

**УТВЕРЖДАЮ**

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

**А.Н. Щипунов**

**2020 г.**



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Капсюли микрофонные конденсаторные G.R.A.S. 40**

**Методика поверки**

**340-1127-20 МП**

**2020 г.**

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на капсули микрофонные конденсаторные G.R.A.S. 40 (далее – капсули) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками 1 год.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	+	+
2 Подготовка к поверке и опробование	8	+	+
3 Определение метрологических характеристик (МХ)	9		
3.1 Определение уровня чувствительности по ЗД на частоте 250 Гц	9.1	+	+
3.2 Определение относительной частотной характеристики уровня чувствительности	9.2	+	+

2.2 В случае получения отрицательного результата по любому пункту таблицы 1 выполнение операций поверки прекращается, капсуль бракуется и на него выдаётся извещение о непригодности.

2.3 Допускается проведение поверки в сокращенном объеме в части рабочих частот капсуля (п. 3.2. Таблицы 1). Допускается возможность проведения поверки капсуля без предусилителя (при наличии такой возможности у эталона). При этом вместо уровня чувствительности капсуля с предусилителем на опорной частоте определяют уровень чувствительности капсуля по холостому ходу на опорной частоте.

2.4 По согласованию с лицом, выполняющим поверку, капсуль может быть представлен на поверку с предусилителем и блоком питания предусилителя. В этом случае тип и заводской номер предусилителя, блока питания предусилителя указывают в свидетельстве о поверке.

## 3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

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
9.1-9.2	Рабочий эталон единицы звукового давления в воздушной среде «Излучатель звука» по приказу Росстандарта № 2537 от 30 ноября 2018 г. (далее – эталон)



3.2 Допускается применять другие средства измерений, кроме указанных в таблице 2, обеспечивающие определение метрологических характеристик капсулей с требуемой точностью.

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

3.4 Упомянутые в тексте средства измерений и технические средства входят в состав эталона, если не оговорено иное.

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ**

4.1 К проведению поверки допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющий опыт работы с электротехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющий квалификацию поверителя в области радиотехнических и акустических измерений.

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования раздела «Указание мер безопасности» ЭД средств поверки.

#### **6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 18 до 28 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- уровень звука внешних шумов менее 40 дБ (С).

При поверке должны соблюдаться указания, приведенные в ЭД эталона.

#### **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР**

7.1 При внешнем осмотре проверить соответствие капсуля следующим требованиям:

- комплектность;
- полноту маркировки и её сохранность, все надписи должны быть читаемыми;
- отсутствие причин непригодности капсуля и предусилителя (при наличии).

Возможные причины непригодности капсуля капсулей:

- отсутствие мембраны капсуля;
- нарушение изоляции между корпусом и задним электродом капсуля;
- механические повреждения мембраны капсуля, в том числе незначительные отверстия, царапины, вмятины или выпуклости;
- коррозия мембраны капсуля;
- скол или трещина в изоляторе капсуля;
- механические повреждения резьбы капсуля;
- деформация корпуса или защитной сетки капсуля;
- механические повреждения капсуля, затрудняющие или делающие невозможной установку его в камеру калибратора;
- неустраняемое загрязнение на мембране, изоляторе, корпусе, защитной сетке, резьбовых соединениях или контактах капсуля;
- возможность смещения контакта заднего электрода капсуля;
- возможность смещения контрящей гайки с маркировкой капсуля.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования п. 7.1.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

### 8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- изучить ЭД поверяемого капсюля и используемых средств поверки;
- провести осмотр капсюля, при наличии значительных загрязнений на мембране промыть её спиртом этиловым ректификованным высшей очистки по ГОСТ 5962-2013;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые средства измерений и включить питание заблаговременно перед началом поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в ЭД).

### 8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании оценка МХ не производится.

Накрутить капсюль на соответствующий предусилитель. Подключить капсюль с предусилителем к блоку питания. К выходу блока питания подключить мультиметр 34401А (из состава эталона). Осторожно, не применяя чрезмерных усилий, плавно, без рывков и перекосов вставить капсюль с предусилителем в калибратор (из состава эталона). Включить калибратор, по показаниям мультиметра 34401А убедиться в наличии стабильного уровня напряжения на выходе предусилителя.

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если капсюль с предусилителем функционирует в соответствии с указаниями п. 8.2.1.

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

### 9.1 Определение уровня чувствительности по ЗД на частоте 250 Гц

9.1.1 Для определения уровня чувствительности капсюля с предусилителем на опорной частоте с использованием камеры малого объёма с излучателем звука, приборы, входящие в состав эталона, и капсюль с предусилителем соединить, как указано на рисунке 1. Если в блоке питания нет усилителя, между блоком питания и мультиметром включить усилитель. Функции блока питания может выполнять входное измерительное устройство эталона.

9.1.2 Подать с генератора 8 на излучатель звука камеры малого объёма 1 синусоидальный сигнал частотой 250 Гц и напряжением 1 В<sub>скз</sub>. Подать на вход мультиметра через усилитель сигнал с канала эталонного микрофона. Усиление усилителя установить таким, чтобы показания мультиметра 7 находились в пределах от 0,1 В<sub>скз</sub> до 1 В<sub>скз</sub>. Измерить напряжение  $U_0$ . Усиление усилителя не изменять. Подать на вход мультиметра через усилитель сигнал с канала поверяемого капсюля с предусилителем. Измерить напряжение  $U_{п}$ . При выполнении измерений проверять, что уровень сигнала выше уровня помех больше чем на 30 дБ.

9.1.3 Уровень чувствительности по давлению поверяемого капсюля с предусилителем на частоте 250 Гц  $E_{п,250}$  в децибелах относительно 1 В/Па вычислить по формуле (1):

$$E_{п,250} = E_{э,250} + 20 \lg \frac{U_{п}}{U_{э}}, \quad (1)$$

где  $E_{э,250}$  – уровень чувствительности по давлению эталонного микрофона на частоте 250 Гц, дБ относительно 1 В/Па, взятый из действующего свидетельства о поверке;  
 $U_{п}$  – напряжение, измеренное мультиметром на выходе канала поверяемого капсюля с предусилителем, В;  
 $U_{э}$  – напряжение, измеренное мультиметром на выходе канала эталонного микрофона, В.



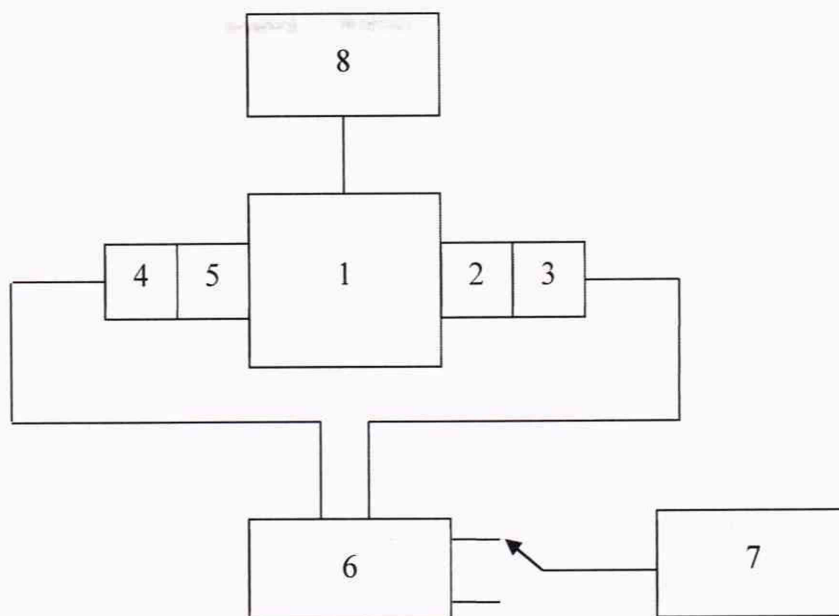


Рисунок 1

1 – камера малого объёма с излучателем звука; 2 – эталонный капсюль из состава эталона; 3 – предусилитель из состава эталона; 4 – предусилитель поверяемого капсюля; 5 – поверяемый капсюль; 6 – двухканальный блок питания предусилителей; 7 – мультиметр 34401А; 8 – генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360.

При выполнении поверки капсюля определить уровень чувствительности поверяемого капсюля с предусилителем из состава эталона, после чего вычислить уровень чувствительности поверяемого капсюля по холостому ходу, используя затухание предусилителя с капсюлем в качестве поправки.

9.1.4 Для определения уровня чувствительности на частоте 250 Гц с использованием калибратора приборы, входящие в состав эталона, и поверяемый капсюль+предусилитель+блок питания соединить, как указано на рисунке 2. Поверяемый капсюль вставлять в калибратор до упора, не применяя чрезмерных усилий, плавно, без рывков и перекосов. Калибратор и поверяемый капсюль установить на невибрирующей поверхности. Калибратор расположить, как указано в его эксплуатационной документации.

Если при выполнении измерений сигнал на выходе блока питания предусилителя менее 10 мВ, между блоком питания и мультиметром включить усилитель. Усиление усилителя установить таким, чтобы показания мультиметра находились в пределах от  $0,1 V_{скз}$  до  $1 V_{скз}$ . Значение усиления усилителя в децибелах, взятое с обратным знаком, использовать в качестве поправки при вычислении уровня чувствительности капсюля с предусилителем на опорной частоте. Функции блока питания может выполнять входное измерительное устройство эталона.

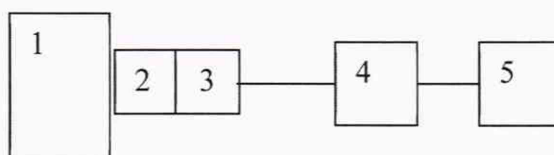


Рисунок 2

1 –калибратор; 2 – поверяемый капсюль; 3 – предусилитель поверяемого капсюля; 4 – блок питания предусилителя; 5 – мультиметр 34401А.

9.1.5 После установки капсуля с предусилителем в калибратор подождать не менее 1 минуты, включить калибратор и дождаться выхода калибратора на режим. Подождать 20 с и измерить напряжение  $U_n$  мультиметром. При выполнении измерений проверять, что уровень сигнала выше уровня помех больше чем на 20 дБ.

9.1.6 Уровень чувствительности капсуля с предусилителем по давлению на опорной частоте  $E_{\Pi}$  в децибелах относительно 1 В/Па вычислить по формуле (2):

$$E_{\Pi} = 20 \lg U_{\Pi} - L_{\kappa} + 94 + \Delta_{усил} , \quad (2)$$

где  $U_{\Pi}$  – напряжение, измеренное мультиметром, В;

$L_{\kappa}$  – уровень звукового давления в камере калибратора с установленным капсулем при внешних условиях во время измерений, дБ относительно 20 мкПа, взятый из действующего свидетельства о поверке;

$\Delta_{усил}$  – поправка, равная усилению усилителя в децибелах с обратным знаком.

Если частота калибратора отличается от 250 Гц, то уровень чувствительности капсуля с предусилителем на частоте калибратора привести к уровню чувствительности капсуля с предусилителем на опорной частоте 250 Гц, прибавив поправку, равную отклонению уровня чувствительности капсуля с предусилителем по электростатическому возбудителю на частоте калибратора от уровня чувствительности на частоте 250 Гц  $\Delta E_f$ , взятому с обратным знаком.

Вычисленное значение занести в протокол поверки.

9.1.7 Результаты поверки считать положительными, если вычисленное значение отличается от результата предыдущей поверки не более чем на 0,4 дБ и значения уровня чувствительности на частоте 250 Гц при нормальных условиях находятся в пределах, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Модель капсуля			
	G.R.A.S. 40AD	G.R.A.S. 40AG	G.R.A.S. 40AM	G.R.A.S. 40AO, 40AO-FV
Номинальный уровень чувствительности по ЗД на частоте 250 Гц, дБ отн. 1 В/Па	-26,0±2,0	-38,0±2,0	-37,0±2,0	-38,0±3,0
Наименование характеристики	Модель капсуля			
	G.R.A.S. 40AP, 40AP-FV	G.R.A.S. 40AU-1	G.R.A.S. 40AZ	G.R.A.S. 40BD, 40BD-FV
Номинальный уровень чувствительности по ЗД на частоте 250 Гц, дБ отн. 1 В/Па	-26,0±2,0	-38,0±2,0	-26,0±2,0	-56,0±3,0
Наименование характеристики	Модель капсуля			
	G.R.A.S. 40BE, 40BE-FV	G.R.A.S. 40BH	G.R.A.S. 40BP/40BP-FV	
Номинальный уровень чувствительности по ЗД на частоте 250 Гц, дБ отн. 1 В/Па	-48±3,0	-68,0±3,0	-56,0±2,0	

## 9.2 Определение относительной частотной характеристики уровня чувствительности

9.2.1 Приборы, входящие в состав эталона, и поверяемый капсюль соединить, как указано на рисунке 3. Если в блоке питания нет усилителя, между блоком питания и мультиметром включить усилитель. Функции блока питания может выполнять входное



измерительное устройство эталона. Поверяемый капсюль с предусилителем жестко закрепить в вертикальном положении мембраной вверх в держателе. Клемму заземления блока питания электростатического возбудителя 2 соединить с предусилителем поверяемого капсюля, защитную сетку с капсюля 4 осторожно снять, на капсюль установить электростатический возбудитель 3. В качестве электростатического возбудителя используется актюатор UA0023, UA0033, RA0014, RA0014-S1, RA0015 или электростатический возбудитель, являющийся конструктивным элементом капсюля. При выполнении этих операций соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить мембрану капсюля. Внешний электростатический возбудитель (актюатор), показанный на рисунке 1, подключать к выходу блока питания с постоянным напряжением +800 В. Актюатор, являющийся конструктивным элементом капсюля, подключать к выходу с постоянным напряжением, указанным в документации поверяемого капсюля.

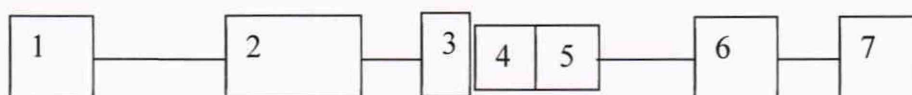


Рисунок 3

- 1 – генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360;  
 2 – блок питания электростатического возбудителя 14АА; 3 – электростатический возбудитель; 4 – поверяемый капсюль; 5 – предусилитель поверяемого капсюля;  
 6 – блок питания предусилителя; 7 – мультиметр 34401А

9.2.2 С генератора 1 на блок питания электростатического возбудителя 2 подать синусоидальный сигнал частотой 250 Гц и напряжением  $0,5 V_{скз}$ . Усиление усилителя установить таким, чтобы показания мультиметра находились в пределах от  $0,1 V_{скз}$  до  $1 V_{скз}$ . Мультиметром 7 измерить напряжение  $U_{250}$ . Перестраивать частоту генератора по остальным частотам третьоктавного ряда в диапазоне частот от 20 Гц до верхней границы диапазона частот капсюля, но не более 100 кГц. На каждой частоте мультиметром 7 измерить напряжение  $U_f$ . При выполнении измерений проверять, что уровень сигнала выше уровня помех больше чем на 20 дБ.

9.2.3 Отклонение уровня чувствительности капсюля с предусилителем по электростатическому возбудителю на частоте измерений от уровня чувствительности на частоте 250 Гц  $\Delta E_f$  в диапазоне частот поверки в децибелах вычислить по формуле (3):

$$\Delta E_f = 20 \lg \frac{U_f}{U_{250}} + \Delta_{уст} \quad (3)$$

где  $U_f$  – напряжение, измеренное мультиметром 7 на частоте измерений, В;  
 $U_{250}$  – напряжение, измеренное мультиметром 7 на частоте 250 Гц, В;  
 $\Delta_{уст}$  – поправка на неравномерность измерительного тракта эталона на частоте измерений, дБ.

Вычисленные значения занести в протокол поверки.

9.2.4 Отклонение уровня чувствительности капсюля с предусилителем от уровня чувствительности на частоте 250 Гц  $\Delta E_{f, M}$  вычислить по формуле (4):

$$\Delta E_{f, M} = \Delta E_f + \Delta_{попр} \quad (4)$$

где  $\Delta E_f$  – отклонение уровня чувствительности капсюля с предусилителем по электростатическому возбудителю на частоте измерений от уровня чувствительности на частоте 250 Гц;

$\Delta_{\text{попр}}$  – поправка, соответствующая виду акустического поля и используемому электростатическому возбудителю. Для капсулей свободного поля использовать дифракционную поправку, для капсулей диффузного поля использовать поправку на диффузное поле, для капсулей давления использовать поправку на электростатический возбудитель.

9.2.5 Для проведения измерений в диапазоне частот от 2 Гц до 20 Гц приборы, входящие в состав эталона, и поверяемый капсюль соединить, как указано на рисунке 3.

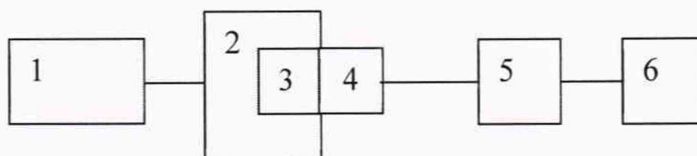


Рисунок 4

- 1 – генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360;  
 2 – калибратор 4221 с низкочастотной камерой; 3 – поверяемый капсюль;  
 4 – предусилитель поверяемого капсюля; 5 – блок питания предусилителя;  
 6 – мультиметр 3458А или шумомер-виброметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А в режиме анализатора спектра с постоянной относительной шириной полосы.

9.2.6 С генератора 1 на калибратор 2 подать синусоидальный сигнал частотой 20 Гц и напряжением  $1 V_{\text{скз}}$ . Мультиметром 6 измерить напряжение  $U_{20}$ . Перестраивать частоту генератора по остальным частотам третьоктавного ряда в диапазоне частот от 20 Гц до нижней границы диапазона частот. На каждой частоте мультиметром 6 измерить напряжение  $U_f$ . При выполнении измерений проверять, что уровень сигнала выше уровня помех больше чем на 20 дБ.

9.2.7 Отклонение уровня чувствительности капсюля с предусилителем на частоте измерений от уровня чувствительности на частоте 20 Гц  $\Delta E_{f, \text{нч}}$  в диапазоне частот поверки в децибелах вычислить по формуле (5):

$$\Delta E_{f, \text{нч}} = 20 \lg(U_f / U_{20}), \quad (5)$$

где  $U_f$  – напряжение, измеренное мультиметром на частоте измерений, В;  
 $U_{20}$  – напряжение, измеренное мультиметром на частоте 20 Гц, В.

Вычисленные значения занести в протокол поверки.

9.2.8 Отклонение уровня чувствительности капсюля с предусилителем на частоте измерений от уровня чувствительности на частоте 250 Гц  $\Delta E_f$  в децибелах вычислить по формуле (6):

$$\Delta E_f = \Delta E_{f, 20} + \Delta E_{f, \text{нч}}, \quad (6)$$

где  $\Delta E_{f, 20}$  – отклонение уровня чувствительности капсюля с предусилителем на частоте 20 Гц от уровня чувствительности на частоте 250 Гц, дБ, определенное в п. 8.3.2.4;  
 $\Delta E_{f, \text{нч}}$  – отклонение уровня чувствительности капсюля с предусилителем на частоте измерений от уровня чувствительности на частоте 20 Гц, дБ.

Вычисленные значения занести в протокол поверки.



9.2.9 Уровень чувствительности капсюля с предусилителем на частоте измерений  $E_f$  в диапазоне частот поверки ниже 20 Гц в децибелах относительно 1 В/Па вычислить по формуле (7):

$$E_f = \Delta E_f + E_{П,250} \quad (7)$$

где  $\Delta E_f$  – отклонение уровня чувствительности капсюля с предусилителем на частоте измерений от уровня чувствительности на частоте 250 Гц, дБ;  
 $E_{П,250}$  – уровень чувствительности капсюля с предусилителем по давлению на частоте 250 Гц, дБ относительно 1 В/Па.

Вычисленные значения занести в протокол поверки.

9.2.10 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот поверки отклонение уровня чувствительности от уровня чувствительности на частоте 250 Гц находится в пределах  $\pm 2,0$  дБ.

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки капсюля подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства средств измерений. По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, на капсюль выдается свидетельство установленной формы. На оборотной стороне свидетельства приводят значения уровня чувствительности капсюля в диапазоне частот поверки. Допускается приводить значения уровня чувствительности капсюля в различных видах акустических полей. В случае поверки капсюля без предусилителя вместо уровня чувствительности капсюля с предусилителем приводят значения уровня чувствительности капсюля по холостому ходу в диапазоне частот поверки.

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

Начальник отдела 340  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.С. Николаенко

Старший научный сотрудник отдела 340  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.М. Поликарпов