

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НАУЧНОЕ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО  
«ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

(НКТБ «Пьезоприбор» ЮФУ)

СОГЛАСОВАНО

Директор-главный конструктор  
НКТБ «Пьезоприбор» ЮФУ

  
А.А. Паньч  
«07» 12 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора ФБУ «Ростовский ЦСМ»

В.А. Романов

2018 г.



УСИЛИТЕЛЬ ШИРОКОПОЛОСНЫЙ МАЛОШУМЯЩИЙ

2-Х КАНАЛЬНЫЙ «ЦЕНЗУРКА-УШМ1»

Методика поверки

45.66.00.00.000 МП

Изн. № подл.	Подл. и дата
Изн. № дубл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Подл. и дата
Изн. № дубл.	Подл. и дата

## Содержание

Введение.....	3
1 Операции поверки.....	4
2 Средства поверки и требования к квалификации поверителей .....	5
3 Требования безопасности .....	7
4 Условия поверки .....	8
5 Подготовка к поверке .....	9
6 Проведение поверки .....	10
6.1 Внешний осмотр .....	10
6.2 Опробование .....	10
6.3 Определение погрешности коэффициентов усиления в полосе частот от 0,1 до 300 кГц. ....	12
6.4 Определение неравномерности коэффициента усиления во всем диапазоне частот .....	14
6.5 Определение затухания коэффициента усиления ниже 50 Гц и выше 1МГц.....	14
6.6 Определение максимального значения амплитуды выходного напряжения.....	16
6.7 Определение спектральной плотности напряжения шума, приведенного ко входу, в полосе частот от 5 до 1000 кГц. ....	16
6.8 Определение амплитуды напряжения шума, приведенного ко входу в полосе частот от 50 Гц до 5 кГц .....	17
6.9 Определение динамического диапазона в полосе частот 10 кГц в диапазоне выше 5 кГц. ....	17
6.10 Определение входного сопротивления .....	18
6.11 Определение входной емкости .....	18
6.12 Определение выходного сопротивления.....	19
6.13 Определение напряжения питания источника тока .....	19
6.14 Определение выходного тока источника тока. ....	20
6.15 Определение выходного сопротивления источника тока Ri.....	20
7 Оформление результатов .....	21
8 Сокращения и обозначения.....	22
Приложение А (рекомендуемое) Формы таблиц результатов измерений .....	23
Приложение Б (рекомендуемое) Схемы вспомогательных устройств для поверки.....	28
Лист регистрации изменений.....	29

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП							
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Усилитель широкополосный малошумящий 2-х канальный «Цензурка - УШМ1» Методика поверки					
	Разраб.	Семенов	Ковалев						Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Копелиович	[Подпись]						И	2	29
	Н. контр.	Примакова							НКТБ «Пьезоприбор» ЮФУ		
	Утв.										

Настоящая методика поверки 45.65.00.00.000 МП(далее МП) устанавливает порядок и объем первичной и периодической поверки усилителя широкополосного малошумящего двухканального, обозначаемого в документации как «Усилитель широкополосный малошумящий 2-хканальный «Цензурка-УШМ1»(в дальнейшем изделие или усилитель «Цензурка-УШМ1»).

Изделие подлежит первичной поверке при выпуске и после ремонта, а также периодической поверке в процессе эксплуатации.

Межповерочный интервал – 24 месяца.

Встречающиеся в настоящей МП сокращения описаны в разделе 8.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						3
Изм	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		



## 2 Средства поверки и требования к квалификации поверителей

2.1 Для проведения поверки изделия рекомендуются следующие средства измерений, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств измерений, применяемых при первичной и периодической поверке изделия

Рекомендуемые средства измерений и испытаний		Основные характеристики средств измерений	Пункт методики поверки
Наименование	Тип, обозначение (госреестр)		
1	2	3	4
1 Генератор сигналов произвольной формы	DG5072 (госреестр 55992-13)	Основная относительная погрешность установки частоты, не хуже 0,01%; Неравномерность АЧХ, не хуже 0,1 дБ	6.2-6.14
2 Мультиметр цифровой	34411А (госреестр 47717-11)	Основная относительная погрешность измерения СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне рабочих частот от 0 Гц до 300 кГц не более $\pm 0,2\%$ ;	6.2-6.14
3 Вольтметр переменного напряжения	АКИП-2401 (госреестр 56995-14)	Основная относительная погрешность измерения СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне рабочих частот от 100 Гц до 500 кГц не более 2%; в диапазоне рабочих частот от 500 до 1000 кГц не более 3%.	6.2-6.14
4 Осциллограф цифровой	MSO7034В (госреестр 45498-10)	Диапазон рабочих частот измерения СКЗ напряжения переменного тока, не хуже 10 Гц – 350 МГц; Погрешность измерения напряжения, не хуже 3%	6.2-6.14
5 Мегаомметр	Е6-24 (госреестр 47135-11)	Диапазон измерения сопротивления изоляции – от 0,01 до 1000 Мом. Испытательное напряжение 500 В. Относительная погрешность при измерении сопротивлений: $\delta = \pm \{ [3 + 0,005(R_k/R_x - 1)] \% + 3\text{емр} \}$ , где, $R_k$ — конечное значение диапазона измеряемого сопротивления, МОм; $R_x$ — значение измеряемого сопротивления в пределах диапазона, МОм; емр – аббревиатура – единица младшего разряда.	6.2

Ив. № подл.	Подп. и дата
Ив. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата

45.66.00.00.000 МП

Лис

5

Из Лис № докум. Подп. Дата

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
6 Делитель	Из комплекта ГЗ-117 (госреестр 7981-80)	Номинальное ослабление 40 дБ; Погрешность ослабления, не более, ± 0,5 дБ	6.3, 6.4
7 Согласованная нагрузка	Из комплекта ГЗ-117 (госреестр 7981-80)	50 ± 0,5 Ом	6.3, 6.4
8 Согласованная нагрузка	Из комплекта ГЗ-117 (госреестр 7981-80)	600 ± 6 Ом	6.12
9 Резистор	С2-23 0,125 Вт	1 кОм ± 5%	6.15
10 Фильтр вспомогательный ФВЧ / ФНЧ	45.66.01.00.000	Значение частот среза: - f <sub>ФВЧ</sub> 5 кГц; - f <sub>ФНЧ</sub> 5 кГц	6.7, 6.8
11 Резистор вспомогательный 10 МОм	45.66.02.00.000	10 МОм ± 5%	6.10, 6.11

*Примечание – вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства измерений, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью*

2.2 К поверке допускаются лица, аттестованные на право поверки радиоэлектронных средств измерений.

Име. № подл.	Подп. и дата
Име. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ис	Лис	№ докум.	Подп.	Дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						6

### 3 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.3.019-80, а также правила техники безопасности при работе с изделием и средствами поверки, указанные в эксплуатационной документации на эти изделия. Все приборы должны быть заземлены.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП					Лис
										7
Из	Лис	№ докум.	Подп.	Дата						

#### 4 Условия поверки

4.1 Проверка должна проводиться при нормальных климатических условиях испытаний (ГОСТ 22261):

- температура, °С,  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, %, 30 – 80;
- атмосферное давление, мм рт. ст., 630- 795.

4.2 Электропитание осуществлять от однофазной сети переменного тока:

- напряжение питающей сети, В,  $220 \pm 22$ ;
- частота питающей сети, Гц,  $50 \pm 0,5$ .

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						8
Из	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		



## 5 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки изделия должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- изделие должно быть выдержано в условиях поверки (раздел 4 настоящей МП) в течении не менее четырех часов;
- средства поверки должны быть выдержаны в условиях поверки и подготовлены к работе в соответствии с их эксплуатационными документами.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						9
Из	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		

## 6 Проведение поверки

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Внешний осмотр проводят в следующей последовательности:

- установить соответствие комплектности изделия требованиям паспорта (45.66.00.00.000 ПС);
- проверить четкость нанесения маркировки и ее соответствие руководству по эксплуатации (45.66.00.00.000 РЭ);
- проверить отсутствие на корпусе, разъемах, клеммах изделия, кабелях питания и соединительных механических повреждений.

6.1.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если:

- комплектность изделия соответствует требованиям паспорта (45.66.00.00.000 ПС);
- маркировка на корпусе изделия соответствует руководству по эксплуатации (45.66.00.00.000 РЭ);
- на корпусе, разъемах и клеммах изделия, кабелях питания и соединительных отсутствуют механические повреждения.

### 6.2 Опробование

6.2.1 Перед опробованием необходимо проверить сопротивление изоляции цепей питания изделия и сопротивление между заземляющим контактом вилки и клеммой заземления корпуса изделия. Для этого:

- отключить сетевой кабель изделия от сети 220В 50 Гц, закоротить перемычкой клеммы его вилки и подключить ко входу мегаомметра. Вторую клемму входа мегаомметра соединить с корпусом (клеммой заземления) изделия;
- измерить сопротивление изоляции между короткозамкнутыми клеммами и корпусом изделия;
- измерить сопротивление между заземляющим контактом вилки и клеммой заземления корпуса изделия.

Результаты считаются положительными, если сопротивление изоляции не менее 20 МОм, а сопротивление между заземляющим контактом вилки и

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						10
Из	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		

клеммой заземления корпуса изделия не более 1 Ом. Внести результаты в таблицу А.1.

6.2.2 Собрать стенд в соответствии с рисунком 6.1. Подготовить средства измерения к использованию согласно их руководства по эксплуатации и включить для самопрогрева. Подготовить изделие к использованию в соответствии с п. 2.2 руководства по эксплуатации 45.66.00.00.000 РЭ. Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

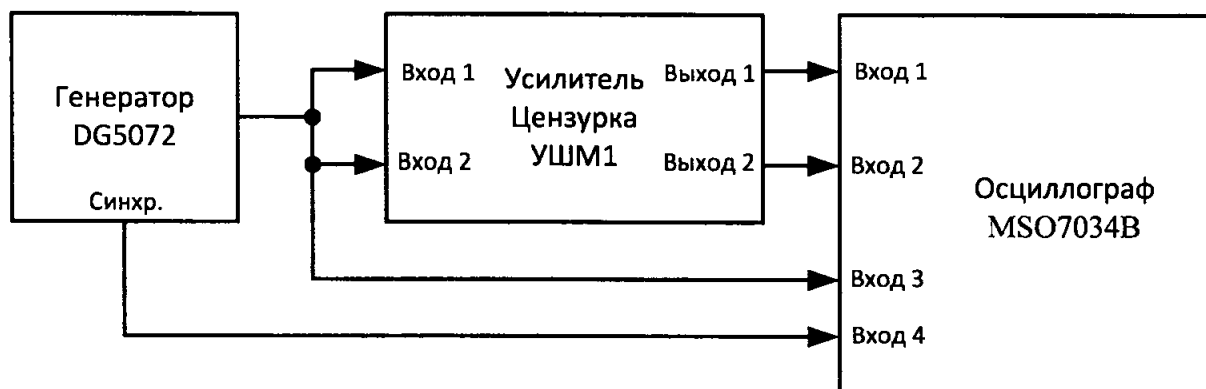


Рисунок 6.1 Схема соединения приборов при опробовании.

6.2.3 Установить на изделии несимметричный режим работы входов обоих каналов с коэффициентом передачи 0 дБ. Установить на генераторе сигналов тестовый сигнал. Для этого выбрать логарифмический режим качания частоты в диапазоне (0,050–1000) кГц, время развертки – 5 сек, форма сигнала – синусоида, размах напряжения 2 В и включить его.

6.2.4 Настроить осциллограф на отображение выходного сигнала изделия при входном сопротивлении всех входных каналов 1 МОм, установив скорость развертки 500 мсек/дел и синхронизации от «Вх.4» положительным перепадом. Момент синхронизации установить на начало шкалы развертки. Проконтролировать прохождение сигнала генератора и сравнить визуальную амплитуду сигналов на выходах изделия («Вх.1» и «Вх.2» осциллографа) с сигналом на его входе («Вх.3» осциллографа) по экрану осциллографа во всем диапазоне частот, используя частотный маркер генератора для получения информации о текущей частоте. Внести результат в таблицу А.1.

Результат считать положительным при наблюдении одинаковых сигналов на входах и выходах изделия.

Име. № подл.	Подп. и дата
Име. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

6.2.5 Установить коэффициенты усиления в обоих каналах 10 дБ и повторить действия по п. 6.2.4. Внести результат в таблицу А.1.

6.2.6 Устанавливая поочередно все коэффициенты усиления каналов и соответственно уменьшая размах выходного сигнала генератора повторить действия по п. 6.2.5. Внести результат в таблицу А.1.

6.2.7 Установить коэффициенты усиления 20 дБ. Изменять амплитуду выходного сигнала генератора от 0,05 до 1,0 В (размах от 0,1 до 2,0 В) и наблюдать за изменением высоты и цвета столба светодиодной шкалы индикаторов уровня.

6.2.8 Внести результат в таблицу А.1.

Результат считать положительным, если в обоих каналах, при увеличении амплитуды входного напряжения, наблюдается изменение высоты столба светодиодной шкалы от отсутствия свечения до полной засветки всех элементов.

6.3 Определение погрешности коэффициентов усиления в полосе частот от 0,1 до 300 кГц

Погрешность установки коэффициентов усиления определяется методом прямых измерений по схеме рисунок 6.2.



Рисунок 6.2 Схема соединения приборов при определении коэффициентов усиления от 0 до 40 дБ.

6.3.1 Определение производится на частотах 0,1, 10, и 300 кГц при всех значениях коэффициента усиления  $K_{ном}$  в следующей последовательности:

–установить на усилителе «Цензурка - УШМ1» переключатель входов канала 1 в положение «Несимм», переключатель усиления - в положение «0 дБ» (1);

–установить на генераторе частоту 0,1 кГц и выходное напряжение

$3 V_{rms}(U_{вх})$ ;

Име. № подл	Подп. и дата
Име. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

ИЗ	Лис	№ докум.	Подп.	Дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						12

– подключить вольтметр 34411А входом, расположенным на передней панели, к выходу « + » канала 1 усилителя «Цензурка - УШМ1», а входом, расположенным на тыльной панели, к выходу генератора и входу « + » канала 1 усилителя «Цензурка - УШМ1», (использовать коаксиальные BNC тройники);

– включить вольтметр в режим измерения переменного напряжения со входа «Front » (Фронт),

– подать от генератора напряжение  $U_{вх}$  и измерить напряжение на выходе «+» канала 1 ( $U_{вых.i}$ );

– переключить вольтметр на измерения со входа «Rear » (Тыл) и зарегистрировать напряжение на входе усилителя «Цензурка - УШМ1» ( $U_{вх.i}$ ).

6.3.1.1 Коэффициент усиления рассчитать по формуле:

$$K_i = U_{вых.i} / U_{вх.i}, \quad (1)$$

где -  $U_{вых.i}$  – текущее значение величины напряжения на выходе канала усилителя, соответствующее напряжению  $U_{вх.i}$  на его входе.

6.3.1.2 Рассчитать погрешность коэффициента усиления по формуле:

$$\delta_{ki} = (K_i - K_{ном}) \times 100 / K_{ном} [\%] \quad (2)$$

6.3.1.3 Сравнить результат с допустимым значением.

6.3.2 (6.3.2) Повторить действия по п. 6.3.1 для выхода « - » канала 1.

6.3.3 Повторить действия по п. 6.3.1, подключив вход «Front » (Фронт) вольтметра между выходами « + » и « - » канала 1. При этом иметь в виду, что напряжение и, соответственно, коэффициент передачи, увеличиваются вдвое.

6.3.4 Повторить действия по п.п. 6.3.1 – 6.3.3, устанавливая напряжения на выходе генератора 1; 0,3; 0,1 и 0,03 В и коэффициенты усиления 10, 20, 30 и 40 дБ соответственно.

6.3.5 Модифицировать схему измерений как показано на рисунке 6.3 и повторить действия, аналогичные п.п. 6.3.1 – 6.3.3 для коэффициентов усиления 50 и 60 дБ, устанавливая напряжения на выходе генератора 1 и 0,3 В

Име. № подл	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Име. № дубл.	Подп. и дата
	Име. № инв.
Име. № подл	Подп. и дата
	Име. № инв.

ИЗ	Лис	№ докум.	Подп.	Дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						13

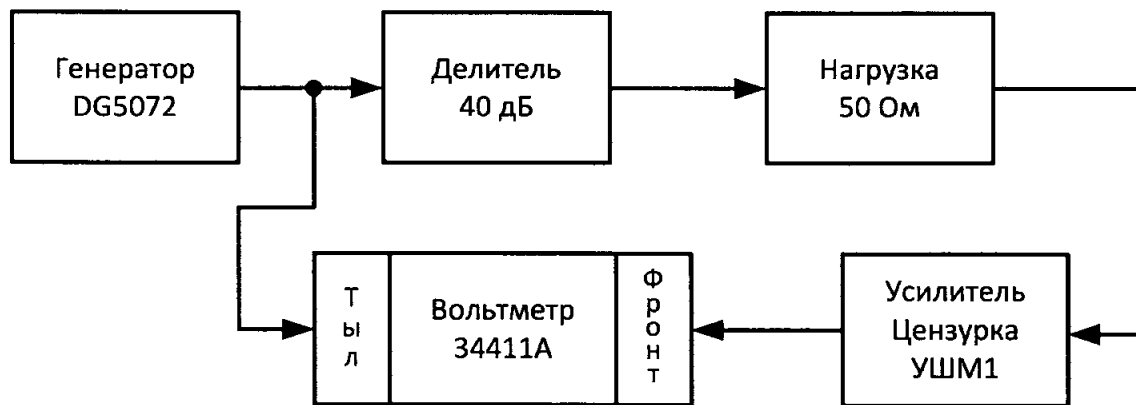


Рисунок 6.3 Схема соединения приборов при определении коэффициентов усиления 50 и 60 дБ.

Предварительно измерить действительное значение коэффициента передачи Делителя  $K_d$ . Для этого подать на делитель с генератора напряжение  $U_{д1}$  и измерить вольтметром напряжение на выходе делителя  $U_{д2}$ . Рассчитать действительное значение коэффициента передачи  $K_d = U_{д2} / U_{д1}$ .

6.3.6 Коэффициент усиления рассчитать по формуле:

$$K_i = U_{\text{вых.}i} / U_{\text{вх.}i} \times K_d, \quad (3)$$

6.3.6.1 Погрешность коэффициентов усиления изделия в полосе частот от 0,1 до 300 кГц рассчитать по формуле (2)

6.3.7 Повторить действия по п.п. 6.3.1 – 6.3.6 на частотах 10 и 300 кГц.

6.3.8 Результаты проверок по п.п. 6.3.1 – 6.3.7 занести в таблицу А.2 и сделать вывод о соответствии их допустимым значениям.

6.3.9 Повторить действия по п.п. 6.3.1–6.3.8 с каналом 2.

6.4 Определение неравномерности коэффициента усиления во всем диапазоне частот

6.4.1 Повторить действия по п.п. 6.3.1 – 6.3.9 на частотах 50 Гц и 1 МГц с обоими каналами. Измерения на частоте 1 МГц проводить вольтметром АКПП-2401

6.4.2 Результаты считать положительными, если коэффициенты усиления не отличаются от номинальных значений более чем на 1 дБ.

6.5 Определение затухания коэффициента усиления ниже 50 Гц и выше 1 МГц

Име. № подл	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Име. № дубл.	Подп. и дата
	Име. № подл
Име. № подл	Подп. и дата
	Име. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

45.66.00.00.000 МП

Проверка проводится путем измерения изменения коэффициента усиления за пределами полосы пропускания при изменении частоты входного сигнала вдвое (на одну октаву) по схеме рисунок 6.1.

6.5.1 Установить:

- коэффициент усиления канала 1 изделия на 20 дБ (10);
- напряжение генератора 0,5  $V_{rms}$  частотой 20 Гц;
- измерить напряжение  $U_{20}$ (где,  $U_{20}$ –напряжение измеренное на частоте 20 Гц) на выходе канала 1.

6.5.1.1 Результаты занести в таблицу А.3.

6.5.2 Установить частоту сигнала генератора 10 Гц, не изменяя напряжение, измерить напряжение  $U_{10}$ (где,  $U_{10}$ – напряжение измеренное на частоте 10 Гц) на выходе канала 1.

6.5.2.1 Результаты и занести в таблицу А.3.

6.5.3 Рассчитать затухание коэффициента усиления ниже 50 Гц( $A_{ФВЧ/ОКТАВА}$ )по формуле:

$$(A_{ФВЧ/ОКТАВА}) = 20lg(U_{20}/ U_{10}) \quad (4)$$

6.5.4 Повторить действия по п. 6.5.1, установив частоту 2 МГц и измерив напряжение на выходе канала 1  $U_{2М}$ .

6.5.5 Установить частоту сигнала генератора 4 МГц, не изменяя напряжение, измерить напряжение  $U_{4М}$  на выходе канала 1 и занести в таблицу А.3.

6.5.6 Рассчитать и занести в таблицу А.3затухание коэффициента усиления выше 1 МГц ( $A_{ФНЧ/ОКТАВА}$ )по формуле:

$$(A_{ФНЧ/ОКТАВА}) = 20lg(U_{2М}/ U_{4М}) \quad (5)$$

где,  $U_{2М}$  – напряжение измеренное на частоте 2 МГц на выходе канала 1;  
 $U_{4М}$  – напряжение измеренное на частоте 4 МГц на выходе канала 1.

6.5.7 Считать результат положительным, если значения, рассчитанные по формулам 4 и 5 не менее 12 дБ.

6.5.8 Повторить действия по п.п. 6.5.1 – 6.5.7 с каналом 2.

Изн. № подл	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Изн. № дубл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Изн. № подл	Подп. и дата
	Взам. инв. №

Изн.	Лис	№ докум.	Подп.	Дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						15

## 6.6 Определение максимального значения амплитуды выходного напряжения

6.6.1 Для определения максимального амплитудного значения выходного напряжения изделия собрать стенд в соответствии с рисунком 6.3.

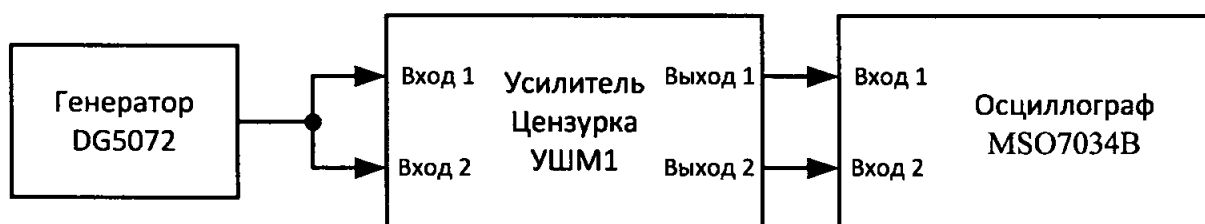


Рисунок 6.4 Схема определения максимального амплитудного значения выходного напряжения

6.6.2 Установить в обоих каналах изделия режим работы несимметричный с коэффициентом усиления 10 дБ (3,16).

6.6.3 Установить на генераторе сигналов тестовый сигнал. Для этого выбрать режим синусоидального сигнала частотой 10 кГц, амплитудным значением напряжения 3 В и включить его.

6.6.4 Увеличивать выходное напряжение генератора до появления видимых визуально искажений выходного напряжения обоих каналов изделия. Измерить амплитудное значение напряжения на выходах изделия (разъемы «Выход 1» и «Выход 2»), Увых, средствами осциллографа. Занести результат контроля в таблицу А.4.

6.6.5 Результат считать положительным, если амплитуда неискаженного выходного напряжения больше или равна 10 В.

6.7 Определение спектральной плотности напряжения шума, приведенного ко входу, в полосе частот от 5 до 1000 кГц.

6.7.1 Собрать стенд по схеме рисунка 6.2, заменив вольтметр 34411А на более широкополосный АКИП-2401 и включив между выходом усилителя и входом вольтметра фильтр верхних частот (ФВЧ) с частотой среза 5 кГц, выполненный по схеме Приложение Б (установить S1 в положении «ФВЧ»).

6.7.2 Установить коэффициент усиления 60 дБ (1000), подать от генератора сигнал синусоидальной формы напряжением 100 мВ частотой 50 кГц.

Ине. № подл	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ис	Лис	№ докум.	Подп.	Дата

45.66.00.00.000 МП

Лис

16



6.7.3 Измерить напряжение вольтметром и определить нижнюю  $f_n$  и верхнюю  $f_v$  границы полосы пропускания по уровню минус 3 дБ.

6.7.4 Отсоединить вход канала от генератора и закоротить его на «землю».

6.7.5 Измерить напряжение шума канала и рассчитать спектральную плотность напряжения шума, приведенного ко входу, в полосе частот от 5 до 1000 кГц по формуле:

$$U_{\text{пл.ш.вх}} = U_{\text{ш.вых}} / (K_{\text{ном}} \times \sqrt{f_v - f_n}), [\text{В}/\sqrt{\text{Гц}}], \quad (6)$$

где,  $f_v$  и  $f_n$  – верхняя и нижняя границы полосы пропускания, определенные по ходу выполнения п. 6.7.3;

–  $K_{\text{ном}}$  – установленное значение коэффициента усиления (1000).

6.7.5.1 Результат занести в таблицу А.5.

6.7.6 Результат считать положительным, если значение спектральной плотности напряжения шума, приведенного ко входу не превышает 10 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$ .

6.7.7 Повторить действия по п.п. 6.7.1 – 6.7.6 с каналом 2.

6.8 Определение амплитуды напряжения шума, приведенного ко входу в полосе частот от 50 Гц до 5 кГц.

6.8.1 Заменить ФВЧ на фильтр нижних частот (ФНЧ) (переключить S1 в положение «ФНЧ»), собранный по схеме Приложение Б.

6.8.2 Измерить напряжение шума на выходе канала  $U_{\text{швых}}$ .

6.8.3 Рассчитать амплитуду напряжения шума, приведенного ко входу  $U_{\text{швх}}$  в полосе частот от 50 Гц до 5 кГц по формуле:

$$U_{\text{швх}} = U_{\text{швых}} * K_{\text{пик}} / K_{\text{ном}}, \quad (7)$$

где,  $K_{\text{пик}}$  – пикфактор напряжения шума (обычно принимают равным 3).

6.8.4 Занести результат в таблицу А.6. и сравнить с допустимым значением.

6.8.5 Повторить действия по п.п. 6.8.1 – 6.8.4 с каналом 2.

6.9 Определение динамического диапазона в полосе частот 10 кГц в диапазоне выше 5 кГц.

6.9.1 Рассчитать величину динамического диапазона по формуле:

Изн. № подл	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Изн. № дубл.	Подп. и дата
	Изн. № дубл.
Изн. № подл	Подп. и дата
	Изн. № дубл.

Изн.	Лис	№ докум.	Подп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

$$D = 20 \lg(2,24 / U_{ш.вх}) [\text{дБ}], \quad (8)$$

где, 2,24 – максимальное входное напряжение при усилении 10 дБ (3,16);

$$U_{ш.вх} = U_{пл.ш.вх} * 100,$$

где,  $U_{пл.ш.вх}$  – значение (спектральной плотности напряжения шума, приведенного ко входу, в полосе частот от 5 до 1000 кГц) полученное в п.6.7.

6.9.2 Повторить действия по п. 6.9.1 для канала 2 изделия.

### 6.10 Определение входного сопротивления

6.10.1 Собрать схему согласно рисунку 6.1;

6.10.2 Установить:

– канал 1 в несимметричный режим с  $K_{ном} = 10$  (20 дБ);

– напряжение  $U_1$  на выходе канала величиной 3 В на частоте 120 Гц.

Зафиксировать значение напряжения по вольтметру;

6.10.3 Включить резистор вспомогательный 10 МОм  $\pm$  5 %, 45.66.02.00.000 (далее  $R_{вспм}$ ), входящий в состав изделия, последовательно со входом канала. Схема электрическая  $R_{вспм}$  приведена в Приложении Б настоящей МП).

6.10.4 Измерить напряжение  $U_2$  на выходе усилителя и рассчитать входное сопротивление  $R_{вх}$  по формуле:

$$R_{вх} = R_{вспм} \times U_2 / (U_1 - U_2) \quad (9)$$

где,  $R_{вспм}$  – резистор вспомогательный ( $R_{вспм} = 10$  МОм,)

6.10.5 Повторить действия по п.п. 6.10.1 – 6.10.3 для канала 2 усилителя.

6.10.6 Результаты занести в таблицу А.7 и сравнить с допустимым значением.

Результат считается положительным, если  $R_{вх}$  не менее 30 МОм

### 6.11 Определение входной емкости

6.11.1 Повторить действия по п.п. 6.10.1 – 6.10.3

6.11.2 Измерить напряжение  $U_2$  на выходе испытуемого канала и увеличивать частоту сигнала, контролируя напряжение.

6.11.3 Зафиксировать частоту  $f$ , при которой напряжение на выходе усилителя станет равным  $U_3 = 0,707 U_2$ .

Изн. № подл	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Изн. № док.	Изн. № док.
	Подп. и дата
Изн. № док.	Изн. № док.
	Изн. № док.

Изн.	Лис	№ докум.	Подп.	Дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						18

6.11.4 Вычислить входную емкость (Свх) изделия по формуле 10:

$$C_{вх} = (R_{вх} + R_{вспм}) / (R_{вх} \times R_{вспм} \times 2\pi \times f) \quad (10)$$

где, Rвх - входное сопротивление изделия, по п. 6.10;

Rвспм – резистор вспомогательный (Rвспм = 10 Мом, Приложение Б).

6.11.5 Повторить действия по пп. 6.11.1 – 6.11.4 для канала 2 изделия.

6.11.6 Результаты занести в таблицу А.7 и сравнить с допустимым значением.

Результат считать положительным, если Свх не более 25 пФ для обоих каналов.

### 6.12 Определение выходного сопротивления

6.12.1 Установить канал 1 в несимметричный режим с Kном = 10 (20 дБ). Подать с генератора синусоидальный сигнал такой величины, чтобы на выходе канала установилось напряжение U1вых величиной 1,00 В на частоте 1 МГц.

6.12.2 Установить параллельно выходу канала непроволочный резистор R величиной 600 Ом ± 5% (допускается использовать резистор или набор резисторов меньшей точности, предварительно подобрав его величину).

6.12.3 Измерить напряжение U2вых на выходе усилителя и рассчитать выходное сопротивление Rвых по формуле:

$$R_{ввых} = R \times (U_{1ввых} - U_{2ввых}) / U_{2ввых} \quad (11)$$

6.12.4 Повторить действия по п.п. 6.12.1 – 6.12.3 для канала 2.

6.12.5 Результаты занести в таблицу А.7 и сравнить с допустимым значением.

6.12.6 Результат считать положительным, если Rвых находится в допустимых пределах для обоих каналов.

### 6.13 Определение напряжения питания источника тока.

6.13.1 Включить в обоих каналах симметричный режим работы и источники тока питания внешних устройств нажатием соответствующих кнопок.

6.13.2 Измерить напряжение постоянного тока между каждым из входов и корпусом.

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

ИЗ	Лис	№ докум.	Подп.	Дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						19

6.13.3 Результаты занести в таблицу А 8 и сравнить с допустимым значением.

6.14 Определение выходного тока источника тока.

6.14.1 Выполнить действия по п. 6.13.1.

6.14.2 Измерить постоянный ток  $I_i$  между каждым из входов и корпусом.

6.14.3 Результаты занести в таблицу А 8 и сравнить с допустимым значением.

6.15 Определение выходного сопротивления источника тока  $R_i$ .

6.15.1 Установить последовательно с измерителем тока резистор  $R$  сопротивлением  $1\text{кОм} \pm 5\%$  и измерить токи  $I_{ri}$ .

6.15.2 Измерить падение напряжения на резисторе  $R$  ( $U_i$ ).

6.15.3 Рассчитать значения выходного сопротивления всех источников тока по формуле:

$$R_i = U_i / (I_i - I_{ri}) \quad (12)$$

6.15.4 Результаты занести в таблицу А 8 и сравнить с допустимым значением.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП					Лис
										20
Из	Лис	№ докум.	Подп.	Дата						

## 7 Оформление результатов

По результатам поверки изделия оформляется протокол.

При положительных результатах испытаний выдается свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности к применению.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						21
Ине. № докум.	Подп.	Дата	Лис	Из		

## 8 Сокращения и обозначения

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика;

МП – методика поверки;

СИ – средства измерения;

СКЗ – среднеквадратическое значение;

ФВЧ – фильтр высоких частот;

ФНЧ – фильтр низких частот;

$f_{\text{ФВЧ}}$  – частота среза ФВЧ;

$f_{\text{ФНЧ}}$  – частота среза ФНЧ;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
						22
Из	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		



Таблица А.2 – Определение погрешности коэффициентов усиления в полосе частот от 0,1 до 300 кГц (п. 6.3) и определение неравномерности коэффициента усиления во всем диапазоне частот (п. 6.4)

Частота, кГц	Номинальное значение коэффициента передачи $K_{ном}$ , дБ	1-й канал				2-й канал			
		$U_{вх.i}$ , В	$U_{вых.i}$ , В	$K_i$ , дБ	$\delta_{ki}$ , дБ	$U_{вх.i}$ , В	$U_{вых.i}$ , В	$K_i$ , дБ	$\delta_{ki}$ , дБ
0,05	10,0								
	20,0								
	30,0								
	40,0								
	50,0								
	60,0								
0,1	10,0								
	20,0								
	30,0								
	40,0								
	50,0								
	60,0								
10,0	10,0								
	20,0								
	30,0								
	40,0								
	50,0								
	60,0								
300	10,0								
	20,0								
	30,0								
	40,0								
	50,0								
	60,0								
1000	10,0								
	20,0								
	30,0								
	40,0								
	50,0								
	60,0								
Вывод		Годен/негоден				Годен/негоден			
1 Погрешности коэффициентов усиления не должны превышать $\pm 0.5$ дБ в полосе частот от 50 Гц до 300 кГц. Неравномерность коэффициента усиления во всем диапазоне частот не должна превышать $\pm 1,0$ дБ.									

Ине. № дубл.    Ине. № подл.    Подп. и дата    Подп. и дата    Взам. инв. №    Подп. и дата

Ине. № подл.	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
ИЗ	Лис	№ докум.	Подп.	Дата

45.66.00.00.000 МП



Таблица А.3– Определение затухания коэффициента усиления ниже 50 Гц и выше 1МГц

Канал 1			Канал 2		
$U_{20}, В$	$U_{10}, В$	$A_{ФВЧ/ОКТАВА}$	$U_{20}, В$	$U_{10}, В$	$A_{ФВЧ/ОКТАВА}$
$U_{2м}$	$U_{4м}$	$A_{ФНЧ/ОКТАВА}$	$U_{2м}$	$U_{4м}$	$A_{ФНЧ/ОКТАВА}$
<i>Годен/негоден</i>			<i>Годен/негоден</i>		
Результат считать положительным, если затухание коэффициента усиления ниже 50 Гц и выше 1МГц (крутизна ската) не менее 12 дБ					

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
					45.66.00.00.000 МП					
Из	Лис	№ докум.	Подп.	Дата						
					Лис					
					25					

Таблица А.4 – Результат определения максимального значения амплитуды выходного напряжения изделия

1-й канал	2-й канал
$U_{\text{выхмакс}}, \text{В}$	$U_{\text{выхмакс}}, \text{В}$
<i>Годен/негоден</i>	<i>Годен/негоден</i>
Результат считать положительным, если амплитуда неискаженного выходного напряжения не менее 10 В	

Таблица А.5 – Результат определения спектральной плотности напряжения шума, приведенного ко входу, в полосе частот от 5 до 1000 кГц.

1-й канал				2-й канал			
$F_{\text{н}}, \text{кГц}$	$F_{\text{в}}, \text{кГц}$	$U_{\text{ш.вых}}, \text{мкВ}$	$U_{\text{пл.ш.вх}}, \text{нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$	$F_{\text{н}}, \text{кГц}$	$F_{\text{в}}, \text{кГц}$	$U_{\text{ш.вых}}, \text{мкВ}$	$U_{\text{пл.ш.вх}}, \text{нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$
<i>Годен/негоден</i>				<i>Годен/негоден</i>			
Результат считать положительным, если значение спектральной плотности напряжения шума, приведенного ко входу, не превышает 10 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$ .							

Таблица А.6 – Результат определения амплитуды напряжения шума, приведенного ко входу в полосе частот от 50 Гц до 5 кГц

1-й канал				2-й канал			
$F_{\text{в}}, \text{кГц}$	$K_{\text{пик}}$	$U_{\text{ш.вых}}, \text{мВ}$	$U_{\text{ш.вх}}, \text{мкВ}$	$F_{\text{в}}, \text{кГц}$	$K_{\text{пик}}$	$U_{\text{ш.вых}}, \text{мВ}$	$U_{\text{ш.вх}}, \text{мкВ}$
<i>Годен/негоден</i>				<i>Годен/негоден</i>			
Результат считать положительным, если значение амплитуды напряжения шума, приведенного ко входу, не превышает 10 мкВ.							

Инв. № подл. Подп. и дата  
 Инв. № дубл. Подп. и дата  
 Инв. ине. № Взам. ине. № Подп. и дата

Таблица А.7 – Результат определения входного сопротивления ( $R_{вх}$ ), входной емкости изделия ( $C_{вх}$ ) и выходного сопротивления ( $R_{вых}$ )

Номер канала	Значение $R_{вх}$ , кОм	Определение $C_{вх}$				Определение $R_{вых}$			
		$U_{вых1}$ , В	$U_{вых2}$ , В	F, кГц	$C_{вх}$ , пФ	R3, Ом	U1, В	U2, В	$R_{вых}$ , Ом
1									
2									
Вывод									
Результат считать положительным, если в обоих каналах изделия: $R_{вх}$ не менее 30 Мом; $C_{вх} = 25 \pm 5$ пФ и $R_{вых} = 50 \pm 10$ Ом.									

Таблица А.8 – Результат определения напряжения питания источников тока, выходного тока источников тока, выходного сопротивления источников тока

	1-й канал		2-й канал	
	Вход «+»	Вход «-»	Вход «+»	Вход «-»
$U_{i1}$ , В				
$I_{i1}$ , мА				
$R_{i1}$ , кОм				
Вывод	<i>Годен/негоден</i>		<i>Годен/негоден</i>	
Результат считать положительным, если $U_{i1}$ находится в пределах от 22 до 24 В, $I_{i1} = 10 \pm 2$ мА, $R_{i1}$ не менее 10,0 кОм.				

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

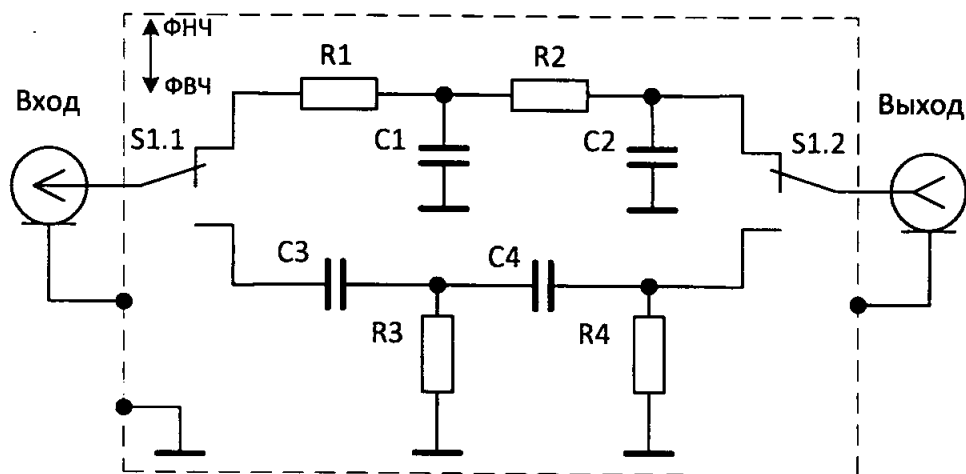
Изд.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

45.66.00.00.000 МП

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

Схемы вспомогательных устройств для поверки



C1 – 4,7 нФ;

C2 – 2,2 нФ;

C3 – 22 нФ;

C4 – 4,7 нФ;

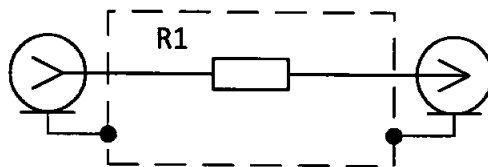
R1 – 2,7 кОм;

R2 – 9,1 кОм;

R3 – 3,3 кОм;

R4 – 10 кОм;

Рисунок Б.1 – Фильтр вспомогательный нижних (ФНЧ) и верхних (ФВЧ) частот с частотой среза 5 кГц (45.66.00.00.001)



R1 = 10 Мом

Рисунок Б 2 – Резистор вспомогательный  $R_{вспм}$  10 Мом (45.66.00.00.002)

Ине. № подл	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата

Ине. № подл	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата	45.66.00.00.000 МП	Лис
Из	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		28

