частоте 1000 Гц (на аудиоанализаторе устанавливать соответствующий коэффициент усиления (GAIN) k (дБ)):

- AmpConnect 621 – 0,00014 ($k=30$ дБ); 0,001 ($k=30$ дБ); 0,01 ($k=30$ дБ); 0,1 ($k=20$ дБ); 1 ($k=0$ дБ); 10 ($k = -20$ дБ) и 20 В ($k = -20$ дБ);
- AmpConnect ISC – 0,0004 ($k=40$ дБ); 0,004 ($k=40$ дБ); 0,04 ($k=30$ дБ); 0,4 ($k=20$ дБ); 4 ($k=0$ дБ); 40 ($k = -20$ дБ) и 100 В ($k = -20$ дБ).

Соответствующие результаты измерений $U_{изм}^{вх}$ ($V_{ампл}$) считать с аудиоанализатора и вычислить относительную погрешность измерений выходного напряжения переменного тока $\delta_U^{вх}$ (дБ) по формуле (1):

$$\delta_U^{вх} = 20 \lg \frac{U_{изм}^{вх}}{U_{уст}^{вх}} \quad (1)$$

9.1.3 Последовательно устанавливать значения частоты f (Гц) выходного сигнала калибратора при $U_{уст}^{вх} = 0,5 V_{ампл}$:

- AmpConnect 621 – 10, 100, 10 000, 50 000 и 90 000 Гц;
- AmpConnect ISC – 20, 100, 10 000 и 20 000 Гц.

Соответствующие результаты измерений $U_{изм}^{вх}$ ($V_{ампл}$) считать с аудиоанализатора и рассчитать относительную погрешность измерений выходного напряжения переменного тока $\delta_{вх_пер_н}$ (дБ) по формуле (1).

9.1.4 Повторить операции по пунктам 9.1.2–9.1.3 для:

- AmpConnect 621 – для несимметричных входных каналов «Input 2»–«Input 6»;
- AmpConnect ISC – для несимметричного входного канала «DUT (Microphone)».

9.1.5 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот от 10 до 90000 Гц для AmpConnect 621 и от 20 до 20000 Гц для AmpConnect ISC, диапазоне измерений от $0,14 \cdot 10^{-3}$ до 20 $V_{ампл}$ для AmpConnect 621 и от $0,4 \cdot 10^{-3}$ до 100 $V_{ампл}$ для AmpConnect ISC относительная погрешность измерений выходного напряжения переменного тока $\delta_U^{вх}$ не выходит за допустимые пределы, указанные в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики	AmpConnect 621	AmpConnect ISC
Неравномерность частотной характеристики, дБ, не более		
от 10 до 90 000 Гц	от –1,1 до +0,1	–
от 20 до 20 000 Гц включ.	от –0,4 до +0,1	от –0,4 до +0,1

9.2 Определение неравномерности частотной характеристики входных каналов

9.2.1 Используя результаты измерений по пунктам 9.1.3–9.1.4 рассчитать неравномерность $\delta_{чх}^{вх}$ (дБ) частотной характеристики входного канала по формуле (2):

$$\delta_{\text{ЧХ}}^{\text{ВХ}} = 20 \lg \frac{U_{\text{изм}}^{\text{ВХ}}(f)}{U_{\text{уст}}^{\text{ВХ}}(100)}, \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}^{\text{ВХ}}(f)$ – результат измерений напряжения переменного тока на частоте f (Гц);
 $U_{\text{уст}}^{\text{ВХ}}(100)$ – результат измерений напряжения переменного тока на частоте 100 Гц.

9.2.4 Повторить операции по пунктам 9.2.2–9.2.3 для:

- AmpConnect 621 – для несимметричных входных каналов «Input 2»–«Input 6»;
- AmpConnect ISC – для несимметричного входного канала «DUT (Microphone)».

9.2.5 Результаты поверки считать положительными, если неравномерность $\delta_{\text{ЧХ}}^{\text{ВХ}}$ частотной характеристики входных каналов не выходит за допустимые пределы, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Наименование характеристики	AmpConnect 621	AmpConnect ISC
Неравномерность частотной характеристики, дБ, не более		
от 10 до 90 000 Гц	от –1,1 до +0,1	–
от 20 до 20 000 Гц включ.	от –0,4 до +0,1	от –0,4 до +0,1

9.3 Определение диапазона установки и относительной погрешности установки коэффициента усиления

9.3.1 Испытания провести с использованием калибратора многофункционального Fluke 5502E. Калибратор соединить с несимметричным входным каналом (AmpConnect 621 – «Input 1», AmpConnect ISC – «Reference (Microphone)») аудиоанализатора по схеме рисунка 1, используя адаптер «BNC–banana jack».

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать MULTIMETER и установить следующие настройки:

- вкладка MEAS – SIGNAL PATH→INPUT 1, GAIN→(в соответствии с пунктом 9.4.2) dB, MEASUREMENT TYPE→AC PEAK;

- вкладка AVG – AVERAGING TYPE→LINEAR, MODE→AVERAGING, AVERAGING TIME→60 s.

9.4.2 На аудиоанализаторе установить один из коэффициентов усиления $k_{\text{уст}}$ (дБ):

- AmpConnect 621 – 30, 20, 10 и минус 20 дБ;
- AmpConnect ISC – 40, 30, 20, 10 и минус 20 дБ.

Последовательно устанавливать не менее трёх значений напряжения выходного сигнала калибратора $U_{\text{уст}}^{\text{ВХ}}$ ($V_{\text{ампл}}$) на частоте 1000 Гц. При этом значения $U_{\text{уст}}^{\text{ВХ}}$ не должны превышать максимально допустимые для аудиоанализатора значения.

Соответствующие результаты измерений $U_{\text{изм}i}^{\text{ВХ}}$ ($V_{\text{ампл}}$) считать с аудиоанализатора и вычислить коэффициент усиления k_i (дБ) по формуле (3):

$$k_i = 20 \lg \frac{U_{\text{изм}i}^{\text{ВХ}}}{U_{\text{уст}}^{\text{ВХ}}}. \quad (3)$$

Вычислить среднее значение коэффициента усиления $k_{\text{изм}}$ (дБ) по формуле (4):

$$k_{\text{изм}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i, \quad (4)$$

где n – число измерений.

Относительную погрешность установки коэффициента усиления δ_k (дБ) вычислить по формуле (5):

$$\delta_k = k_{\text{уст}} - k_{\text{изм}}. \quad (5)$$

9.3.3 Повторить операции по пункту 9.3.2 для всех указанных коэффициентов усиления $k_{\text{уст}}$ для следующих входных каналов:

- AmpConnect 621 – для несимметричных входных каналов «Input 2»–«Input 6»;
- AmpConnect ISC – для несимметричного входного канала «DUT (Microphone)».

9.3.4 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне установки коэффициента усиления от –20 до +30 дБ для AmpConnect 621 и от –20 до +40 дБ для AmpConnect ISC относительная погрешность установки коэффициента усиления δ_k не выходит за пределы диапазона $\pm 0,25$ дБ.

9.4 Определение относительной погрешности измерений частоты

9.4.1 Испытания провести с использованием генератора сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 и частотомера универсального CNT-91.

Генератор соединить с несимметричным входным каналом (AmpConnect 621 – «Input 1», AmpConnect ISC – «Reference (Microphone)») аудиоанализатора и входом частотомера по схеме рисунка 2, используя тройник BNC.

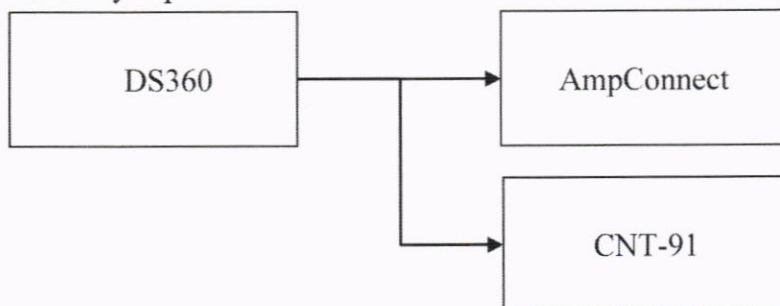


Рисунок 2

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать FREQUENCY COUNTER и установить следующие настройки:

- вкладка MEAS – SIGNAL PATH→INPUT 1;
- вкладка AVG – AVERAGING TYPE→LINEAR, MODE→AVERAGING, AVERAGING TIME→60 s.

9.4.2 Установить на DS360:

- несимметричный выход;
- выходное сопротивление «Hi-Z»;
- синусоидальный сигнал с амплитудным значением напряжения 0,5 В и частотой 10 Гц для AmpConnect 621 или 20 Гц для AmpConnect ISC.

Измерить значение частоты сигнала с использованием аудиоанализатора и частотомера. Вычислить относительную погрешность измерений частоты δ_f^{BX} по формуле (6):

$$\delta_f^{BX} = \frac{f_{изм} - f_0}{f_0}, \quad (6)$$

где $f_{изм}$ – показание аудиоанализатора, Гц;
 f_0 – показание частотомера, Гц.

9.4.3 Повторить операции по пункту 9.4.2 при следующих значениях частоты сигнала:

- AmpConnect 621 – 100, 10 000, 50 000 и 90 000 Гц;
- AmpConnect ISC – 100, 10 000 и 20 000 Гц.

9.4.4 Повторить операции по пунктам 9.4.2–9.4.3 для следующих входных каналов:

- AmpConnect 621 – для несимметричных входных каналов «Input 2»–«Input 6»;
- AmpConnect ISC – для несимметричного входного канала «DUT (Microphone)».

9.4.5 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности δ_f^{BX} измерений частоты находятся в пределах диапазона $\pm 2 \cdot 10^{-3}$.

9.5 Определение диапазона измерений коэффициента гармоник и абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник при частоте первой гармоники от 20 до 20 000 Гц

9.5.1 Испытания провести с использованием генератора-калибратора гармонических сигналов СК6-122.

Генератор-калибратор соединить с несимметричным входным каналом (AmpConnect 621 – «Input 1», AmpConnect ISC – «Reference (Microphone)») аудиоанализатора и входом частотомера по схеме рисунка 2.

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать DISTORTION ANALYSER и установить следующие настройки:

- вкладка MEAS – SIGNAL PATH→INPUT 1, GAIN→0 dB, MEASUREMENT TYPE→THD-RATION-IEC;

- вкладка AVG – AVERAGING TYPE→LINEAR, TIME→60 s.

9.5.2 Установить на СК6-122:

- режим работы с внутренней нагрузкой;
- амплитудное значение напряжения первой гармоники 0,5 В;
- коэффициент гармоник 0,1 %;
- частоту первой гармоники 20 Гц.



Рисунок 3

Измерить коэффициент гармоник с использованием аудиоанализатора. Вычислить абсолютную погрешность $\Delta_{КГ}$ (%) измерений коэффициента гармоник по формуле (7):

$$\Delta_{КГ} = K_{Г_изм} - K_{Г_уст}, \quad (7)$$

где $K_{Г_изм}$ – коэффициент гармоник, измеренный аудиоанализатором, %;
 $K_{Г_уст}$ – коэффициент гармоник, на выходе генератора-калибратора, %.

9.5.3 Повторить операции по пункту 9.5.2 при следующих значениях коэффициента гармоник $K_{Г_уст}$: 1, 10 и 100 %.

9.5.4 Повторить операции по пунктам 9.5.2–9.5.3 при значениях частоты первой гармоники 2 000 и 20 000 Гц.

9.5.5 Повторить операции по пунктам 9.5.2–9.5.4 для следующих входных каналов:

- AmpConnect 621 – для несимметричных входных каналов «Input 2»–«Input 6»;
- AmpConnect ISC – для несимметричного входного канала «DUT (Microphone)».

9.5.6 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений коэффициента гармоник от 0,1 % до 100 % значения абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник находятся в пределах $\pm 0,04 \cdot K_{Г_изм}$ %.

9.6 Определение перекрестных искажений в диапазоне от 20 до 20 000 Гц

9.6.1 Испытания провести с использованием калибратора многофункционального Fluke 5502E. Калибратор соединить с несимметричным входным каналом (AmpConnect 621 – «Input 1», AmpConnect ISC – «Reference (Microphone)») аудиоанализатора по схеме рисунка 4, используя адаптер «BNC–banana jack». К соседнему несимметричному входному каналу (AmpConnect 621 – «Input 2», AmpConnect ISC – «DUT (Microphone)») аудиоанализатора подключить терминатор 50 Ом.

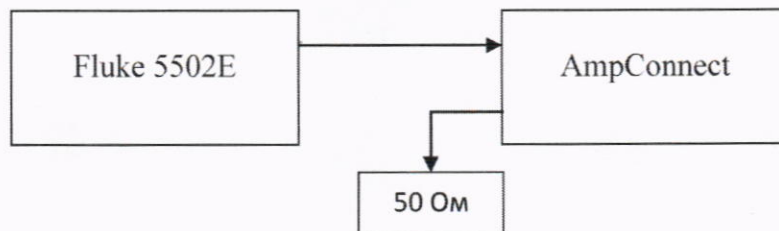


Рисунок 4

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать MULTIMETER и установить следующие настройки:

- вкладка MEAS — SIGNAL PATH→INPUT 1, GAIN→0 dB, MEASUREMENT TYPE→AC PEAK;
- вкладка AVG — AVERAGING TYPE→LINEAR, MODE→AVERAGING, AVERAGING TIME→60 s.

9.6.2 Последовательно устанавливать выходной сигнал калибратора со значением напряжения $U_{уст}^{иск}$ 4, 20 и 100 (для AmpConnect ISC) $V_{ампл}$ на частотах 20, 1000 и 20 000 Гц.

Зафиксировать показания $U_{изм}^{иск}$ ($V_{ампл}$) аудиоанализатора на соседнем канале (AmpConnect 621 – «Input 2», AmpConnect ISC – «DUT (Microphone)»).

Рассчитать уровень перекрёстных искажений $k_U^{иск}$ (дБ) между двумя каналами по формуле (8):

$$k_U^{иск} = 20 \lg \frac{U_{изм}^{иск}}{U_{уст}^{иск}}. \quad (8)$$

9.6.3 Повторить операции по пункту 9.6.3, поменяв местами входные каналы аудиоанализатора:

- AmpConnect 621 – «Input 1» и «Input 2»;
- AmpConnect ISC – «Reference (Microphone)» и «DUT (Microphone)».

9.6.4 Для аудиоанализаторов AmpConnect ISC повторить операции по пунктам 9.6.3–9.6.4 для пар каналов «Input 3»–«Input 4», «Input 5»–«Input 6».

9.6.5 Результаты поверки считать положительными, если перекрестные искажения не более минус 86 дБ.

9.7 Определение диапазона частот третьоктавных фильтров

9.7.1 Испытания провести с использованием генератора сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360. Генератор соединить с несимметричным входным каналом (AmpConnect 621 – «Input 1», AmpConnect ISC – «Reference (Microphone)») аудиоанализатора по схеме рисунка 5.



Рисунок 5

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать REAL TIME ANALYSER и установить следующие настройки:

- SIGNAL PATH→INPUT 1;
- GAIN→0 dB;
- OCTAVE BAND→1/3;
- AVERAGING →LINEAR;
- TIME WEIGHTING→USER;
- AVERAGING TIME→5 s.

Показания аудиоанализатора фиксировать с помощью курсора CUR 1.

9.7.2 Установить параметры выходного сигнала генератора: частота синусоидального сигнала $f_m = 1000$ Гц, уровень сигнала $L_0 = 94,0$ дБ по показаниям аудиоанализатора. Точную установку уровня сигнала проводить в следующей последовательности:

- изменять напряжение до появления устойчивого показания L_0 (дБ);
- увеличивать напряжение до появления устойчивого показания ($L_0 + 0,1$);
- зафиксировать показание индикатора напряжения генератора $V1$ (В);
- уменьшать напряжение до появления устойчивого показания ($L_0 - 0,1$);
- зафиксировать показание индикатора напряжения генератора $V2$ (В);
- установить напряжение сигнала, соответствующее показанию индикатора напряжения генератора $V_{оп} = \frac{V1+V2}{2}$ (В);
- перейти на индикацию уровня напряжения $L_{оп}$ в дБ относительно $V_{оп}$, показания аудиоанализатора должно быть равны L_0 .

9.7.3 Вычислить значение относительного затухания Δ_{af} (дБ) фильтра по формуле (9):

$$\Delta_{af} = L_0 - L_f \quad (9)$$

где L_f – показание аудиоанализатора на текущей частоте f .

9.7.4 Повторить операции по пунктам 9.7.2–9.7.3 для точных расчётных значений центральных частот всех третьоктавных фильтров по таблице 7.

Таблица 7

Точная расчетная частота, Гц	Номинальная центральная частота фильтра, Гц
15,849	16
19,953	20
25,119	25
31,623	31,5
39,811	40
50,119	50
63,096	63
79,433	80
100,00	100
125,89	125
158,49	160
199,53	200
251,19	250
316,23	315
398,11	400
501,19	500
630,96	630
794,33	800
1000,0	1000
1258,9	1250
1584,9	1600
1995,3	2000
2511,9	2500
3162,3	3150
3981,1	4000
5011,9	5000

Точная расчетная частота, Гц	Номинальная центральная частота фильтра, Гц
6309,6	6300
7943,3	8000
10000	10000
12589	12500
15849	16000
19953	20000

9.7.5 Измерения по пунктам 9.7.2–9.7.4 провести для всех несимметричных входных каналов аудиоанализатора.

9.7.6 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот третьоктавных фильтров от 16 до 20 000 Гц значения относительного затухания Δ_{af} октавных фильтров находятся в пределах $\pm 0,4$ дБ (в соответствии с ГОСТ Р 70024.1-2022 для полосовых фильтров класса 1).

9.8 Определение линейного рабочего диапазона третьоктавных фильтров

9.8.1 Испытания провести с использованием генератора сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360. Генератор соединить с несимметричным входным каналом (AmpConnect 621 – «Input 1», AmpConnect ISC – «Reference (Microphone)») аудиоанализатора по схеме рисунка 5.

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать REAL TIME ANALYSER и установить следующие настройки:

- SIGNAL PATH→INPUT 1;
- GAIN→0 dB;
- OCTAVE BAND→1/3;
- AVERAGING →LINEAR;
- TIME WEIGHTING→USER;
- AVERAGING TIME→5 s.

Показания аудиоанализатора фиксировать с помощью курсора CUR 1.

9.8.2 Установить параметры выходного сигнала генератора: частота 1000 Гц, уровень $L_0=138,0$ дБ по показанию аудиоанализатора. Точную установку уровня сигнала проводить по пункту 9.7.2.

Увеличивать уровень выходного сигнала генератора L с шагом 1 дБ по индикатору уровня генератора от $L_{\max}-2$ до $L_{\max}=L_{\text{оп}}+2$. Далее, с шагом 10 дБ уменьшать уровень сигнала генератора от $L_{\text{оп}}-8$ до $L_{\min}+5$. Далее, с шагом 1 дБ уменьшать уровень сигнала генератора до $L_{\min}=L_{\text{оп}}-98$.

Таким образом, определяемый диапазон составляет 100 дБ – от 40 дБ ($L_{\min}=L_{\text{оп}}-98$) до 140 дБ ($L_{\max}=L_{\text{оп}}+2$).

Для каждого уровня сигнала снимать показания для третьоктавного фильтра с данной номинальной центральной частотой. Вычислить значение отклонения от линейности Δ (дБ) по формуле (10):

$$\Delta = (L_{\Pi} - L_0) - (L - L_{\text{оп}}), \quad (10)$$

где L_{Π} – показание аудиоанализатора, дБ;

L – показание индикатора уровня генератора, дБ.

9.8.3 Повторить операции п. 9.8.2 для третьоктавных фильтров с номинальной центральной частотой 16 Гц и 20 кГц. Показания считывать через 15 с после появления значения $L_{\text{ср}}$ для выбранной полосы на индикаторе.

9.8.4 Результаты поверки считать положительными, если в рабочем диапазоне третьоктавных фильтров 100 дБ отклонения от линейности Δ находятся в пределах $\pm 0,5$ дБ для уровней в пределах 40 дБ от верхней границы линейного рабочего диапазона и $\pm 0,7$ дБ в

его остальной части (в соответствии с ГОСТ Р 70024.1-2022 для полосовых фильтров класса 1).

9.9 Определение диапазона частот и относительной погрешности установки частоты сигналов синусоидальной формы (для модификации AmpConnect 621)

9.9.1 Испытания провести с использованием частотомера универсального CNT-91. Для этого несимметричный выходной канал «Output 1» аудиоанализатора AmpConnect 621 подключить к входу частотомера по схеме рисунка 6.



Рисунок 6

9.9.2 На частотомере установить сопротивление 1 МОм, режим DC, ФНЧ, уровень триггера 50 %.

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать SIGNAL GENERATOR и установить следующие настройки:

- SIGNAL WAVE→SINUS;
- LEVEL (V)→1 RMS;
- FREQUENCY (Hz)→1000;
- SIGNAL PATH→OUTPUT 1.

На аудиоанализаторе последовательно устанавливать выходной сигнал с частотой $f_{уст}^{ввых}$ (Гц): 10, 100, 1 000, 10 000 и 90000. Соответствующие результаты измерений $f_{изм}^{ввых}$ (Гц) считать с частотомера.

Вычислить относительную погрешность установки частоты $\delta_f^{ввых}$ по формуле (11):

$$\delta_f^{ввых} = \frac{f_{уст}^{ввых} - f_{изм}^{ввых}}{f_{изм}^{ввых}}, \quad (11)$$

где $f_{уст}^{ввых}$ – показание аудиоанализатора, Гц;
 $f_{изм}^{ввых}$ – показание частотомера, Гц.

9.9.4 Повторить операции по пункту 9.9.2 для несимметричного выходного канала «Output 2» аудиоанализатора.

9.9.5 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот от 10 до 90000 Гц относительная погрешность установки частоты $\delta_f^{ввых}$ сигналов синусоидальной формы находится в пределах диапазона $\pm 1 \cdot 10^{-4}$.

9.10 Определение диапазона выходного напряжения и относительной погрешности установки уровня сигналов синусоидальной формы

9.10.1 Испытания провести с использованием мультиметра 3458А. Для этого несимметричный выходной канал «Output 1» аудиоанализатора соединить с мультиметром (Рисунок 7).



Рисунок 7

На мультиметре установить режим измерения «АС», метод измерения – «Synchronous sub-sampled», фильтр включить.

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать SIGNAL GENERATOR и установить следующие настройки:

- SIGNAL WAVE→SINUS;
- LEVEL (V)→(в соответствии с пунктом 9.10.3) PEAK;
- FREQUENCY (Hz)→(в соответствии с пунктом 9.10.3);
- SIGNAL PATH→OUTPUT 1.

9.10.3 Последовательно устанавливать значения напряжения 0,001; 0,01; 0,1; 1 и 4 В_{ампл} выходного сигнала $U_{уст}^{ВЫХ}$ аудиоанализатора на частотах 10, 1 000 и 90 000 Гц.

Соответствующие результаты измерений $U_{изм}^{ВЫХ}$ (В_{ампл}) считать с мультиметра и рассчитать относительную погрешность установки уровня сигналов синусоидальной формы $\delta_U^{ВЫХ}$ (дБ) по формуле (12):

$$\delta_U^{ВЫХ} = 20 \lg \frac{U_{изм}^{ВЫХ}}{U_{уст}^{ВЫХ}} \quad (12)$$

9.10.3 Повторить операции по пункту 9.10.3 для несимметричного выходного канала «Output 2» аудиоанализатора.

9.10.4 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне установки выходного напряжения сигналов синусоидальной формы от 0,01 до 4 В_{ампл} относительная погрешность $\delta_U^{ВЫХ}$ установки выходного уровня сигнала синусоидальной формы находится в пределах:

- от -0,1 до +0,1 дБ на частотах 10, 1 000 Гц;
- от -2 до +0,1 дБ на частоте 90 000 Гц.

9.11 *Определение максимальной мощности выходных каналов усилителя мощности при коэффициенте гармоник не более 1 %*

9.11.1 Испытания провести с использованием измерителя коэффициента гармоник СК6-220 и мультиметра 3458А. Для этого к выходному каналу усилителя мощности аудиоанализатора присоединить эквивалент нагрузки, измеритель коэффициента гармоник и мультиметр по схеме рисунка 8, используя адаптер «BNC–banana jack» и тройник BNC.

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать SIGNAL GENERATOR и установить следующие настройки:

- SIGNAL WAVE→SINUS;
- LEVEL (V)→(в соответствии с пунктом 9.11.2) PEAK;
- FREQUENCY (Hz)→1000;
- SIGNAL PATH→AMP 1.

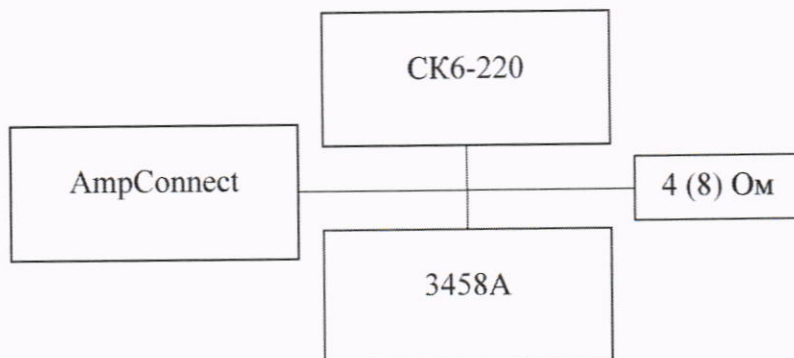


Рисунок 8

9.11.2 Последовательно устанавливать следующие значения напряжения на выходном канале усилителя мощности:

- для AmpConnect 621 — 14,15 В_{СКЗ};
- AmpConnect ISC — 15,5 В_{СКЗ} на нагрузке 4 Ом и 17,9 В_{СКЗ} на 8 Ом.

Измерять напряжение $U_{\text{ВЫХ МОЩ}}$ (Вскз) и коэффициент гармоник $K_{Г_МОЩ}$ (%) на выходе аудиоанализатора.

Измерения должны быть проведены для сопротивления $R_{\text{ЭКВ}}$ эквивалента нагрузки 4 и 8 Ом.

Измерения провести на каждом канале усилителя мощности аудиоанализатора поочередно, при этом соседний канал должен быть установлен в номинальные условия.

Выходную мощность $P_{\text{ВЫХ}}$ (Втскз), ограниченную искажениями, вычислить по формуле (13):

$$P_{\text{ВЫХ}} = \frac{U_{\text{ВЫХ МОЩ}}^2}{R_{\text{ЭКВ}}}. \quad (13)$$

Значения выходной мощности $P_{\text{ВЫХ}}$ должны быть не менее:

- 50 Вт на нагрузке 4 Ом и 25 Вт на 8 Ом для AmpConnect 621;

- 60 Вт на нагрузке 4 Ом и 40 Вт на 8 Ом для AmpConnect ISC.

9.11.3 В случае невыполнения условий пункта 9.11.2 для значений выходной мощности $P_{\text{ВЫХ}}$, плавно увеличивать напряжение на выходном канале усилителя мощности и повторять измерения до тех пор, пока значения выходной мощности $P_{\text{ВЫХ}}$ не будут удовлетворять условию пункта 9.11.2 или не появится сообщение о перегрузке выходных каналов усилителя мощности.

9.11.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальная выходная мощность $P_{\text{ВЫХ}}$ при коэффициенте гармоник не более 1 %:

- для AmpConnect 621 не менее 50 Вт на нагрузке 4 Ом и не менее 25 Вт на 8 Ом;

- для AmpConnect ISC не менее 60 Вт на нагрузке 4 Ом и не менее 40 Вт на 8 Ом.

9.12 *Определение диапазона частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики выходных каналов усилителя мощности*

9.12.1 Испытания провести с использованием мультиметра 3458A. Для этого к выходному каналу усилителя мощности аудиоанализатора присоединить мультиметр по схеме рисунка 9.



Рисунок 9

На мультиметре установить режим измерения «АС», метод измерения – «Synchronous sub-sampled».

В ПО «SOUNDCHECK» аудиоанализатора в разделе меню INSTRUMENT выбрать SIGNAL GENERATOR и установить следующие настройки:

- SIGNAL WAVE→SINUS;

- LEVEL (V)→1,41 PEAK;

- FREQUENCY (Hz)→(в соответствии с пунктом 9.12.2);

- SIGNAL PATH→AMP 1.

9.12.2 Последовательно изменять параметры выходного сигнала аудиоанализатора:

- частота для AmpConnect 621 – 10, 100, 1 000, 10 000, 50 000 и 90 000 Гц;

- частота для AmpConnect ISC – 20, 200, 2 000, 10 000 и 20 000 Гц;

Измерять напряжение $U_{\text{ВЫХ МОЩ}}$ (Вскз) на выходе аудиоанализатора. Измерения провести на каждом канале усилителя мощности аудиоанализатора поочередно, при этом соседний канал должен быть установлен в номинальные условия.

Неравномерность $\delta_{\text{МОЩ АЧХ}}$ (дБ) амплитудно-частотной характеристики выходного сигнала выходных каналов усилителя мощности вычислить по формуле (14):

$$\delta_{\text{мощ}}^{\text{АЧХ}} = 20 \lg \frac{U_{\text{мощ}}^{\text{ВЫХ}}(\text{макс})}{U_{\text{мощ}}^{\text{ВЫХ}}(\text{мин})}, \quad (14)$$

где $U_{\text{мощ}}^{\text{ВЫХ}}(\text{макс})$ – максимальное значение напряжение $U_{\text{мощ}}^{\text{ВЫХ}}$ на выходе аудиоанализатора в диапазоне частот, В_{скз};
 $U_{\text{мощ}}^{\text{ВЫХ}}(\text{мин})$ – минимальное значение напряжение $U_{\text{мощ}}^{\text{ВЫХ}}$ на выходе аудиоанализатора в диапазоне частот, В_{скз};

9.12.3 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот от 10 до 90000 Гц для AmpConnect 621 и от 20 до 20000 Гц для AmpConnect ISC неравномерность $\delta_{\text{мощ}}^{\text{АЧХ}}$ амплитудно-частотной характеристики выходных каналов усилителя мощности не выходит за допустимые пределы, приведённые в таблице 8.

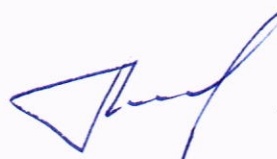
Таблица 8

Наименование характеристики	Допустимые пределы	
	AmpConnect 621	AmpConnect ISC
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, дБ		
от 10 до 90 000 Гц	от -1 до +0,1	—
от 20 до 20 000 Гц включ.	от -0,1 до +0,1	от -0,25 до +0,1

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки аудиоанализаторов подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства средств измерений. По заявлению владельца аудиоанализатора или лица, представившего его на поверку, на аудиоанализатор выдается свидетельство о поверке средства измерений установленной формы, и (или) в паспорт аудиоанализатора вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению аудиоанализатора в случае отрицательных результатов поверки с указанием причин забракования.

Начальник отдела 340
 ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.С. Николаенко