

**УТВЕРЖДАЮ**

**Начальник ФГБУ**

**«ГНМЦ» Минобороны России**

**В.В. Швыдун**



**2019 г.**

**ИНСТРУКЦИЯ**

**МОДУЛИ ВИБРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ 8МВЗ-016Ф**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**ИКПВ.402156.018МП**

2019 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на модули виброизмерительные 8МВЗ-016Ф, изготавливаемые акционерным обществом «Лётно-исследовательский институт имени М.М. Громова» (АО «ЛИИ им. М.М. Громова»), г. Жуковский, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 3 года.

Сокращенная поверка модуля невозможна.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции	
		первичная поверка	периодическая поверка
Внешний осмотр	п. 7.1	да	да
Опробование	п. 7.2	да	да
Проверка электрического сопротивления изоляции	п. 7.3	да	да
Определение коэффициентов передачи измерительных каналов (ИК)	п. 7.4	да	да
Определение основной погрешности	п. 7.4	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	п. 7.5	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться следующие средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип средства поверки. Метрологические характеристики средств поверки
п. 7.3-7.5	Вольтметр универсальный В7-78/1 (2 шт.): диапазон измерений напряжения переменного тока от 10 мкВ до 10,0 В, диапазон частот от 3 Гц до 20 кГц, пределы допускаемой основной погрешности измерений: $\pm(1,0 \% + 300 \text{ ед. мл. разряда})$ , диапазон измерений электрического сопротивления от 0,1 МОм до 100 МОм
п. п.7.4;7.5.	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122: диапазон частот от 0,001 до $9,9 \cdot 10^5$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \%$ , амплитуда сигнала от $5 \cdot 10^{-4}$ до 5 В Осциллограф цифровой запоминающий TDS2022: амплитуда входного сигнала от $4 \cdot 10^{-3}$ до 200 В, полоса пропускания от 0 до 20 МГц, пределы

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип средства поверки. Метрологические характеристики средств поверки
	допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 5\%$
	Вспомогательное оборудование
п. 7.2; 7.4; 7.5	Источник питания АТН-1032: выходное напряжение от 0 до 30 В, ток нагрузки до 2 А
п. 7.2; 7.4; 7.5	Кабель питания «27В» (ИКПВ.469416.020)
п. 7.4; 7.5	Кабель делитель «1/125» (ИКПВ.469416.032) из состава ЗИП
п. 7.4	Кабель штыревой (ИКПВ.469416.035) из состава ЗИП
п. 7.3	Кабель R1 «штырь» (ИКПВ.469416.038) из состава ЗИП
п. 7.3	Кабель R2 «гнездо» (ИКПВ.4694.16.037) из состава ЗИП
п.7.2	Имитатор акселерометра ДВЗ-022Ф – ИДВ (ИКПВ.46941.036) из состава ЗИП

2.2 При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и диапазону измерений требованиям настоящей МП.

2.3 При поверке должны использоваться средства измерений утверждённых типов.

2.4 Используемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующее свидетельство о поверке (знак поверки).

2.5 Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, прошедшие обучение, аттестованные по месту работы в соответствии с установленным порядком, имеющие свидетельство поверителя.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При поверке аппаратуры требуется соблюдать правила техники безопасности согласно действующим на предприятии инструкциям.

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, %  $60 \pm 15$ ;
- атмосферное давление, кПа  $100 \pm 4$ ;
- напряжение питающей сети, В  $220 \pm 22$ ;
- частота питающей сети, Гц  $50 \pm 0,5$ .

### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- подготовить к работе средства поверки в соответствии с их инструкциями по эксплуатации;
- ознакомиться с руководством по эксплуатации ИКПВ.402156.018РЭ и выполнить подготовительные работы, оговорённые в подразделах 4.2, 4.3 ИКПВ. 402156.018РЭ.



## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра модуля виброизмерительного 8МВЗ-016Ф установить соответствие следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, сколов, трещин, повреждений корпуса блока вибромодуля 8МВЗ-016Ф (далее – модуль) и блока контрольно-проверочного устройства КПУ-8Ф (далее – КПУ), разрывов и оплавлений проводов;
- наличие и неповрежденность соединительных кабелей;
- наличие на корпусе заземляющей клеммы.

В случае несоответствия указанным требованиям модуль виброизмерительный 8МВЗ-016Ф бракуется и направляется в ремонт.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Собрать схему, представленную на рисунке 1.

Подключить разъем кабеля питания «27В» к разъёму «+27В» модуля, а провода кабеля питания к блоку питания в соответствии с указанной на них полярностью.

Подключить имитатор акселерометра ДВЗ-022Ф – ИДВ (далее - имитатор ИДВ) к входному кабелю 1-го ИК «Вход 1» модуля. Подключить КПУ с помощью кабеля «КПУ – Модуль» к модулю.

7.2.1.1 Соединить зажим защитного заземления (клемма «L») на передней панели модуля с земляной шиной помещения.

7.2.1.2 Все приборы при этом должны быть выключены. Модуль должен находиться в выключенном состоянии (тумблер «ВКЛ» - в нижнем положении).



Рисунок 1 - Схема опробования

7.2.1.3 Ознакомьтесь с «*Инструкцией по использованию КПУ-8Ф для подготовки модуля виброизмерительного 8МФЗ-016Ф к работе*», представленной в приложении А ИКПВ.402156.018РЭ.

7.2.2 Установить на источнике питания напряжение 27 В и ток нагрузки 0,55 А. Включить модуль при этом на индикаторе КПУ будет высвечиваться номер подключенного модуля. Установить на всех ИК модуля частотный диапазон «1,5 - 50 Гц». На индикаторе КПУ при этом должна отображаться цифра «100» и коэффициент передачи «1000» на всех измерительных каналах (на индикаторе при этом должно высвечиваться «1- -»). С помощью КПУ войти в режим «контроля датчик-измерительный канал». Индикатор КПУ должно показывать значение  $1,41 \pm 0,30$  В. Время появления установившегося указанного значения не должно превышать 1 мин.

7.2.3 Поочередно подключить имитатор ИДВ к входным кабелям ИК №2...№8 и контролировать показания индикатора КПУ, которые должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 3 для режима «контроль датчик-измерительный канал» для коэффициента передачи 1000.

Повторить пункт 7.2.3 с коэффициентами передачи «500» и «250», показания индикатора КПУ при различных коэффициентах приведены в таблице 3.

Таблица 3

Коэффициент передачи ИК	Режим работы модуля 8МВ3-016Ф	
	«КОНТРОЛЬ»	«КАЛИБРОВКА»
	Показания индикатора КПУ, В	
К = 1000	1,41±0,30	2,84±0,30
К = 500	0,70±0,15	1,41±0,15
К = 250	0,35±0,10	0,70±0,07

7.2.4 Повторить пункты 7.2.2; 7.2.3 для частотных диапазонов 0,5-25 Гц и 0,5-100 Гц. На индикаторе КПУ должны отображаться соответственно цифры 50 и 200 (установка частотных диапазонов и коэффициентов передачи приведены в инструкции приложения А (ИКПВ.402156.018РЭ)).

7.2.5 Повторите пункты 7.2.2; 7.2.3 и 7.2.4 для режима «Калибровка» (ИДВ в этом режиме отключить от входных разъемов).

7.2.6 Результаты поверки считать удовлетворительными, если:

- значения выходного напряжения ИК на индикаторе КПУ в зависимости от режима работы модуля соответствуют значениям, указанным в таблице 3;

- время готовности к работе от момента подачи электропитания не превышает 2 мин.

Результаты поверки занести в протокол.

### 7.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.3.1 Отключить модуль от питающей сети.

7.3.2 Измерить сопротивление между цепями модуля вольтметром В7-78/1 в режиме измерения сопротивления:

- «минус 27 В» (контакты 3 и 4 разъема «27В») – «КОРПУС» (клемма «⊥» на передней панели) используя кабель R2 «гнездо» (ИКПВ4694.16.037);

- «минус 27 В» – «ОБЩИЙ» (контакт 16 разъема «ВЫХОД», используя кабель R1 «штырь» (ИКПВ469416.038);

- «КОРПУС» – «ОБЩИЙ», используя кабель R1 «штырь».

Результаты поверки считать удовлетворительными, если сопротивление изоляции составляет не менее 20 МОм.

Результаты проверки занести в протокол.

### 7.4 Определение коэффициентов передачи ИК

7.4.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2.

7.4.2 К выходу генератора подключить кабель делитель «1/125» и универсальный вольтметр В7-78/1 (с помощью тройника) (Вольтметр 1), а ответную часть кабеля с разъемом 2РМ14БПН4Ш1В к разъёму «Вход 1» (2РМ14КПН4Г1В1) ИК № 1 модуля 8МВ3-016Ф. Контакты 1, 2 разъема «ВЫХОД» (см. схему электрическую подключения модуля виброизмерительного 8МВ3-022Ф приложения В ИКПВ.402156.018РЭ) с помощью кабеля штыревого подключить ко второму вольтметру В7-78/1 (Вольтметр 2) и осциллографу типа TDS2022. Вывод кабеля делителя «1/125» (белый) подключить к контакту 16 (общий) выходного разъема «ВЫХ».





Рисунок 2 - Схема измерения амплитудных и амплитудно-частотных характеристик вибромодуля 8МВ3-016Ф

7.4.3 Включить все приборы и устройства, показанные на этой схеме. Установить с помощью КПУ на всех ИК модуля частотный диапазон «1,5 - 50 Гц» и коэффициент передачи «250».

**ВНИМАНИЕ!** - Здесь и далее после установки частотных диапазонов и коэффициентов передачи КПУ отсоединять от модуля.

7.4.4 Подать с выхода генератора синусоидальный сигнал частотой 30 Гц, устанавливая при этом значения напряжения на входе измерительного канала в соответствии с таблицей 4 для коэффициента передачи «250» (индекс «1»).

Таблица 4

Коэффициент передачи - К		Значения входных напряжений $U_{вх.дпj}^*$ , мВ <sub>эфф</sub>			
		Значение на выходе генератора ГЗ-122, мВ <sub>эфф</sub> до делителя 1/125			
Значение К	Индекс- (d)	Номер значения J			
		1	2	3	4
250	1	0,88	3,53	7,07	14,14
		110	441,25	883,75	1767,5
500	2	0,44	1,76	3,53	7,07
		55	220	441,25	883,75
1000	3	0,22	0,88	1,76	3,53
		27,5	110	220	441,25

Примечание\*: Здесь и далее  $n$  – номер измерительного канала ( $n = 1...8$ ),  $j$  – номер значения входного напряжения ( $j = 1...4$ ),  $d$  – индекс коэффициента передачи ( $d = 1...3$ ).

7.4.5 Измерить значения выходного напряжения ИК № 1 (выходной разъём РМТ24КПН19Г1В1 контакты 1 и 2) Вольтметром 2 и проконтролировать форму выходного сигнала осциллографом.

7.4.6 Устанавливая последовательно с помощью КПУ коэффициенты передачи «500» (индекс «2») и коэффициента передачи «1000» (индекс «3») измерить значения выходных напряжений аналогично п.п. 7.4.2 - 7.4.5.

7.4.7 Переключить выход генератора ко входу ИК № 2, а вход Вольтметра 2 к выходу ИК № 2 и осуществить операции по п.п 7.4.3 – 7.4.4. Затем провести измерения аналогично п.п. 7.4.2 - 7.4.6 для остальных ИК модуля.

7.4.8 Диапазоны выходных напряжений переменного тока ИК определить в конечных точках их амплитудных характеристик, которые соответствуют максимальным измеряемым выходным сигналам  $\pm 5$  В по формуле:

$$U_{\text{вых.амп.}} = U_{\text{эфф}} \cdot 1,41$$

7.4.9 Определить диапазон выходных напряжений переменного тока каждого ИК. Собрать схему, представленную на рисунке 3. Включить питание 27 В.

7.4.10 С помощью КПУ установить коэффициент передачи «250», диапазон частот «1,5 – 50 Гц».

В режиме «РАБОТА» вибромодуля генератором задать входной сигнал частотой 35 Гц напряжением 1770 мВ (на входе ИК соответственно 14,08 мВ). Измерить максимальный уровень выходного сигнала ИК вибромодуля вольтметром ( $U_{\text{эфф}}$ ). Определить амплитуду выходного сигнала по формуле:

$$U_{\text{вых.амп.}} = U_{\text{эфф}} \cdot 1,41$$

7.4.11 Повторить п. 7.4.10 для коэффициентов передачи «500» и «1000», задавая напряжение на выходе генератора 880 мВ и 440 мВ соответственно (на входах ИК 7,04 и 3,52 мВ).

7.4.8 Повести обработку результатов измерений.

7.4.8.1 В процессе обработки результатов измерений определить коэффициенты передачи каждого ИК по формуле:

$$K_{dn} = \frac{\sum_{j=1}^4 K_{dnj}}{4}, \quad (1)$$

где  $K_{dnj}$  – коэффициент передачи определяется для каждого  $j$ -того номера значения входного напряжения:

$$K_{dnj} = \frac{U_{\text{вых}dnj}}{U_{\text{вх}dj}}, \quad (2)$$

где  $d$  – индекс коэффициента передачи,  
 $n$  – номер ИК,  
 $j$  – точки измерений от 1 до  $m=4$  (см. таблицу 4),  
 $U_{\text{вых}dnj}$  – значение выходного напряжения ИК,  
 $U_{\text{вх}dj}$  – значение входного напряжения ИК.

7.4.8.2 Отклонение найденного коэффициента передачи каждого канала от значения коэффициента передачи этого же ИК, указанного в паспорте модуля, определить по формуле:

$$\delta_{dn} = \frac{K_{dn} - K_{dn}^1}{K_{dn}^1} \cdot 100\%, \quad (3)$$



где  $K_{dn}$  и  $K'_{dn}$  – коэффициенты передачи ИК, определенные при поверке и указанные в паспорте соответственно.

7.4.8.3 Нелинейность амплитудной характеристики определить по формуле:

$$\delta_n = |(K_{dn} - K_{dnj})_{\max}| / K_{dn} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где  $K_{dn}$ ,  $K_{dnj}$  – коэффициенты передачи ИК, определенные в п. 7.4.8.1.

7.4.8.4 Среднее квадратическое отклонения случайной составляющей погрешности ИК определить по формуле:

$$\Delta_n = \sqrt{[(\sum_{j=1}^m \Delta K_{dnj}^2) / m \cdot (m-1)]}, \quad (5)$$

где  $\Delta K_{dnj} = K_{dn} - K_{dnj}$ .

7.4.8.5 Оценку случайной составляющей основной погрешности при доверительной вероятности  $P = 0,95$  определить по формуле:

$$\delta_0 = (3 \Delta_{dn} / K_{dn}) \times 100 \%, \quad (6)$$

7.4.8.6 Основную погрешность определить как алгебраическую сумму составляющих основной погрешности:

$$\delta = \sqrt{\delta_0^2 + \delta_n^2 + \delta_{и1}^2 + \delta_{и2}^2}, \quad (7)$$

где  $\delta_{и1}$  и  $\delta_{и2}$  – погрешности вольтметров на входе и выходе ИК.

7.4.8.7 Результаты поверки считать положительными, если отклонение найденного коэффициента передачи каждого ИК от значения коэффициента передачи этого же ИК, указанного в паспорте модуля, не превышает 1 %, и основная погрешность находится в допускаемых пределах  $\pm 1 \%$ .

## 7.5 Определение неравномерности АЧХ

7.5.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2.

7.5.2 Включить все приборы и устройства. С помощью КПУ установить для всех ИК модуля коэффициент передачи «1000» и частотный диапазон «1,5 – 50 Гц».

7.5.3 Подключить выход генератора с помощью кабеля делителя «1/125» к входному разъёму жгута ИК № 1.

Установить значение напряжения на выходе генератора равное 220 мВ<sub>эфф</sub>.

Измерить значения выходных напряжений измерительного канала № 1 на разъеме «ВЫХОД» выходного жгута модуля, изменяя частоту сигнала генератора в соответствии с таблицей 5, с помощью кабеля штыревого в соответствии со схемой электрической подключения модуля виброизмерительного 8МВЗ-016Ф (приложение «В» ИКПВ.402156.018 РЭ).

Таблица 5

Частотные диапазоны	Частота выходного сигнала генератора, Гц						
	1	2	3	4	5	6	7
1,5 – 25 Гц	4	8	12	16	20	25	50
1,5 – 50 Гц	4	10	20	30	40	50	100
1,5 – 100 Гц	4	16	30	50	75	100	200



7.5.4 Повторить измерения для всех остальных ИК.

7.5.5 Определить аналогично АЧХ на диапазонах «1,5 – 100 Гц» и «1,5 – 25 Гц».

7.5.6 Определить неравномерность АЧХ в диапазонах частот «1,5 – 25 Гц», «1,5 – 50 Гц» и «1,5–100 Гц» по формуле:

$$\eta = |(U_{\text{ВЫХ}_{\text{max}}} - U_{\text{ВЫХ}_{\text{баз}}}) / U_{\text{ВЫХ}_{\text{баз}}}| \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где  $U_{\text{ВЫХ}_{\text{баз}}}$  – значение выходного напряжения канала на базовой частоте (16 Гц для частотного диапазона 1,5 – 25 Гц; 30 Гц для частотных диапазонов 1,5 – 50 Гц; 1,5 – 100 Гц);

$U_{\text{ВЫХ}_{\text{max}}}$  – значение выходного напряжения канала в рабочем диапазоне частот, максимально отличающееся от  $U_{\text{ВЫХ}_{\text{баз}}}$ .

Результаты поверки считать положительными, если неравномерность АЧХ находится в допускаемых пределах  $\pm 5 \%$ .

Результаты поверки занести в протокол.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты поверки оформляются выдачей свидетельства о поверке установленной формы и записью результатов поверки в паспорте на модуль виброизмерительный 8МВЗ-016Ф.

8.2 Знак поверки наносится в свидетельство о поверке в виде оттиска клейма либо в паспорт модуля виброизмерительного 8МВЗ-016Ф

8.3 Отрицательные результаты поверки оформляются выдачей извещения о непригодности модуля виброизмерительного 8МВЗ-016Ф к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.

Начальник отдела  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

А.Г. Максак

Старший научный сотрудник  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

А.А. Горбачёв