

**УТВЕРЖДАЮ**

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



**А.Н. Щипунов**

«25» 10 2018 г.

**Калибратор переменного давления ТАВГ.422956.001**

**Методика поверки**

**340-1017-18 МП**

**2018 г.**

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика распространяется на калибратор переменного давления ТАВГ.422956.001 (далее - калибратор), зав. № 7327, изготовленный ФГУП «ВНИИА», г. Москва, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1 Определение относительной погрешности установки частоты встроенного генератора	8.3.1	да	да
3.2 Определение рабочего диапазона частот	8.3.2	да	да
3.3 Определение рабочего диапазона и относительной погрешности воспроизведения переменного давления	8.3.3	да	да
3.4 Определение относительной погрешности измерений чувствительности инфразвуковых преобразователей	8.3.4	да	да

2.2 В случае получения отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 калибратор бракуется и направляется в ремонт.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательные средства поверки, представленные в таблице 2.

3.2 Допускается использование других аналогичных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

3.3 Все средства измерений должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 2

Номера 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 средства поверки
8.3.1	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-54, диапазон измерений частоты от 0,1 Гц до 300 МГц, пределы допускаемой погрешности по частоте кварцевого генератора $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$
8.2.3, 8.3.2-8.3.4	Микрофон 4147 (в составе капсуль измерительный конденсаторных микрофонов 4147, микрофонная система на несущей частоте 2631, адаптер УС 5373, НЧ фильтр 1000 Гц), откалиброванный на эталоне ГЭТ 19-2018 в диапазоне от 0,01 до 63 Гц с погрешностью не более 4 %
8.2.3, 8.3.2-8.3.4	Микрофон 4193 (в составе капсуль микрофонный конденсаторный 4193, предусилитель 2669, адаптер УС 0211, блок питания 12-AR, НЧ фильтр 1000 Гц), откалиброванный на эталоне ГЭТ 19-2018 в диапазоне от 0,5 до 63 Гц с погрешностью не более 2 %
8.2.3, 8.3.2-8.3.3	Осциллограф цифровой запоминающий АКПП-75242В с компьютером для измерения напряжения и частоты в диапазоне частот от 0,01 до 63 Гц, разрешение по вертикали – 16 бит, относительная погрешность измерения напряжения при напряжении более 50 мВ – 0,25 %

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки калибратора допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим техническим образованием, имеющий опыт работы с электротехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и квалифицированный в качестве поверителей.

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования раздела «Указание мер безопасности» руководства по эксплуатации (РЭ) калибратора и средств поверки.

#### 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Все испытания калибратора следует проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С..... от 20 до 26;
- относительная влажность воздуха, %..... от 25 до 80;
- атмосферное давление, кПа..... от 96 до 104;
- напряжение питающей сети, В..... от 215,6 до 224,4;
- частота питающей сети, Гц..... от 49,5 до 50,5;
- отношение амплитуды испытательного сигнала к максимальной амплитуде атмосферной акустической помехи, в рабочем диапазоне частот, должно быть не менее, дБ..... 30;
- погрешность частоты испытательных сигналов ..... по ГОСТ 12090-80;
- атмосферное давление не должно изменяться более чем на, мм. рт. ст. в час..... 0,2;
- температура в помещении не должна изменяться более чем на, °С в час ..... 0,5.

#### 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- изучить РЭ на поверяемый калибратор и используемые средства поверки;
- проверить комплектность поверяемого калибратора;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые средства измерений.

## 7.2 Перед началом измерений необходимо:

- на измерительную головку системы 2631 накрутить адаптер UC 5353, а на этот адаптер накрутить капсюль 4147. К выходу системы подсоединить НЧ фильтр 1000 Гц. Измерительную головку с капсюлем и адаптером UC 5353 поместить в измерительную камеру калибратора через адаптер из комплекта калибратора для установки 1/2" микрофонов и завернуть герметизирующую шайбу выше адаптера UC 5353, обеспечив доступ переменного давления к выравнивающему отверстию капсюля;

- на предусилитель 2669 накрутить адаптер UC 0211, а на этот адаптер накрутить капсюль 4193, соединить предусилитель 2669 кабелем с блоком питания 12 AR, установить тумблер напряжения поляризации в положение 200 В. К выходу блока питания подсоединить НЧ фильтр 1000 Гц. Установить в измерительную камеру калибратора предусилитель с капсюлем и адаптером UC 0211 через адаптер из комплекта калибратора для установки 1/2" микрофонов и завернуть герметизирующую шайбу;

- подключить эталонные измерительные микрофоны 4147 и 4193 ко входным каналам осциллографа АКПП-75242В, включить осциллограф и настроить его на измерения среднеквадратического значения переменного напряжения и частоты при разрешении по вертикали 16 бит;

- включить напряжения питания микрофонов 4147 и 4193, дать микрофонам находиться во включенном состоянии не менее часа, установить в микрофоне 4147 смещение постоянного тока в нулевое положение. После этого, в соответствии с РЭ включить программу управления калибратором, установить требуемую частоту 1 Гц и амплитуду воспроизводимого давления 100 Па и убедитесь в работоспособности всех приборов по появлению сигналов на экране компьютера осциллографа АКПП-75242В.

7.3 Записать внешние условия проведения измерений (атмосферное давление, относительную влажность и температуру окружающего воздуха) перед началом проведения очередного цикла измерений.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие номера версии (идентификационного номера) ПО;
- отсутствие механических и электрических повреждений, влияющих на работу;
- наличие маркировки с указанием типа и заводского номера;
- отсутствие повреждений в соединениях;
- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- состояние лакокрасочного покрытия.

8.1.2 Результаты осмотра считать положительными, если выполняются требования п.8.1.1.

### 8.2 Опробование

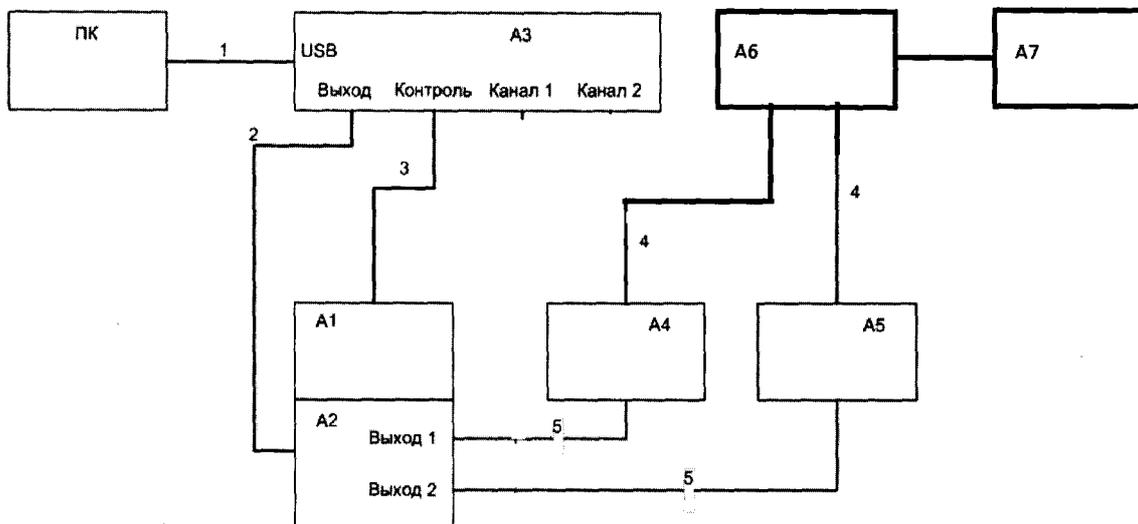
8.2.1 При опробовании:

- проверить включение калибратора;
- провести идентификацию ПО;
- проверить функционирование органов управления.

При опробовании оценка метрологических характеристик не производится.

8.2.2 Собрать установку в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1.

8.2.3 Установить на ПК калибратора условия: 100 Па и 20 Гц. Посмотреть форму сигнала на экране компьютера на выходе микрофона 4147. Форма сигнала должна быть в виде неискаженной синусоиды. Затем установить последовательно частоты 0,10 и 0,01 Гц. Форма сигналов должна быть синусоидальной и с амплитудой близкой по величине. При значительном уменьшении выходного сигнала на частоте 0,01 Гц надо проверить герметичность измерительной камеры калибратора из-за недостаточной герметизации камеры при установке измерительных микрофонов.



————— - электрические сигналы и питание

————— - пневматические сигналы

A1 – эталонный датчик ТАВГ.406233.002

A2 – устройство для создания переменного давления ТАВГ. 408862.001

A3 – электронный блок ТАВГ.408844.001

A4, A5 эталонные измерительные микрофоны 4147 и 4193

A6 – осциллограф АКИП-75242В

A7 – ПК с программой осциллографа

ПК – персональный компьютер (ноутбук) с программой управления калибратором.

1- Кабель USB-A – USB-B

2- Кабель соединительный ТАВГ.685621.010

3- Кабель соединительный ТАВГ.685621.013

4- Кабель соединительный ТАВГ.685621.014

5- Адаптер для установки ½" микрофонов ТАВГ.406931.001

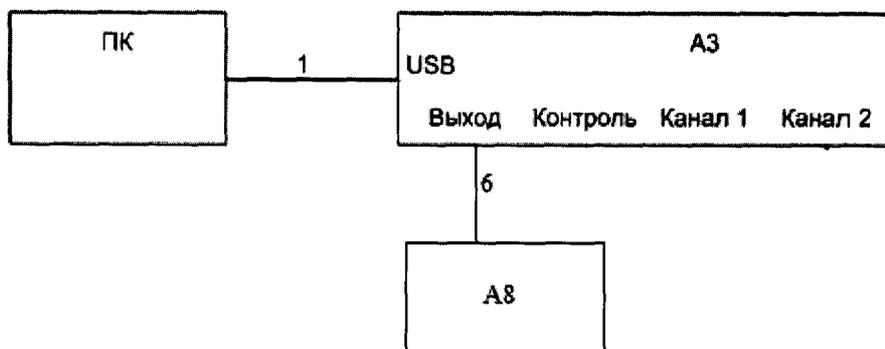
Рисунок 1

8.2.4 При выполнении условий п.8.2.3 результаты опробования считать положительными и можно приступать к поверке калибратора.

### 8.3. Определение метрологических характеристик

8.3.1 *Определение относительной погрешности установки частоты встроенного генератора*

8.3.1.1 Собрать измерительную схему согласно рисунку 2.



— - электрические сигналы и питание

А3 – электронный блок ТАВГ.408844.001

А8 – частотомер ЧЗ-54

ПК – персональный компьютер (ноутбук) с программой управления калибратором.

1 – Кабель USB-A – USB-B

6 – Кабель соединительный ТАВГ.685691.001

Рисунок 2

К выходу электронного блока ТАВГ.408844.001 с помощью соединительного кабеля ТАВГ. 685691.001 подключить частотомер ЧЗ-54.

Включить питание электронного блока, персонального компьютера калибратора и частотомера.

8.3.1.2 В соответствии с РЭ калибратора включить программу управления, установить значение амплитуды воспроизводимого переменного (инфразвукового) давления  $P_{уст}=100$  Па на частоте  $f_{уст}=20$  Гц.

8.3.1.3 Измерить период колебаний  $T$  и занести измеренное значение в протокол.

8.3.1.4 Повторить измерения периода колебаний для частот  $f_{уст}$  16; 10; 8; 4; 2; 1; 0,5; 0,2; 0,1; 0,05; 0,02 и 0,01 Гц, измеренные значения занести в протокол измерений.

8.3.1.5 Провести 5 серий измерений.

8.3.1.6 По измеренным периодам  $T_i$  рассчитать частоту колебаний  $f_i$  по формуле (1):

$$f_i = \frac{1}{T_i}. \quad (1)$$

8.3.1.7 Рассчитать относительную погрешность установки частоты  $\delta_{f_i}$  [%] для каждой серии измерений по формуле (2):

$$\delta_{f_i} = \frac{f_i - f_{уст}}{f_{уст}} \cdot 100. \quad (2)$$

8.3.1.8 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки частоты  $\delta_{f_i}$  встроенного генератора находятся в пределах  $\pm 0,1$  %

### 8.3.2 Определение рабочего диапазона частот встроенного генератора

8.3.2.1 Поверку проводить при установке в калибраторе амплитуды давления  $P_{ном} = 100$  Па на частотах  $F_{ном}$  октавного ряда 20; 16; 8; 4; 2; 1,25; 1; 0,8; 0,63; 0,315; 0,16; 0,08; 0,04; 0,02 и 0,01 Гц, измеряя значения СКЗ напряжения  $U$  с выхода микрофона 4147. Микрофон 4193 служит для контроля давления в калибраторе на частоте 20 Гц перед началом измерения.

8.3.2.2 По результатам 3-х измерений необходимо:

- по известной чувствительности  $M_{\text{ИМ}}$  микрофонов рассчитать амплитудное значение переменного давления, установленного на выходе калибратора по формуле (3):

$$P_f = \frac{U_{\text{ИМ}}}{M_{\text{ИМ}}} \cdot \sqrt{2} \quad (3)$$

- усредненное значение  $\overline{P(f)}$  по формуле (4):

$$\overline{P(f)} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i(f)}{n} \quad (4)$$

где  $n$  – количество серий измерений.

- относительную погрешность воспроизведения переменного давления  $\delta_p(f)$  [%] по формуле (5):

$$\delta_p = \frac{\overline{P(f)} - P_{\text{уст}}}{P_{\text{уст}}} \cdot 100. \quad (5)$$

Результаты расчетов представить в виде таблицы 3.

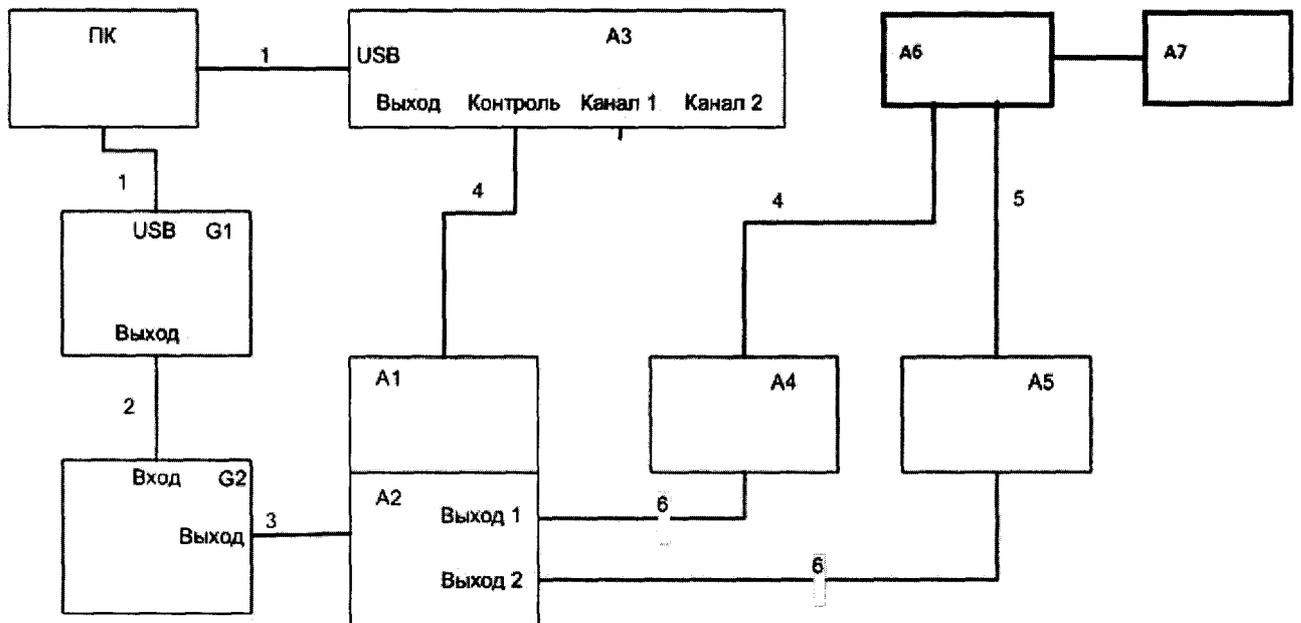
Таблица 3

Частота $F_{\text{ном}}$ , Гц	$U_1$ , мВ	$U_2$ , мВ	$U_3$ , мВ	$\overline{P(f)}$ , Па	Относительная погрешность $\delta_p(f)$ , %
20					
16					
8					
4					
2					
1,25					
1					
0,8					
0,63					
0,315					
0,16					
0,08					
0,04					
0,02					
0,01					

8.3.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности воспроизведения переменного давления во всем диапазоне частот находятся в пределах  $\pm 5,0$  %.

8.3.3 *Определение рабочего диапазона и относительной погрешности воспроизведения переменного давления*

8.3.3.1 Относительную погрешность воспроизведения переменного давления определить на частотах 0,01; 1,0; 20 Гц при номинальных значениях амплитуды, указанных в таблице 5 по схеме, приведенной на рисунке 1 при работе калибратора от внутреннего генератора и по схеме, приведенной на рисунке 3 при работе от внешнего генератора. При поверке провести 3 измерения при работе калибратора с внутренним и 3 измерения с внешним генератором. Обработку результатов измерений провести аналогично п. 8.3.2 для переменного давления. Результаты расчетов представить по форме таблицы 5 для каждого значения частоты.



————— - электрические сигналы и питание  
 ————— - пневматические сигналы

- A1 – эталонный датчик ТАВГ.406233.002
- A2 – УСПД ТАВГ.408862.001
- A3 – электронный блок ТАВГ.408844.001
- A4, A5 – измерительные микрофоны
- A6 – осциллограф АК ИП-7542В
- A7 – ПК с программой осциллографа
- G1 – генератор сигналов специальной формы АК ИП-3402
- G2 – источник постоянного тока АК ИП-1106
- ПК – персональный компьютер (ноутбук) с программой управления калибратором.

- 1 – Кабель USB-A – USB-B
- 1 – Кабель USB-A – USB-B
- 2 – Кабель соединительный ТАВГ.685621.003
- 3 – Кабель соединительный ТАВГ.685621.016
- 4 – Кабель соединительный ТАВГ.685621.013
- 5 – Кабель соединительный ТАВГ.685621.014
- 6 – Адаптер для установки ½" микрофонов ТАВГ.406931.001

Рисунок 3

Таблица 5

Генера- тор	Устанавливаемые значе- ния амплитуды воспро- изводимого переменного давления $P_{ном}$ , Па	СКЗ выходного сиг- нала измерительного микрофона, мВ			Усред- ненное значе- ние $\bar{P}$ , Па	Относительная по- грешность воспро- изведения перемен- ного давления $\delta_p(P_{уст})$ , %
		$U_1$	$U_2$	$U_3$		
Внешний	300					
	200					
	150					
	100					
	50					
	20					

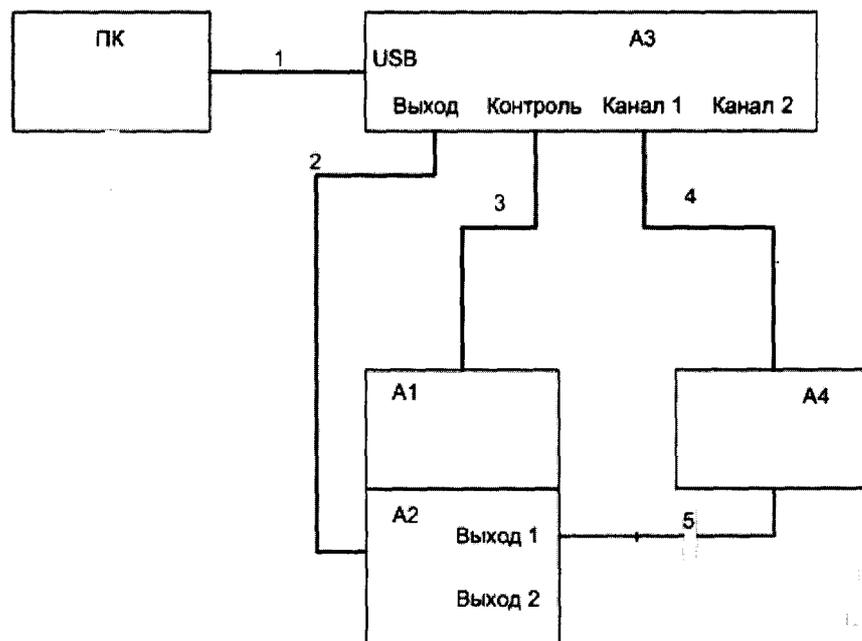
Продолжение таблицы 5

Генера-тор	Устанавливаемые значения амплитуды воспроизводимого переменного давления $P_{ном}$ , Па	СКЗ выходного сигнала измерительного микрофона, мВ			Усредненное значение $\bar{P}$ , Па	Относительная погрешность воспроизведения переменного давления $\delta_P(P_{уст})$ , %
Внутренний	150					
	80					
	40					
	20					

8.3.3.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности воспроизведения переменного давления находятся в пределах  $\pm 5,0$  %.

8.3.4 *Определение относительной погрешности измерений чувствительности инфразвуковых преобразователей*

8.3.4.1 При поверке провести измерения чувствительности М микрофона 4147 в измерительной камере калибратора на частотах октавного ряда при номинальных значениях амплитуды, указанных в таблице 6, по схеме, приведенной на рисунке 4, при работе калибратора от внутреннего генератора и по схеме, приведенной на рисунке 5, при работе от внешнего генератора. При поверке проводят 5 измерений при работе калибратора с внутренним и 5 измерений с внешним генератором. Обработку результатов измерений проводят аналогично п. 8.3.2 для переменного давления. Результаты расчетов представить по форме таблицы 6 для каждой частоты.



————— - электрические сигналы и питание  
 ————— - пневматические сигналы

А1 – эталонный датчик ТАВГ.406233.002

А2 – УСПД ТАВГ.408862.001

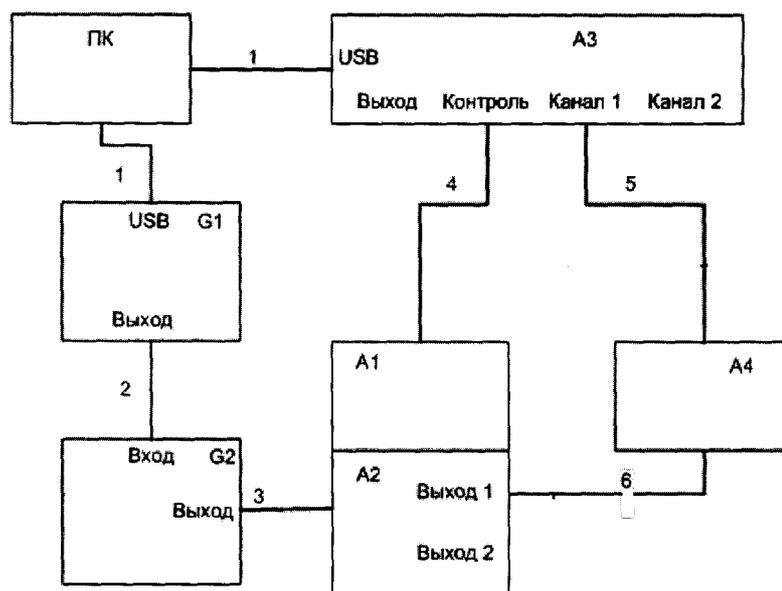
А3 – электронный блок ТАВГ.408844.001

А4 – измерительный микрофон

ПК – персональный компьютер (ноутбук) с программой управления калибратором.

- 1 - Кабель USB-A – USB-B
- 2 - Кабель соединительный ТАВГ.685621.010
- 3 - Кабель соединительный ТАВГ.685621.013
- 4 - Кабель соединительный ТАВГ.685621.014
- 5 - Адаптер для установки ½" микрофонов ТАВГ.406931.001

Рисунок 4



————— - электрические сигналы и питание  
 ————— - пневматические сигналы

- A1 – эталонный датчик ТАВГ.406233.002
- A2 – УСПД ТАВГ.408862.001
- A3 – электронный блок ТАВГ.408844.001
- A4 – измерительный микрофон
- G1 - генератор сигналов специальной формы АКПП-3402
- G2 - источник постоянного тока АКПП-1106
- ПК – персональный компьютер (ноутбук) с программой управления калибратором

- 1 – Кабель USB-A – USB-B
- 1 – Кабель USB-A – USB-B
- 2 – Кабель соединительный ТАВГ.685621.003
- 3 – Кабель соединительный ТАВГ.685621.016
- 4 – Кабель соединительный ТАВГ.685621.013
- 5 – Кабель соединительный ТАВГ.685621.014
- 6 – Адаптер для установки ½" микрофонов ТАВГ.406931.001

Рисунок 5

8.3.4.2 Выход измерительного микрофона соединить с помощью кабелей ТАВГ.685621.014 с входом канала 1 электронного блока ТАВГ.408844.001. Включить питание измерительных микрофонов, электронного блока и персонального компьютера, в соответствии с РЭ установить требуемую частоту и амплитуду воспроизводимого давления и с помощью калибратора измерить чувствительность измерительных микрофонов.

8.3.4.3 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений чувствительности инфразвуковых преобразователей находятся в пределах  $\pm 4,0\%$

Таблица 6

F, Гц	Внутренний генератор P <sub>ном</sub> , Па					Внешний генератор P <sub>ном</sub> , Па					Усредненное значение чувствительности $\bar{M}$ , мВ/Па	СКО, %	ВНИИ-ФТРИ M, мВ/Па	Относительная погрешность $\delta_M(f)$ , %
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
	Чувствительность поверяемого микрофона M, мВ/Па													
20,0														
10,0														
5,0														
2,5														
1,25														
0,63														
0,315														
0,16														
0,08														
0,04														
0,02														
0,01														

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки на калибратор выдается свидетельство установленной формы.

9.2 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый калибратор к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник отдела 340  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Старший научный сотрудник отдела 340  
ФГУП «ВНИИФТРИ»


А.С. Николаенко

А.В. Коньков