

УТВЕРЖДАЮ

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



А.Н. Щипунов

2016 г.

**Шумомеры, анализаторы спектра
Apollo_box, Soundbook_MK2**

**Методика поверки
340-0711-16МП**

р.п. Менделеево, 2016 г.

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика распространяется на шумомеры, анализаторы спектра Apollo_box, Soundbook_MK2 (далее – приборы), изготавливаемые фирмой «SINUS Messtechnik GmbH», Германия, и устанавливает методы и средства их 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	+	+
2 Опробование, идентификация встроенного программного обеспечения (ПО)	8.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1 Определение диапазона измерений уровня звукового давления	8.3.1	+	+
3.2 Определение рабочего диапазона частот	8.3.2	+	+
3.3 Определение абсолютной погрешности измерений опорного уровня звукового давления 94 дБ отн. 20 мкПа на частоте 1000 Гц	8.3.3	+	+
3.4 Определение уровня собственных шумов	8.3.4		
3.5 Определение частотных коррекций	8.3.5	+	-
3.6 Проверка отклика на радиоимпульс	8.3.6	+	+
3.7 Определение временных характеристик F и S	8.3.7	+	+
3.8 Определение линейности и рабочего диапазона октавных и третьоктавных фильтров	8.3.8	+	-
3.9 Проверка относительного затухания октавных и третьоктавных фильтров	8.3.9	+	+
3.10 Определение рабочего диапазона частот в режиме узкополосного анализа и погрешности измерений уровней напряжения гармонического сигнала	8.3.10	+	+

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

3.2 Допускается применять другие средства измерений, кроме указанных в таблице 2, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин 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, 8.3.2, 8.3.4-8.3.10	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360, диапазон частот от 0,001 Гц до 200 кГц, диапазон установки амплитуды напряжения переменного тока от 5 мкВ до 14 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня (при значениях уровня не менее 1 мВ) $\pm 0,1\%$; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты $\pm(25 \cdot 10^{-6} \cdot F + 0,004)$ Гц, где F – значение устанавливаемой частоты
8.3.3	Калибратор акустический 4231, воспроизводимый уровень звукового давления (УЗД) 94,0 дБ и 114,0 дБ (отн. 20 мкПа), пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения уровня звукового давления $\pm 0,2$ дБ
8.3.10	Мультиметр 34401А, диапазон частот от 3 Гц до 20 кГц, пределы допускаемой погрешности измерений напряжения переменного тока $\pm (0,0004 \cdot D + 0,0003 \cdot E)$, где D – показание прибора, E – верхнее граничное значение диапазона измерений

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки 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 имеющий право на поверку (аттестованный в качестве поверителей) в области радиотехнических и акустических измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура: (23 ± 3) °С;
- относительная влажность: от 10 до 75 %;
- атмосферное давление: от 84 до 106 кПа.

6.2 Должны отсутствовать вибрация и сотрясения прибора, влияющие на его работу.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- изучить РЭ поверяемого прибора и используемых средств поверки;
- проверить комплектность поверяемого прибора;
- заземлить (если это необходимо) необходимые средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии с временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- чистоту и исправность разъемов и гнезд;

- наличие и целостность наружных деталей и пломб;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- полноту маркировки и её сохранность, все надписи должны быть читаемы;

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

8.2 Опробование, идентификация встроенного ПО

8.2.1 Опробование

При опробовании:

- проверить факт включения прибора;
- провести идентификацию ПО;
- проверить функционирование клавиатуры;
- проверить по показаниям прибора реакцию на подачу акустического сигнала (например, голоса).

При опробовании оценка метрологических характеристик приборов не производится.

8.2.2 Результаты поверки считать положительными, если приборы не имеют дефектов и реагируют на акустический сигнал.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение диапазона измерений уровня звукового давления

8.3.1.1 Определение диапазона измерений уровня звукового давления проводить по схеме рисунка 1.



Установить на приборе: частотная коррекция А, временная характеристика FAST. Подать сигнал с генератора на вход прибора. Установить частоту сигнала генератора 1000 Гц, значение напряжения (СКЗ) 50 мВ. Изменить амплитуду сигнала генератора и добиться показаний прибора 94,0 дБ отн. 20 мкПа, принять эти показания генератора за опорные.

Изменять амплитуду сигнала генератора согласно таблице 3 и фиксировать соответствующие показания прибора L_i в таблице 3.

Погрешность линейности уровня вычислить, как разность заданного уровня сигнала L_0 и измеренного L_i .

Таблица 3

Заданный уровень звукового давления L_0 , дБ отн. 20 мкПа		Допустимое значение погрешности линейности, дБ
1 В:	10 В:	
20	30	±1,1
40	40	
50	50	
60	60	
80	80	
94	94	
100	100	
110	110	
120	120	
-	138	

8.3.1.2 Результаты поверки считать положительными, если во всём диапазоне измерений уровня звукового давления значения погрешности линейности уровня находятся в пределах $\pm 1,1$ дБ.

8.3.2 *Определение рабочего диапазона частот (при использовании капсуля микрофонного МК255 и предусилителя MV210)*

8.3.2.1 Определение рабочего диапазона частот проводить по схеме рисунка 1.

Установить на приборе: частотная коррекция Z, временная характеристика FAST. Подать сигнал с генератора на вход прибора. Установить частоту сигнала генератора 1000 Гц, значение напряжения 0,5 В_{СКЗ}. Отрегулировать значение напряжения генератора, чтобы добиться показаний прибора 94,0 дБ. Не меняя значение напряжения, изменить частоту согласно таблице 3, показания прибора занести в таблицу 3. Значение отклонения частотной характеристики прибора определить как разность показаний прибора на частоте 1000 Гц и на данной частоте.

8.3.2.2 Результаты поверки считать положительными, если значения отклонений частотной характеристики находятся в пределах, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Частота, Гц	Предельно допустимое отклонение частотной характеристики, дБ
20	+2,5;-2,0
31,5	$\pm 2,0$
63	$\pm 1,5$
125	$\pm 1,5$
250	$\pm 1,5$
500	$\pm 1,4$
1000	Опорное
2000	$\pm 1,6$
4000	$\pm 1,6$
8000	+2,1;-3,1
12500	+3,0;-6,0
16000	+3,5;-17,0
20000	+4,0; $-\infty$

8.3.3 *Определение абсолютной погрешности измерений опорного уровня звукового давления 94 дБ отн. 20 мкПа на частоте 1000 Гц*

8.3.3.1 Вставить микрофон прибора в камеру акустического калибратора 4231.

Через 90 с после включения прибора, включить калибратор в режиме 94,0 дБ отн. 20 мкПа на 1000 Гц, подождать 20 с и считать показание для скорректированного уровня звукового давления с коррекцией A на характеристике S (Slow).

Рассчитать абсолютную погрешность измерений опорного уровня звукового давления, как разность между показанием прибора и уровнем звукового давления, установленным на калибраторе.

8.3.3.2 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений опорного уровня звукового давления находятся в пределах $\pm 0,7$ дБ.

8.3.4 *Определение уровня собственных шумов*

8.3.4.1 Прогреть прибор не менее 1 мин. Запустить режим измерений. Зафиксировать показания скорректированного по частотной коррекции Z среднего по времени уровня звукового давления за 30 с.

8.3.4.2 Результаты поверки считать положительными, если уровень собственных шумов не превышает 6 мкВ.

8.3.5 Определение частотных коррекций

8.3.5.1 Определение частотных коррекций проводить электрическим методом по схеме рисунка 1.

8.3.5.2 Установить на приборе: частотная коррекция А в соответствии с графой 2 таблицы 4, временная характеристика FAST. Подать сигнал с генератора на вход прибора. Генератор установить в режим стационарного синусоидального сигнала. Установить частоту сигнала генератора 1000 Гц, установить выходной сигнал генератора 0,5 В_{СКЗ}. Изменить значение напряжения генератора и добиться показаний прибора 94,0 дБ.

Не меняя значение напряжения изменить частоту согласно графе 1 таблицы 4.

Значение отклонения частотной характеристики прибора определить как разность показаний прибора на частоте 1000 Гц и на данной частоте.

8.3.5.3 Повторить измерения по п.4.9.2 для частотных коррекций С и Z.

8.3.5.4 Результаты поверки считать положительными, если отклонения частотной характеристики находятся в пределах, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Частота, Гц	Частотная коррекция, дБ			Предельно допустимое отклонение частотной характеристики, дБ
	A	C	Z	
1	2	3	4	5
16	-70,4	-69,5	0,0	+2,5;-4,5
20	-63,4	-63,4	0,0	±2,5
25	-44,7	-4,4	0,0	+2,5;-2,0
31,5	-39,4	-3,0	0,0	±2,0
40	-34,6	-2,0	0,0	±1,5
50	-30,2	-1,3	0,0	±1,5
63	-26,2	-0,8	0,0	±1,5
80	-22,5	-0,5	0,0	±1,5
100	-19,1	-0,3	0,0	±1,5
125	-16,1	-0,2	0,0	±1,5
160	-13,4	-0,1	0,0	±1,5
200	-10,9	0,0	0,0	±1,4
250	-8,6	0,0	0,0	±1,5
315	-6,6	0,0	0,0	±1,4
400	-4,8	0,0	0,0	±1,4
500	-3,2	0,0	0,0	±1,4
630	-1,9	0,0	0,0	±1,4
800	-0,8	0,0	0,0	±1,4
1000	0,0	0,0	0,0	Опорное
1250	+0,6	0,0	0,0	±1,6
1600	+1,0	-0,1	0,0	±1,6
2000	+1,2	-0,2	0,0	±1,6
2500	+1,3	-0,3	0,0	±1,6
3150	+1,2	-0,5	0,0	±1,6
4000	+1,0	-0,8	0,0	±1,6
5000	+0,5	-1,3	0,0	±1,6
6300	-0,1	-2,0	0,0	+2,1;-3,1
8000	-1,1	-3,0	0,0	+2,1;-2,6
10000	-2,5	-4,4	0,0	+2,1;-3,1
12500	-4,3	-6,1	0,0	+3,0;-6,0
16000	-6,6	-8,5	0,0	+3,5;-17,0
20000	-9,3	-11,2	0,0	+4,0;-∞

8.3.6 Проверка отклика на радиоимпульс

8.3.6.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1. Установить на приборе частотную коррекцию А.

8.3.6.2 Генератор установить в режим синусоидального сигнала. Установить частоту сигнала генератора 4000 Гц, амплитуду сигнала установить таким образом, чтобы показания прибора на характеристике FAST составляли 117/135 дБА (для 1 В и 10 В соответственно).

8.3.6.3 Переключить генератор в режим формирования импульсов с синусоидальным заполнением частотой 4000 Гц той же амплитуды с периодом повторения пакетов 11000, источник запуска SINGLE.

Длительность радиоимпульса устанавливать в соответствии с графой 1 таблицы 5.

8.3.6.4 Для каждого значения длительности радиоимпульса запускать режим измерений, через 5 с запустить триггер генератора и через 2 с снять показания прибора SLOW-MAX (L_{ASmax} , L_{CSmax}), FAST-MAX (L_{AFmax} , L_{CFmax}) для характеристик А, С, Z.

8.3.6.5 Рассчитать отклонение показаний прибора при подаче пакетов импульсов от измеренного уровня звукового давления синусоидального входного сигнала с постоянной амплитудой, из которого был извлечён радиоимпульс.

8.3.6.6 Результаты поверки считать положительными, если значение отклонения показаний прибора находятся в пределах значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Длительность радиоимпульса, T_b , мс	Номинальный отклик на радиоимпульс 4 кГц относительно установленного уровня звука, дБ		Пределы допустимых отклонений, дБ	
	$L_{AFmax}-L_A$ $L_{CFmax}-L_C$ $L_{ZFmax}-L_Z$	$L_{ASmax}-L_A$ $L_{CSmax}-L_C$ $L_{ZSmax}-L_Z$	$L_{AFmax}-L_A$ $L_{CFmax}-L_C$ $L_{ZFmax}-L_Z$	$L_{ASmax}-L_A$ $L_{CSmax}-L_C$ $L_{ZSmax}-L_Z$
1000	0,0	-2,0	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$
500	-0,1	-4,1	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$
200	-1,0	-7,4	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$
100	-2,6	-10,2	$\pm 1,3$	$\pm 1,3$
50	-4,8	-13,1	$\pm 1,3$	$\pm 1,3$
20	-8,3	-17,0	$\pm 1,3$	+1,3;-1,8
10	-11,1	-20,0	$\pm 1,3$	+1,3;-2,3
5	-14,1	-23,0	$\pm 1,3$	+1,3;-2,8
2	-18,0	-27,0	+1,3;-1,8	+1,3;-3,3
1	-21,0	-	+1,3;-2,3	-
0,5	-24,0	-	+1,3;-2,8	-
0,25	-27,0	-	+1,3;-3,3	-

8.3.7 Определение временных характеристик F и S

8.3.7.1 Определение постоянных времени спада временных характеристик F и S проводить с использованием схемы, указанной на рисунке 1.

8.3.7.2 Установить частоту сигнала генератора 4000 Гц, выходной сигнал 50 мВ_{СКЗ}. Отрегулировать выходной сигнал так, чтобы показания прибора с коррекцией А составляли 126 дБ. Зафиксировать показания прибора для частотной характеристики А для временной характеристики FAST.

8.3.7.3 Запустить режим измерений. Выждать не менее 10 с. В произвольный момент времени отключить сигнал генератора, при этом измерять скорость спада отображаемого уровня звукового давления. Зафиксировать показания прибора.

8.3.7.4 Повторить операции пп. 4.12.2 и 4.12.3 для временной характеристики Slow.

8.3.7.5 Результаты поверки считать положительными, если скорость спада уровня звукового давления не менее 25 дБ/с для временной характеристики FAST и от 3,4 до 5,3 дБ/с для временной характеристики Slow.

8.3.8 *Определение линейности и рабочего диапазона октавных и третьоктавных фильтров*

8.3.8.1 Поверку проводить с использованием измерительной схемы, представленной на рисунке 1.

Поверку провести для октавных фильтров 31,5 Гц, 1000 Гц, 16000 Гц и третьоктавных фильтров 20 Гц, 1000 Гц, 20000 Гц.

8.3.8.2 Генератор установить в режим стационарного синусоидального сигнала. Установить выходное напряжение (СКЗ) $N_0 = 0$ дБ отн. 1 В, частоту 1000 Гц. Запустить измерения и через 10 с снять показания текущего уровня звукового давления L_0 для октавного фильтра 1000 Гц.

8.3.8.3 Увеличивать напряжение генератора с шагом 1 дБ до достижения перегрузки. Через 10 с снять показания для октавного фильтра 1000 Гц.

8.3.8.4 Уменьшать напряжение генератора по следующей схеме:

- с шагом 1 дБ – до уровня ($N_{\text{перегрузки}} - 5$ дБ)
- с шагом 5 дБ – до уровня «минус 100 дБ отн. 1 В_{СКЗ}»
- с шагом 1 дБ – до уровня «минус 102 дБ отн. 1 В_{СКЗ}»

При каждом переключении напряжения через 10 с снимать показания прибора L_i для октавного фильтра 1000 Гц, а также уровень напряжения генератора N_i .

8.3.8.5 Рассчитать отклонение от линейности $\delta_{\text{лин}}$ по формуле (1):

$$\delta_{\text{лин}i} = (L_0 - L_i) - (N_0 - N_i). \quad (1)$$

Рассчитать диапазон линейности как разность между максимальным и минимальным значениями L_i , при которых величина $\delta_{\text{лин}i}$ не превышает по абсолютной величине 0,3 дБ.

8.3.8.6 Повторить операции пп. 8.3.8.2-8.3.8.5 для октавных фильтров 31,5 Гц и 16000 Гц и третьоктавных фильтров 20 Гц, 1000 Гц, 20000 Гц.

8.3.8.7 Результаты поверки считать положительными, если значения отклонения от линейности находятся в пределах $\pm 0,3$ дБ.

8.3.9 *Определение относительного затухания октавных и третьоктавных фильтров*

8.3.9.1 Генератор установить в режим стационарного синусоидального сигнала. Установить частоту сигнала генератора 1 кГц, значение сигнала генератора 7,0 В_{СКЗ}. Нажать кнопку СБРОС, через 10 с еще раз СБРОС и через 10 с снять показания $L_{\text{он}}$ в октавном фильтре 1000 Гц, затем повторить для третьоктавного фильтра.

8.3.9.2 Для проверки октавного фильтра 1000 Гц вычислить частоту сигнала генератора f_r , равную произведению точной среднегеометрической частоты f_m фильтра (для октавных фильтров $f_m = 2^x \cdot 1000$ Гц, $x = -6, \dots, +4$) на относительную частоту f_r/f_m в соответствии с таблицей 7. Установить на генераторе вычисленную частоту, нажать СБРОС, через 10 с еще раз нажать СБРОС и через 10 с снять показания L_{f_r} для исследуемого октавного фильтра.

Таблица 7

Относительная частота f_r/f_m	Пределы относительного затухания для октавных фильтров, дБ	
	нижний предел	верхний предел
0,06250	+75,0	$+\infty$
0,12500	+62,0	$+\infty$
0,25000	+42,5	$+\infty$
0,50000	+18,0	$+\infty$
0,70711	+2,3	+4,5
0,77111	-0,15	+1,1
0,84090	-0,15	+0,4
0,91700	-0,15	+0,2
1,00000	-0,15	+0,15
1,09051	-0,15	+0,2
1,18921	-0,15	+0,4
1,29684	-0,15	+1,1
1,41241	+2,3	+4,5
2,00000	+18,0	$+\infty$
4,00000	+42,5	$+\infty$
8,00000	+62,0	$+\infty$
16,0000	+75,0	$+\infty$

8.3.9.3 Рассчитать относительное затухание фильтра по формуле (1).

8.3.9.4 Для проверки третьоктавного фильтра 1000 Гц вычислить частоту сигнала генератора равную произведению точной среднегеометрической частоты f_m фильтра (для третьоктавных фильтров $f_m = 2^{\frac{x}{3}} \cdot 1000$ Гц, $x = -17, \dots, 13$) на относительную частоту f/f_m в соответствии с таблицей 8. Установить на генераторе вычисленную частоту, нажать СБРОС, через 10 с еще раз нажать СБРОС и через 10 с снять показания L_{f_r} для исследуемого третьоктавного фильтра.

Таблица 8

Относительная частота f_r/f_m	Пределы относительного затухания для третьоктавных фильтров, дБ	
	нижний предел	верхний предел
0,18400	+75,0	$+\infty$
0,32578	+62,0	$+\infty$
0,52996	+42,5	$+\infty$
0,77181	+18,0	$+\infty$
0,89090	+2,3	+4,5
0,91932	-0,15	+1,1
0,94702	-0,15	+0,4
0,97394	-0,15	+0,2
1,00000	-0,15	+0,15
1,02676	-0,15	+0,2
1,05594	-0,15	+0,4
1,08776	-0,15	+1,1
1,12246	+2,3	+4,5
1,29565	+18,0	$+\infty$
1,88695	+42,5	$+\infty$
3,06955	+62,0	$+\infty$
5,43474	+75,0	$+\infty$

8.3.9.5 Рассчитать относительное затухание третьоктавных фильтров по формуле (1).

8.3.9.6 Результаты поверки считать положительными, если относительное затухание третьоктавных и октавных фильтров не превышает значений, указанных в таблицах 7 и 8.

8.3.10 *Определение рабочего диапазона частот в режиме узкополосного анализа и относительной погрешности измерений уровней напряжения гармонических сигналов*

8.3.10.1 Определение рабочего диапазона частот проводить по схеме рисунка 2.

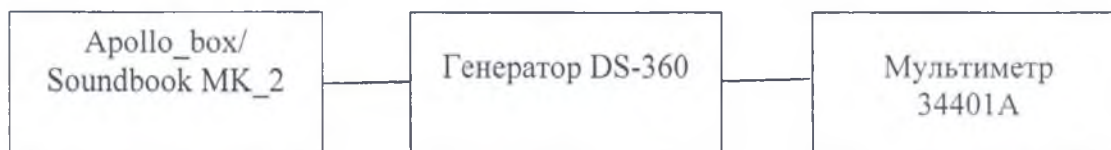


Рисунок 2

8.3.10.2 Установить на приборе: частотная коррекция А, временная характеристика FAST. Подать сигнал с генератора на вход прибора. Установить частоту сигнала генератора 1000 Гц, значение напряжения 0,5 В_{СКЗ}. Значение напряжения контролировать с помощью мультиметра. Отрегулировать значение напряжения генератора, чтобы добиться показаний прибора 94,0 дБ.

8.3.10.3 Не меняя значение напряжения, изменить частоту согласно таблице 3, показания прибора занести в таблицу 3. Значение отклонения частотной характеристики прибора определить как разность показаний прибора на частоте 1000 Гц и на данной частоте.

8.3.10.4 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений уровней напряжения гармонических сигналов не превышает $\pm 0,3$ дБ.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

Начальник отдела 340
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Инженер отдела 340
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.С. Николаенко

Т.Ю. Бабикова