

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
(ВНИИМС)

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»

*Иванникова*  
Н.В. Иванникова

"11" 07 2017 г.

**УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ ВИБРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МОДЕЛИ 9155**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-18-2017

г. Москва  
2017 г.

УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ ВИБРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МОДЕЛИ 9155

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Введена в действие с  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Настоящая методика распространяется на установки для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей модели 9155 (далее установки) фирмы «The Modal Shop, Inc.», США, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками 2 года.

Перечень документов, на которые даются ссылки в тексте настоящей методики:

- ГОСТ Р 8.800-2012. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений виброперемещения, виброскорости и виброускорения в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^4$  Гц;

- Рекомендации по метрологии МИ 1071-85. Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений параметров вибрации образцовые. Методика поверки;

- ГОСТ 8.395-80. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования;

- ГОСТ 12.2.007.0-75. Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности;

- Нормативно-техническая документация фирмы «The Modal Shop» на установку для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей модели 9155.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок установки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта настоящего документа	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2	да	да
Определение уровня вибрационного шума СКЗ виброускорения	7.3	да	да
Определение коэффициента нелинейных искажений	7.4	да	да
Определение относительного коэффициента поперечных составляющих вибростенда	7.5	да	да
Определение рабочих диапазонов виброускорений (виброскорости и виброперемещения) в заданном диапазоне частот.	7.6	да	да
Определение погрешности аналого-цифрового преобразования	7.7	да	да
Определение погрешности измерительного канала с согласующим усилителем	7.8	да	да
Определение допускаемой относительной погрешности воспроизведения параметров вибрации	7.9	да	да

## 2 Средства поверки

2.1 Средства измерений должны иметь поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.2.1 При проведении поверки установки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

2.3 Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие требованиям по погрешности, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений, применяемые при поверке

Номер пункта настоящего документа	Наименование и тип средства поверки и его метрологические и технические характеристики
7.1	–
7.2	Верификационный вибропреобразователь из комплекта вибростенда
7.3	Вторичный эталон по ГОСТ Р 8.800-2012

7.4	Вторичный эталон по ГОСТ Р 8.800-2012
7.5	Вторичный эталон по ГОСТ Р 8.800-2012
7.6	–
7.7	–
7.8	–
7.9	–

### 3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К поверке допускаются лица, аттестованные по месту работы в соответствии с правилами ПР 50.2.012-94, прошедшие обучение и имеющие свидетельство и аттестат поверителя.

### 4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки средства поверки и поверяемые средства, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление, не допускается использование в качестве заземления корпусов силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления.

4.2 Меры безопасности при подготовке и проведении поверки должны соответствовать действующим требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

4.3 Установку и подключение средств поверки, поверяемых средств, а также вспомогательного оборудования производить при выключенном источнике питания.

### 5 Условия проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха	$20 \pm 5$ °С
- относительная влажность	$60 \pm 20$ %
- атмосферное давление	не регламентируется
- напряжение питания промышленной сети, В	от 215,6 до 224,4
- частота переменного напряжения промышленной сети, Гц	от 49,5 до 50,5

### 6 Подготовка к проведению поверки

6.1 Подготовка к поверке эталонных, рабочих и вспомогательных средств измерений должна соответствовать требованиям нормативных документов (далее – НД) на эти средства.

6.1 Эталонные, поверяемые и вспомогательные средства должны быть выдержаны в условиях, описанных в п. 5, не менее 2-х часов.

6.2 Перед проведением поверки необходимо проверить наличие заземления и электрических соединений между блоками поверяемой виброустановки.

6.3 Крепление вибропреобразователей к вибростенду должно соответствовать руководству по эксплуатации на вибропреобразователь.

6.4 Для обезжиривания рабочей поверхности вибростенда и основания вибропреобразователя перед установкой его на вибростол применяют спирт этиловый по ГОСТ Р 51723-2001 из расчета 5 г на один вибропреобразователь.

6.5 Применяемые эталонные и иные средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр.

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие установки следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов, влияющих на работоспособность виброустановки;
- соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в технической документации установки;
- отсутствие загрязнений и выступающих заусенцев на контактирующих поверхностях вибропреобразователей;
- наличие всех крепежных элементов;
- резьбовые части электрических разъемов не должны иметь видимых повреждений;
- правильность монтажа установки.

7.1.2 В случае несоответствия установки хотя бы одному из вышеуказанных требований она считается не пригодной к применению и поверку не проводят до устранения выявленных дефектов. Если дефекты устранить невозможно, выдается извещение о непригодности виброустановки с указанием причин.

### 7.2 Опробование.

7.2.1 Включают установку в соответствии с требованиями технической документации и запускают программу на ПК.

7.2.2 Закрепляют на вибростенде установки эталонный вибропреобразователь, входящий в состав установки. Подключают эталонный вибропреобразователь в соответствии с технической документации на установку.

7.2.3 Запускают калибровку эталонного вибропреобразователя. Значения амплитудно-частотной характеристики не должны превышать паспортных значений частотного диапазона эталонного вибропреобразователя (Frequency Response).

7.2.4 Если установка состоит из нескольких вибростендов, то повторяют пункты 7.2.2 и 7.2.3 для каждого вибростенда со своим эталонным вибропреобразователем.

7.2.5 Если измеренная амплитудно-частотная характеристика эталонных вибропреобразователей не соответствует паспортным значениям, то поверку не проводят, установку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности.

### 7.3 Определение уровня вибрационного шума СКЗ виброускорения.

7.3.1 Уровень вибрационного шума на вибростенде определяют в месте, предназначенном для установки поверяемого вибропреобразователя в процессе эксплуатации установки.

7.3.2 Закрепляют на вибростенде вибропреобразователь эталонного виброметра и включают установку.

7.3.3 Определение уровня вибрационного шума осуществляют по среднему квадратическому значению виброускорения, зафиксированному с помощью эталонного виброметра при включенной установке, но при отсутствии сигнала возбуждения от задающего генератора на частоте 100 Гц.

7.3.4 Повторить действия пунктов 7.3.2 и 7.3.3 для каждого вибростенда.

Уровень вибрационного шума СКЗ виброускорения должен быть не менее чем в 5 раз меньше нижнего предела измерения.

Если измеренное с помощью эталонного виброметра значение вибрационного шума СКЗ виброускорения превышает заданное значение, то поверку не проводят, установку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности.

7.4 Определение коэффициента нелинейных искажений.

7.4.1 Коэффициент нелинейных искажений (THD) определяют для каждого вибростенда в диапазоне частот на верхних пределах номинальных диапазонов виброускорения.

7.4.2 Закрепляют на вибростенде вибропреобразователь эталонного виброметра и включают установку.

7.4.3 С помощью задающего генератора установки последовательно задают частоты возбуждения, равные значениям 1/3-октавного ряда в рабочем диапазоне частот, и измеряют коэффициент нелинейных искажений.

7.4.4 Коэффициент нелинейных искажений рассчитывается программой и выводится в поле «Harmonic Distortion» в окне «Test Sensor Monitor», см. рисунок 1.

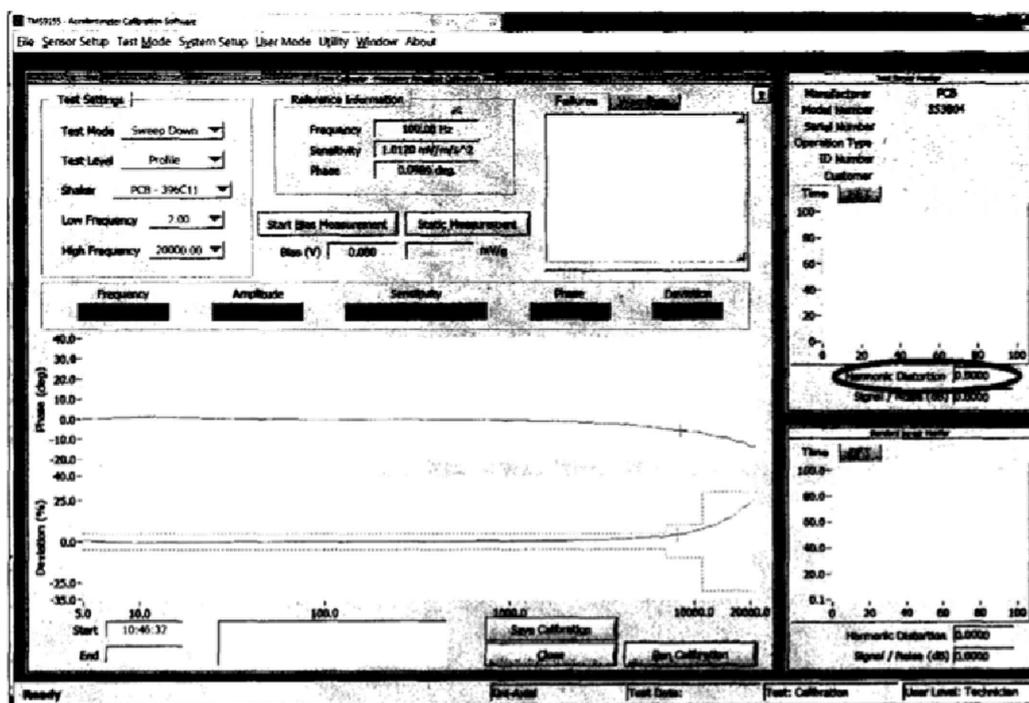


Рисунок 1 – Поле «Harmonic Distortion» в окне «Test Sensor Monitor»

7.4.5 Результаты измерений записывают в таблицу 3.

Таблица 3 – Коэффициенты нелинейных искажений

Частота, Гц	Нижняя частота вибростенда	...	80	100	125	160	200	...	Верхняя частота вибростенда
Коэффициент нелинейных искажений (THD), %									

7.4.6 Повторить действия пунктов с п.7.4.2 по п.7.4.5 для каждого вибростенда.

Максимальное значение коэффициента нелинейных искажений не должно превышать значения, указанного в технической документации на вибростенд.

Если измеренное значение коэффициента нелинейных искажений превышает значение, указанное в технической документации на вибростенд, то установку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности.

Допускается признавать пригодной к применению установку при превышении на отдельных частотах указанных значений коэффициента нелинейных искажений (количество таких частот не должно превышать 10% частот третьоктавного ряда рабочего диапазона частот). При этом частоты, на которых значение коэффициента нелинейных искажений превышает значение, указанное в технической документации на вибростенд, исключается из диапазона рабочих частот установки, о чем делается соответствующая запись на оборотной стороне свидетельства о поверке.

7.5 Определение относительного коэффициента поперечных составляющих вибростенда.

7.5.1 Для определения относительного коэффициента поперечных составляющих вибростенда на столе вибростенда закрепляют в соответствии с требованиями РЭ трёхкомпонентный вибропреобразователь, входящий в комплект эталонного виброметра.

7.5.2 Задают на установке амплитуду виброускорения  $A_z$ , равную 0,3 верхнего значения рабочего диапазона амплитуд, и последовательно отсчитывают показания виброметра в направлении  $A_y$ ,  $A_x$ , и перпендикулярном основному направлению движения вибростенда ( $A_z$ ). Вычисляют относительный коэффициент поперечных составляющих вибростенда по формуле:

$$K_{\text{о.п.}} = \frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $A_z$  – значение СКЗ виброускорения вдоль рабочей оси,  $\text{м/с}^2$ ;

$A_y$ ,  $A_x$  – значение СКЗ виброускорения в двух взаимноперпендикулярных направлениях от рабочей оси,  $\text{м/с}^2$ .

7.5.3 Результаты измерений записывают в таблицу 4.

Таблица 4 – Коэффициенты поперечных составляющих вибростенда

Частота, Гц	$A_z, \text{ м/с}^2$	$A_y, \text{ м/с}^2$	$A_x, \text{ м/с}^2$	$K_{0.п.}, \%$
Нижняя частота вибростенда				
...				
80				
100				
125				
160				
200				
...				
Верхняя частота вибростенда				

7.5.4 Повторить действия пунктов с 7.5.1 по 7.5.3 для каждого вибростенда.

Вычисленные значения относительных коэффициентов поперечных составляющих вибростенда должны быть не более указанных в технической документации на вибростенд.

Если значения коэффициентов поперечных составляющих вибростенда превышают значения, указанные в технической документации на вибростенды, то установку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности.

Допускается признавать пригодной к применению установку при превышении на отдельных частотах указанных в технической документации значений коэффициента поперечных составляющих (количество таких частот не должно превышать 10% частот третьоктавного ряда рабочего диапазона частот). При этом частоты, на которых значение коэффициента поперечных составляющих превышает значение, указанное в технической документации на вибростенд, исключается из диапазона рабочих частот установки, о чем делается соответствующая запись на оборотной стороне свидетельства о поверке.

7.6 Определение рабочих диапазонов виброускорений (виброскорости и виброперемещения) в заданном диапазоне частот.

7.6.1 Рабочие диапазоны виброускорений (виброскорости и виброперемещения), воспроизводимые вибростендами, определяют на основании измерений уровня вибрационного шума по п.7.3 и коэффициенту нелинейных искажений по п.7.4.

7.6.2 Для определения наибольшего значения виброускорения (виброскорости и виброперемещения), воспроизводимого (измеряемого) вибростендом, используют результаты определения коэффициента нелинейных искажений по п.7.4.

7.6.3 За максимальное значение виброускорения (виброскорости и виброперемещения), воспроизводимое вибростендом, принимают такое значение, при котором коэффициент нелинейных искажений не превышает значения, установленного в технической документации на вибростенд.

7.6.4 За минимальное значение виброускорения (виброскорости и виброперемещения), воспроизводимого (измеряемого) вибростендом, принимают такое значение, которое превышает уровень собственных шумов эталонного виброметра на 14 дБ ( $\approx$  в пять раз).

Измеренные минимальное и максимальное значения воспроизводимых виброускорений (виброскорости и виброперемещения) должны соответствовать данным, указанным в технической документации на вибростенд.

Если измеренные минимальное и максимальное значения воспроизводимых виброускорений (виброскорости и виброперемещения) не соответствуют данным, указанным в паспорте на вибростенд, то установку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности.

Допускается признавать пригодной к применению установку при уменьшении рабочего диапазона воспроизводимых параметров вибрации, но не более, чем на 20% от диапазона, указанного в паспорте. При этом делается соответствующая запись о рабочем диапазоне воспроизводимых параметров вибрации на обратной стороне свидетельства о поверке.

### 7.7 Определение погрешности аналого-цифрового преобразования.

7.7.1 Для определения погрешности аналого-цифрового преобразования собирают схему в соответствии с рисунком 2. Погрешность аналого-цифрового преобразования определяется как отношение «Test Channel» к «Standard Channel».

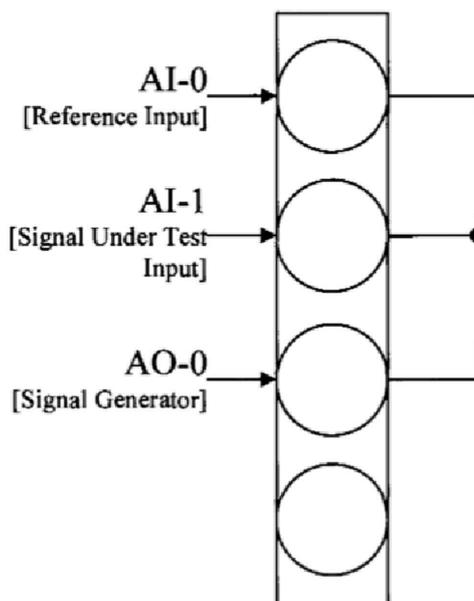


Рисунок 2 – Схема подключения установки для определения погрешности аналого-цифрового преобразования

7.7.2 Выбирают в меню пункт калибровки каналов (Test→Channel Calibration), см. рисунок 3.

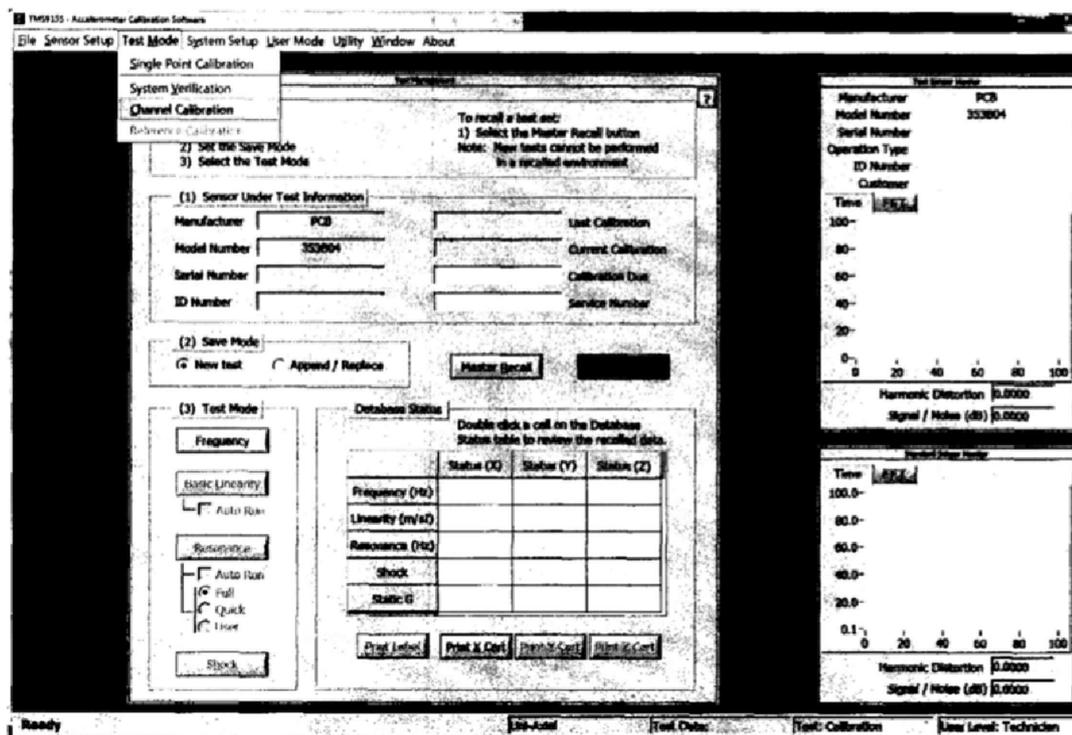


Рисунок 3 – Меню калибровки каналов (Test→Channel Calibration)

7.7.3 В появившемся окне «Channel Calibration» выбирают в поле «Conditioner» значение «None», без согласующих усилителей, см. рисунок 4. и нажимают кнопку «Start Channel Calibration» (Кнопка активна в режиме User level: Advanced).

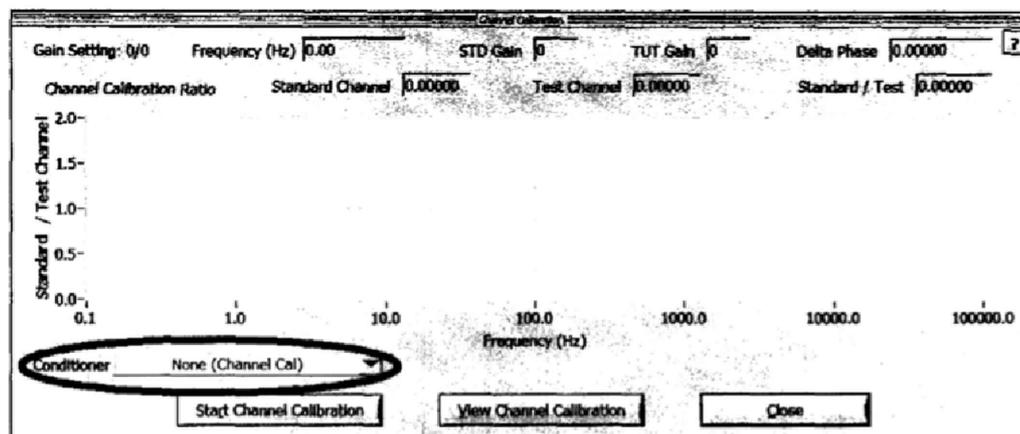


Рисунок 4 – Окно «Channel Calibration»

Значения погрешности аналого-цифрового преобразования определяется по программному обеспечению (см. рисунок 4). Во всем частотном диапазоне отношение «Test Channel» к «Standard Channel» не должно превышать значения, равного 0,01 %.

Если значение отношение «Test Channel» к «Standard Channel» превышает указанное значение, то установку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности.

## 7.8 Определение погрешности измерительного канала с согласующим усилителем.

7.8.1 Для определения погрешности измерительного канала собирают схему с каждым согласующим усилителем, входящих в состав установки, в соответствии с технической документацией на установку. Погрешность измерительного канала с согласующим усилителем определяется как отношение «Test Channel» к «Standard Channel».

7.8.2 Выбирают в меню пункт калибровки каналов (Test→Channel Calibration), см. рисунок 3.

7.8.3 В появившемся окне «Channel Calibration» выбирают в поле «Conditioner» значение подключенного согласующего усилителя, см. рисунок 5. И нажимают кнопку «Start Channel Calibration» (Кнопка активна в режиме User level: Advanced).

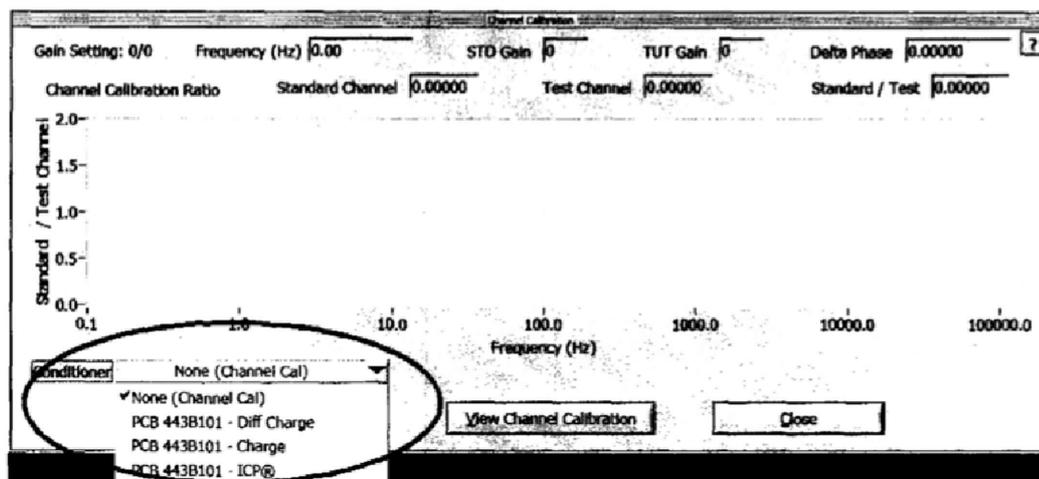


Рисунок 5 – Окно «Channel Calibration» с раскрытым полем «Conditioner»

7.8.4 Проверяют каждый согласующий усилитель во всем частотном диапазоне.

Значение отношения «Test Channel» к «Standard Channel» определяется по программному обеспечению (см. рисунок 5) и не должно превышать 0,01 % для каждого согласующего усилителя.

Если значения отношений «Test Channel» к «Standard Channel» для каждого согласующего усилителя превышает указанное значение, то установку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности.

7.9 Определение допускаемой относительной погрешности воспроизведения параметров вибрации.

7.9.1 Допускаемую относительную погрешность установки  $\delta$  при доверительной вероятности 0,95 вычисляют по формуле:

$$\delta = \sqrt{\delta_0^2 + \gamma^2 + \delta_{ni}^2 + \delta_n^2 + \delta_{ADC}^2 + \delta_{Cond}^2}, \quad (2)$$

где  $\delta_0$  – относительная погрешность эталонных СИ, с помощью которых проводят поверку виброустановки, %;

$\gamma$  – неравномерность частотной характеристики, встроенного вибропреобразователя в комплекте с согласующим усилителем, %;

$\delta_{ni}$  – дополнительная относительная погрешность, вызванная нелинейными искажениями вибростенда, %, определяемая по формуле (3);

$\delta_n$  – дополнительная относительная погрешность, вызванная наличием поперечных составляющих движения вибростенда в рабочем диапазоне частот, %, определяется по формуле (4);

$\delta_{ADC}$  – дополнительная относительная погрешность аналого-цифрового преобразования, %;

$\delta_{Cond}$  – дополнительная погрешности измерительного канала с согласующим усилителем, %.

$$\delta_{ni} = \left( \sqrt{1 + K_r^2} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $K_r$  – максимальное значение нелинейных искажений, определённое в п. 7.4;

$$\delta_n = \frac{K_{on} \cdot K_n}{100}, \quad (4)$$

где  $K_{on}$  – максимальное значение относительного коэффициента поперечных составляющих вибростенда, %, определённое в п. 7.5;

$K_n$  – относительный коэффициент поперечных составляющих встроенного эталонного вибропреобразователя, %, (определяют из паспорта вибропреобразователя);

*Примечание 1* – Встроенный в установку эталонный вибропреобразователь в комплекте с согласующим усилителем поверяют на государственном специальном эталоне ГЭТ 58-84 или на вторичном эталоне по документу «Рекомендации по метрологии МИ 1071-85. Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений параметров вибрации образцовые. Методика поверки» (при условии его демонтажа из вибростенда). При невозможности демонтажа встроенного эталонного вибропреобразователя его метрологические характеристики определяются на вибростенде методом сличения с эталонным виброметром по документу «Рекомендации по метрологии МИ 1071-85. Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений параметров вибрации образцовые. Методика поверки».

*Примечание 2* – За относительную погрешность воспроизведения параметров вибрации установки принимается максимальное значение, полученное для каждого вибростенда с учетом своих значений коэффициента нелинейных искажений и коэффициента поперечных составляющих вибростенда.

Допускаемая относительная погрешность воспроизведения параметров вибрации установки не должна превышать значений, указанных в технической документации на установку.

Если относительная погрешность воспроизведения параметров вибрации установки превышает значение, указанное в технической документации, то установку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности.

## 8 Оформление результатов поверки.

8.1 На установки для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей модели 9155, признанные годными при поверке, выдают свидетельство о поверке по форме, установленной в Приказе Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

8.2 Установки для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей модели 9155, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, к применению не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин по форме, установленной в Приказе Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

Начальник отдела  
ФГУП «ВНИИМС»



А.Е.Рачковский

Начальник лаборатории  
ФГУП «ВНИИМС»



А.Г.Волченко