



СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор ООО «КИА»

В.Н. Викулин



« 04 » 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тензоусилители ВС-339

Методика поверки

ВАПМ 339.00.00МП

2021 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на тензоусилители ВС-339 и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 2 года.

1.3 Сокращенная поверка невозможна.

1.4 Поверяемые тензоусилители должны иметь прослеживаемость к государственным первичным эталонам в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.05.2018 № 1053 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц».

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Проверка диапазона входного и выходного напряжения	9.1	Да	Да
4 Проверка коэффициента усиления на базовой частоте	9.2	Да	Да
5 Проверка частотного диапазона и неравномерности АЧХ	7.5	Да	Да
6 Проверка напряжения питания тензорезистивной цепи	7.6	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;

относительная влажность воздуха, %, не более 80;

атмосферное давление, кПа 100 ± 4 .

Параметры электропитания:

напряжение переменного тока, В 220 ± 22 ;

частота переменного тока, Гц 50 ± 1 .

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные на право проведения поверки.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на проверяемые эквиваленты сети и используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

- 5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.
- 5.2 Все средства поверки должны быть исправны, средства измерений с не истекшим сроком поверки, эталоны единиц величин и испытательное оборудование с не истекшим сроком аттестации.
- 5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих требуемую точность передачи единиц величин поверяемым тензосилителям.

Таблица 2.

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки. Номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
9.2 9.3	Калибратор-вольтметр универсальный В1-28: диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 1 мкВ до 700 В в диапазоне рабочих частот от 0,1 Гц до 120 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,1 Гц до 100 кГц и в диапазоне напряжений от 100 мкВ до 20 В $\pm 0,08\%$, диапазон измерений напряжения переменного тока от 10 мкВ до 700 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 40 Гц до 50 кГц и в диапазоне напряжений от 100 мкВ до 20 В $\pm 0,12\%$
9.2 9.3 7.6	Мультиметр 34465A (Keysight): Основная относительная погрешность измерения постоянного напряжения 0,0035%, переменного напряжения 0,06%, полоса частот 3Гц -300кГц. Измерение ср. кв. значения с учетом формы сигнала (True RMS)
9.1	Системы управления виброиспытаниями ВС-301: Диапазоны измерений напряжения постоянного тока и амплитудных значений напряжения переменного тока, В ± 10 ; Диапазон рабочих частот, Гц - от 0,1 до 35000; Диапазон измерений коэффициента нелинейных искажений в диапазоне частот первой гармоники от 20 до 5000 Гц, % - от 0,01 до 90; Диапазоны воспроизведения напряжения постоянного тока и амплитудных значений напряжения переменного тока, В, ± 10 ;
Вспомогательные средства поверки	
Раздел 3	Термогигрометр ИВТМ-7 М 6-Д: Диапазон измерения относительной влажности 0...99 %; основная погрешность измерения относительной влажности $\pm 2,0\%$; диапазон измеряемых температур -45...+60°C; абсолютная погрешность измерения температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$; диапазон измерения давления 840...1060гПа; абсолютная погрешность измерения давления ± 3 гПа
8.2	Персональный компьютер с интерфейсами USB и Ethernet
9.1	Дифференциальный пробник с коэффициентом деления напряжения 10/100

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- 6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019- 2017, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.
- 6.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только специалисты юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.
- 6.3 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1. Внешний вид и комплектность проверить на соответствие данным, приведенным в руководстве по эксплуатации РЭ и в ПС на тензоусилитель.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации, наличие маркировок с указанием типа и заводского номера;
- чистоту и исправность разъёмов и индикаторов;
- отсутствие механических и электрических повреждений, влияющих на работу.

7.1.2. Результаты внешнего осмотра считать положительными при отсутствии видимых дефектов. В противном случае, тензоусилитель дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется для проведения ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

- 8.1.1 На поверку представляют тензоусилитель, полностью укомплектованный в соответствии с паспортом на изделие (ПС).
- 8.1.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с нормативной документацией на усилитель и подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.
- 8.1.3 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 провести перед началом поверки, а затем периодически, но не реже одного раза в час.

8.2 ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 8.2.1 Собрать схему (Рисунок 1).

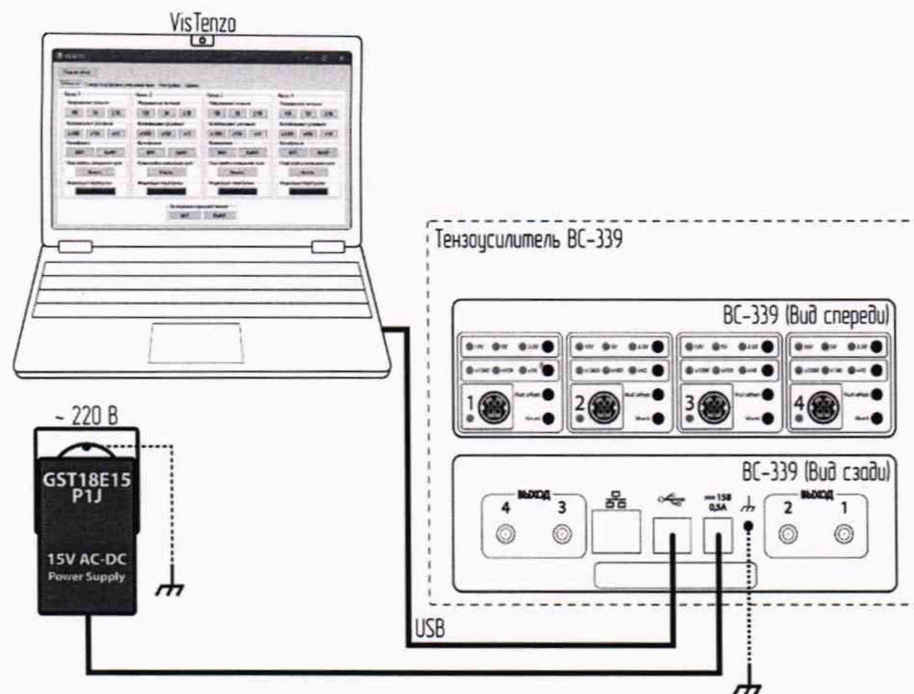


Рисунок 1.

8.2.2. При включении усилителя, убедиться в его переходе в рабочий режим, в этом случае должны загореться все светодиодные индикаторы последовательно на каждом канале. Проконтролировать работоспособность и равномерность свечения всех светодиодов передней панели. Проверить функционирование кнопок на всех каналах путем последовательного нажатия на них. Убедиться, что при нажатии на кнопку переключения коэффициента усиления и напряжения питания загораются соответствующие переключаемым параметрам светодиоды, кнопки сброса нуля и калибровки активизируют соответствующие функции и переключают режим свечения светодиодов состояния каналов.

8.2.3. Подключить усилитель к ПК, запустить ПО VisTenzo (Рисунок 2).

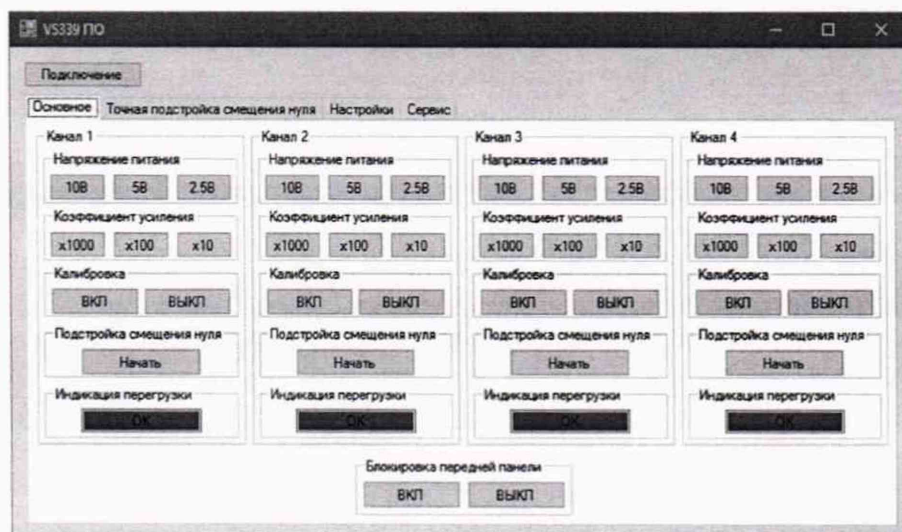


Рисунок 2.

Результаты опробования считать положительными при наличии взаимодействия ПК с усилителем по реакции прибора на переключение режимов в пользовательском интерфейсе: индикация светодиодов передней панели усилителя должна соответствовать индикации в интерфейсе ПО VisTenzo.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверка диапазона входного и выходного напряжения усилителя.

9.1.1 Собрать схему (Рисунок 3).

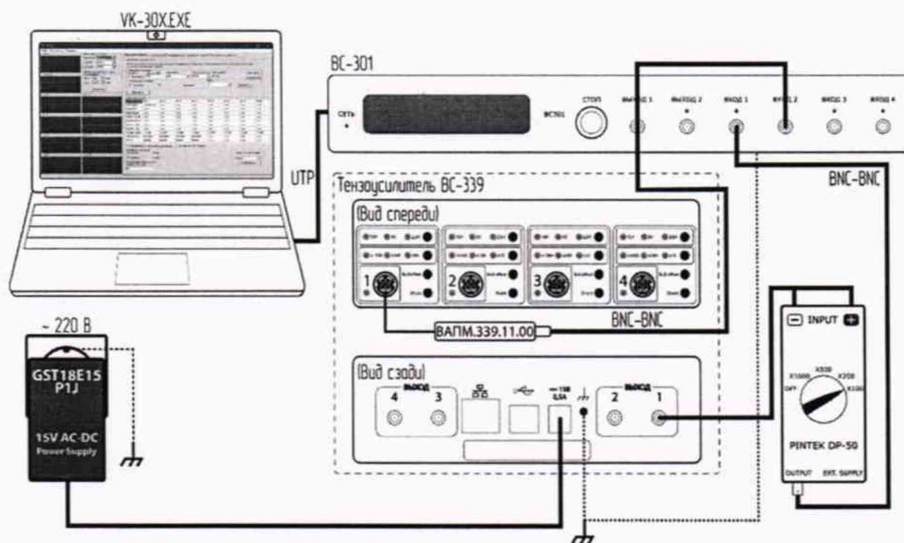


Рисунок 3.

9.1.2 Установить значение коэффициента деления дифференциального пробника равным $\times 100$. С выхода BC-301 на вход BC-339 через переходник ВАПМ.339.11.00 подавать следующие значения сигналов: для коэффициента усиления $\times 10$ подавать напряжение амплитудой 1 В, для $\times 100$ напряжение амплитудой 0,1 В, для $\times 1000$ напряжение амплитудой 0,01 В. Контролировать заданное напряжение с помощью измерительного канала BC-301 в программе VK300X. Контролировать напряжение на выходе тензоусилителя и коэффициент гармоник с помощью поля «Вход СКЗ» и «КГ» в программе VK300X.

9.1.3 Повторить измерения для всех каналов тензоусилителя. По уровню коэффициента гармоник убедиться, что на всех коэффициентах усиления синусоидальный выходной сигнала не имеет искажений (значение КГ – менее 0,2%).

9.1.4 Тензоусилитель считать прошедшим испытание, если диапазон входного напряжения для коэффициента усиления $\times 10$ составляет $\times 1000$ мВ, для коэффициента усиления $\times 100$ составляет ± 100 мВ, для коэффициента усиления $\times 1000$ составляет ± 10 мВ; диапазон выходного напряжения составляет ± 10 В, а значение КГ – менее 0,2%. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

9.2 Проверка коэффициента усиления на базовой частоте

9.2.1 Собрать схему (Рисунок 4).

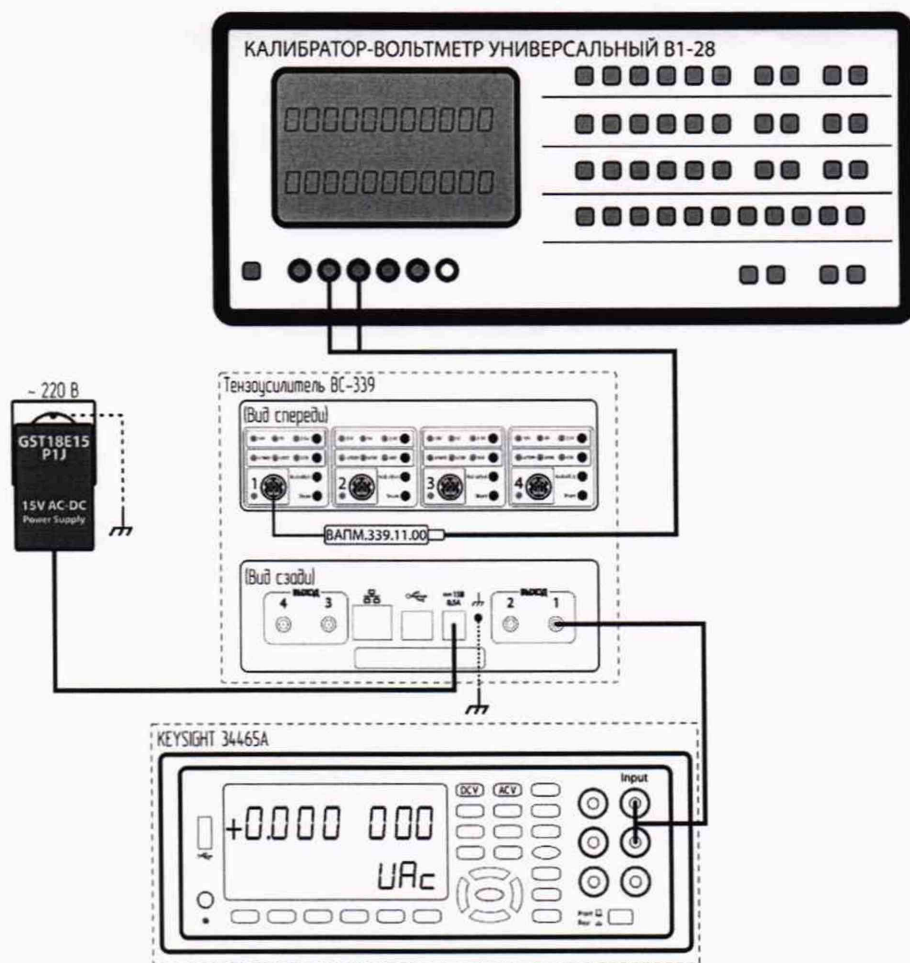


Рисунок 4.

9.2.2 Вход тензоусилителя подключить к выходу В1-28 через переходник ВАПМ.339.11.00. Выход тензоусилителя подключить ко входу мультиметра Keysight 34465A. Осуществить компенсацию постоянного смещения канала тензоусилителя с помощью соответствующей кнопки «Ноль» на передней панели. Компенсацию постоянного смещения необходимо производить для каждого коэффициента усиления перед подачей сигнала. Подать на тензоусилитель синусоидальный сигнал частотой 1000 Гц. Для коэффициента $\times 10$ подавать напряжение 0,5 В СКЗ, для $\times 100$ напряжение 0,05 В СКЗ, для $\times 1000$ напряжение 0,005 В СКЗ. Контролировать выходное напряжение с помощью мультиметра Keysight 34465A, установив режим измерения напряжения переменного тока (ACV).

9.2.3 Повторить измерения для всех каналов. Рассчитать относительную погрешность измерений по формуле 1.

9.2.4 Тензоусилитель считается прошедшим испытания, если основная относительная погрешность коэффициента усиления на базовой частоте находится в пределах $\pm 1\%$. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

9.3 Проверка частотного диапазона и неравномерности АЧХ.

9.3.1 Измерения проводить на схеме из п. 8.2.10.

9.3.2 На вход тензоусилителя через переходник ВАПМ.339.11.00 с выхода В1-28 подать синусоидальный сигнал частотой $f=10, 100, 1000, 1200, 2000, 3000, 5000, 8000, 11000, 12000, 20000$ Гц. Для коэффициента усиления $\times 10$ подавать напряжение 0,5 В СКЗ, для $\times 100$ напряжение 0,05 В СКЗ, для $\times 1000$ напряжение 0,005 В СКЗ. Напряжение на выходе усилителя контролировать с помощью мультиметра Keysight 34465A.

9.3.3 Тензоусилитель считается прошедшим испытание, если полученное максимальное отклонение выходного напряжения от значения на частоте 1000 Гц не превышает $\pm 0,1$ дБ. В противном случае прибор дальнейшей проверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

9.3.4 Для всех полученных значений выходного напряжения рассчитать отклонение выходного напряжения по формуле 2

9.4 Проверка напряжения питания тензорезистивной цепи.

9.4.1 Собрать схему (Рисунок 5).

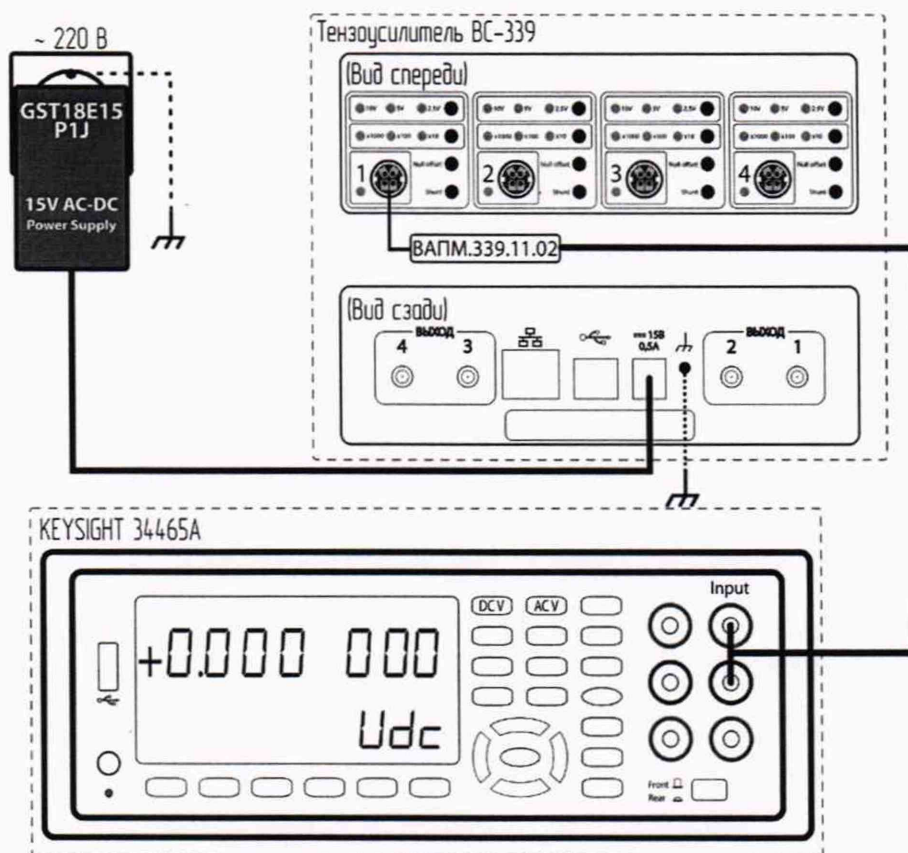


Рисунок 5.

9.4.2 С помощью мультиметра Keysight 34465A, подключенного через переходник ВАПМ.339.11.02, в режиме измерения напряжения постоянного тока (DCV) произвести измерения напряжения питания тензорезистивной цепи во всех режимах (2,5; 5; 10 В).

9.4.3 Рассчитать отклонение напряжения питания от номинального значения по формуле 3

9.4.4 Тензоусилитель считается прошедшим испытание, если полученное максимальное отклонение напряжения от номинального значения не превышает $\pm 0,25\%$. В противном случае прибор дальнейшей проверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Рассчитать относительную погрешность коэффициента усиления по формуле 1:

$$\delta = 100\% \cdot \frac{U_{\text{ВЫХ}} - K_y U_{\text{ВХ}}}{K_y} \quad (1)$$

Где:

$U_{\text{ВЫХ}}$ – измеренное выходное напряжение;

$U_{\text{ВХ}}$ – установленное входное напряжение;

K_y – выбранный коэффициент усиления;

10.1.1 Тензоусилитель считается прошедшим поверку (подтвердившим соответствие метрологическим требованиям), если основная относительная погрешность коэффициента усиления на базовой частоте находится в пределах $\pm 1\%$. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

10.2 Рассчитать отклонение выходного напряжения по формуле 2:

$$A_f = 20 \cdot \log \frac{U_f}{U_{1000}} \quad (2)$$

Где:

U_f – напряжение на выходе на частоте f ;

U_{1000} – напряжение на выходе на частоте 1000 Гц.

10.2.1 Тензоусилитель считается прошедшим поверку (подтвердившим соответствие метрологическим требованиям), если полученное максимальное отклонение выходного напряжения от значения на частоте 1000 Гц не превышает $\pm 0,1$ дБ. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

10.3 Рассчитать отклонение напряжения питания от номинального значения по формуле 3:

$$\delta = 100\% \cdot \frac{U_{\text{ИЗМ}} - U}{U_{\text{ИЗМ}}} \quad (3)$$

Где:

$U_{\text{ИЗМ}}$ – измеренное напряжение;

U – номинальное напряжение;

10.3.1 Тензоусилитель считается прошедшим поверку (подтвердившим соответствие метрологическим требованиям), если полученное максимальное отклонение напряжения от номинального значения не превышает $\pm 0,25\%$. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт или для проведения настройки.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 11.1 Сведения о результатах поверки усилителя передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.
- 11.2 По заявлению владельца усилителя или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие усилителя метрологическим требованиям) наносится знак поверки и (или) выдается свидетельство о поверке.
- 11.3 По заявлению владельца усилителя или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие усилителя метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.
- 11.4 Обязательное оформление протокола поверки не требуется По заявлению владельца усилителя или лица, представившего его на поверку, возможно оформление протокола поверки.

Главный метролог ООО «КИА»



В.В.Супрунюк