

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФБУ

«ГНМЦ Минобороны России»

В.В. Швыдун

«__» _____ 2015 г.

М.п.

Инструкция

**Комплексы для проведения акустических
и виброакустических измерений
«СПРУТ-7М»**

Методика поверки

2015 г.

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика распространяется на комплексы для проведения акустических и виброакустических измерений «СПРУТ-7М» (далее – комплексы) 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

<i>Наименование операции</i>	<i>Номер пункта методики поверки</i>	<i>Проведение операции</i>	
		<i>при первичной поверке</i>	<i>при периодической поверке</i>
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1 Определение погрешности измерений уровня звукового давления (ЗД) на частоте 1000 Гц	8.3.1	да	да
3.2 Определение диапазона измерений ЗД и погрешности линейности уровня	8.3.2	да	да
3.3 Определение диапазона рабочих частот и частотной характеристики при измерении ЗД	8.3.3	да	да
3.4 Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений и погрешности измерений виброускорения	8.3.4	да	да
3.5 Определение спектральной плотности собственного шума в диапазоне рабочих частот, приведенной ко входу	8.3.5	да	нет
3.5 Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений и погрешности измерений напряжения переменного тока	8.3.6	да	да
4 Проверка идентификационных признаков программного обеспечения (ПО)	8.4	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

3.2 Допускается использование других средств поверки, имеющих метрологические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

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

Таблица 2

<i>Номера пункта методики поверки</i>	<i>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</i>
8.3.1	Калибратор акустический 4231: воспроизводимые уровни звукового давления 94 и 114 дБ отн. 20 мкПа, частота воспроизводимого звукового давления 1000 Гц, пределы допускаемой погрешности воспроизведения уровня звукового давления $\pm 0,2$ дБ
8.3.2 – 8.3.3	Система для анализа сигналов многоканальная PULSE: диапазон рабочих частот от 0 до 51,2 кГц, верхний предел измерений амплитудных значений напряжения переменного тока 10 В, динамический диапазон измерений 160 дБ, диапазон воспроизведения амплитудных значений напряжения переменного тока от $1,4 \cdot 10^{-7}$ до 10 В, расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $K=2$ и доверительной вероятности $P = 0,95 \pm 0,1$ дБ
8.3.4	Поверочная виброустановка 2 разряда по ГОСТ Р 8.800-2012: диапазон частот от 5 до 12500 Гц, диапазон виброускорений от 0,1 до 100 м/с^2
8.3.2, 8.3.5, 8.3.6	<i>Вспомогательное оборудование</i> Эквивалент собственной ёмкости измерительного микрофона (ЭСЕ) (электрическая емкость (15 ± 3) пФ). Заглушка - 50 Ом. Электростатический актюатор с источником питания: диапазон частот от 20 Гц до 20 кГц

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки комплексов допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим техническим образованием, имеющий опыт работы с электротехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющий право на поверку (аттестованный в качестве поверителей).

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от 10 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 107;
- напряжение питания, В от 198 до 242;
- частота, Гц от 49 до 51.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- изучить эксплуатационную документацию (ЭД) на поверяемый комплекс и используемые средства поверки;
- проверить комплектность поверяемого комплекса;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в ЭД).

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие механических повреждений и коррозии;
- чистоту и исправность разъемов и соединений.

8.1.2 Результаты осмотра считать положительными, если отсутствуют механические повреждения и коррозия, разъемы и соединения чистые и исправные.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с ЛИБЮ.424400.047 РЭ.

8.2.2 Подключить микрофон к измерительному каналу комплекса.

8.2.3 Подготовить к работе поверочную виброустановку 2 разряда по ГОСТ Р 8.800-2012 (далее - установку) в соответствии с РЭ.

8.2.4 Включить и прогреть комплекс и установку.

Примечание: все подключения при проведении операций поверки следует выполнять при выключенном виброакустическом анализаторе СПРУТ-ВВА-1.

8.2.5 Запустить программу «Sprut 7 (8) v77».

8.2.6 Выбрать в поле программы «датчик» микрофон.

8.2.7 Путем подачи на микрофон акустического сигнала, например голосом, убедиться, что комплекс реагирует на сигнал.

8.2.8 Установить вибропреобразователь из состава комплекса на вибростенд установки таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности вибропреобразователя совпадало с направлением колебаний вибростенда.

8.2.9. Подключить вибропреобразователь к измерительному каналу комплекса.

8.2.10 Выбрать в поле программы «датчик» вибропреобразователь.

8.2.11 Подать напряжение от генератора через усилитель мощности на вибростенд. Частота подаваемого напряжения не должна превышать 0,25 максимального значения рабочего диапазона частот поверяемого комплекса. Плавно увеличить напряжение генератора, подаваемое через усилитель мощности на подвижную катушку вибростенда до тех пор, пока сигнал на выходе вибропреобразователя, фиксируемый комплексом, не превысит уровень помех на 20 дБ (в 10 раз).

8.2.12 Подключить выход генератора системы PULSE ко входу «+» измерительного усилителя SZA-1, выход усилителя соединить с входом PULSE. Установить на выходе генератора системы PULSE значение выходного напряжения 10 мВ частотой 1 кГц и провести измерения выходного напряжения усилителя. Результат измерений должен находиться в пределах от 0,90 до 1,1 В.

8.2.13 Повторить операции по п. 8.2.12 для измерительного усилителя SZA-2 и телефонного адаптера (для телефонного адаптера результат измерений должен находиться в пределах от 9,5 до 10,5 мВ).

8.2.14 Результаты поверки считать положительными, если операции по п. 8.2.6 – 8.2.13 прошли успешно.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение погрешности измерений уровня звукового давления на частоте 1000 Гц

8.3.1.1 Подключить измерительный микрофон к каналу комплекса.

8.3.1.2 Выбрать в поле программы «датчик» микрофон.

8.3.1.3 Установить микрофон комплекса в гнездо камеры акустического калибратора 4231.

8.3.1.4 Установить на калибраторе уровень звукового давления 94 дБ отн. 20 мкПа, частоту 1000 Гц.

8.3.1.5 Провести измерения уровня звукового давления в дБ относительно 20 мкПа с помощью комплекса.

8.3.1.6 Рассчитать значение относительной погрешности измерений уровня звукового давления в дБ как разность между значением результата измерений и значением воспроизводимого уровня ЗД калибратором в режиме 94 дБ (относительно 20 мкПа.), указанного в свидетельстве о поверке.

8.3.1.7 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение относительной погрешности измерений уровня звукового давления на частоте 1000 Гц находится в пределах $\pm 0,7$ дБ.

8.3.2 Определение диапазона измерений ЗД и относительной погрешности линейности уровня

8.3.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 1 (ЭСЕ – эквивалент собственной емкости микрофона).

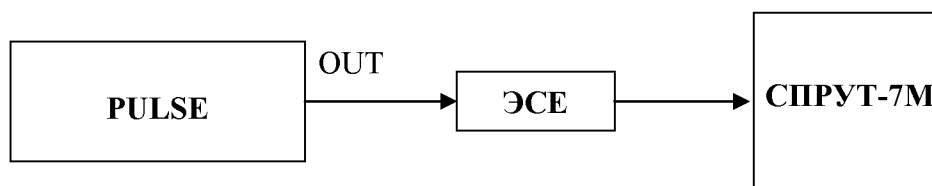


Рисунок 1 – Схема подключения

Примечание: измерения до значения 40 дБ включительно проводить при установке диапазона «верхний» (переключается во встроенном ПО виброакустического анализатора СПРУТ-ВВА-1), а далее при установке диапазона «нижний».

8.3.2.2 Установить на выходе генератора системы PULSE на частоте 1 кГц значение выходного напряжения $U_{уст}$, соответствующее показаниям комплекса $L_{уст} = 124$ дБ относительно 20 мкПа. Не изменяя частоту, изменять значение напряжения согласно таблице 3, до величины, соответствующей показаниям комплекса $L_{уст} = 25$ дБ относительно 20 мкПа. Показания комплекса $L_{изм}$ (дБ) занести в таблицу 3.

8.3.2.3 Относительную погрешность линейности уровня A для каждого установленного значения напряжения вычислить по формуле (1):

$$\Delta = L_{изм} - L_{уст.} \quad (1)$$

Таблица 3

Значения выходного напряжения генератора $U_{уст.}$ В	Уровень ЗД, соответствующий установленному напряжению $U_{уст.}$ генератора, $L_{уст.}$ дБ отн. 20 мкПа	Показания комплекса $L_{изм}$ дБ отн. 20 мкПа	Относительная погрешность линейности уровня Δ , дБ
U_0	124		
$0,63 \cdot 10^{-1} \cdot U_0$	120		
$0,2 \cdot U_0$	110		
$6,3 \cdot 10^{-2} \cdot U_0$	100		
$2 \cdot 10^{-2} \cdot U_0$	90		
$6,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_0$	80		
$2 \cdot 10^{-3} \cdot U_0$	70		
$6,3 \cdot 10^{-4} \cdot U_0$	60		
$2 \cdot 10^{-4} \cdot U_0$	50		
$6,3 \cdot 10^{-5} \cdot U_0$	40		
$2 \cdot 10^{-5} \cdot U_0$	30		
$1,12 \cdot 10^{-5} \cdot U_0$	25		

8.3.2.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение относительной погрешности линейности уровня Δ находится в пределах $\pm 1,1$ дБ.

8.3.3 Определение диапазона рабочих частот и частотной характеристики при измерении ЗД

8.3.3.1 Заземлить корпус предварительного усилителя микрофона.

8.3.3.2 Закрепить микрофон (микрофонный капсуль с предварительным усилителем) в вертикальном положении. Осторожно снять защитную сетку микрофонного капсуля и установить на него электростатический актюатор.

8.3.3.3 Подать сигнал генератора системы PULSE частотой 1000 Гц и напряжением 0,5 В на вход источника питания электростатического актюатора. Регулировкой выходного напряжения генератора добиться показаний комплекса 94 дБ отн. 20 мкПа.

Примечание: если технически невозможно получить уровень звукового давления 94 дБ относительно 20 мкПа (зависит от используемого источника питания актюатора) возможно проведение данной операции при показаниях комплекса 84 дБ относительно 20 мкПа.

8.3.3.4 Частоту генератора изменять в соответствии с таблицей 4 (центральные частоты октавного ряда). Каждый раз после изменения частоты генератора фиксировать показания комплекса L_f .

8.3.3.5 Относительную частотную характеристику ΔL_f в свободном акустическом поле определить по формуле (3):

$$\Delta L_f = L_f + Y_f - L_{1000}, \quad (3)$$

где Y_f – значение дифракционной поправки для капсуля микрофонного по давлению на установленной частоте [дБ] (указана в таблице 4);

L_{1000} – показания комплекса при частоте 1000 Гц.

8.3.3.6 Отклонения от относительной частотной характеристики Z (лин) должны не выходить за допускаемые пределы, указанные в таблице 4.

Таблица 4

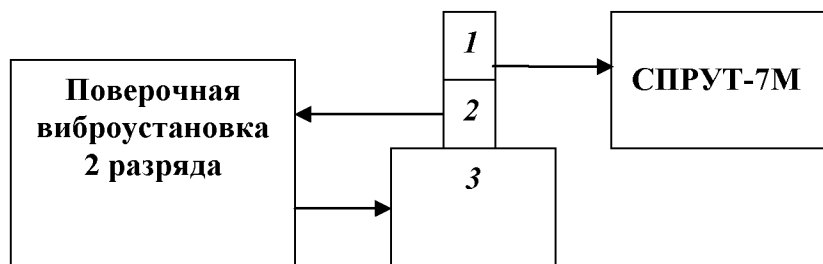
Установленная частота, Гц	Показания комплекса $L_{изм}$, дБотн. 20 мкПа	Y_f , дБ	Относительная частотная характеристика ΔL_f в свободном акустическом поле, дБ	Допускаемое предельное отклонение, дБ
20		0		$\pm 2,5$
31,5		0		$\pm 2,0$
63		0		$\pm 1,5$
125		0		$\pm 1,5$
250		0		$\pm 1,4$
500		0		$\pm 1,4$
1000		0		$\pm 1,1$
2000		0,3		$\pm 1,6$
4000		1,0		$\pm 1,6$
8000		3,1		2,1; минус 3,1
16000		8,5		3,5; минус 17,0
20000		9,0		4,0; минус ∞

8.3.3.7 Результаты поверки считать удовлетворительными, если отклонения частотной характеристики Z (лин) от допустимых значений находятся в пределах, указанных в таблице 4.

8.3.4 Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений и относительной погрешности измерений виброускорения

8.3.4.1 Подключить к измерительному каналу комплекса вибропреобразователь.

8.3.4.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 2 (оси чувствительности вибропреобразователей должны совпадать с осью колебаний).



1 – вибропреобразователь из состава комплекса СПРУТ-7М;
2, 3 – эталонный вибропреобразователь и вибростенд из состава поверочной виброустановки

Рисунок 2 - Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений и относительной погрешности измерений виброускорения

8.3.4.3 На вибростенде установки воспроизвести виброускорение с частотой 160 Гц и среднеквадратическим значением (СКЗ) S_o согласно таблицы 4. Не меняя частоту изменять значение виброускорения, а показания комплекса S_n занести в таблицу 5.

Относительную погрешность измерений виброускорения δ_a [дБ] рассчитать по формуле (3):

$$\delta_a = S_n - S_o. \quad (3)$$

Примечание: измерения уровней виброускорения до 150 дБ включительно проводить при установке диапазона «нижний», а измерения значения 160 дБ проводить при установке диапазона измерений «верхний».

Таблица 5

Уровень виброускорения (СКЗ) S_o , дБ отн. $1 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}^2$	Соответствующее СКЗ виброускорения A_o , м/с^2	Показания комплекса S_n , дБ	Относительная погрешность измерений виброускорения δ_a , дБ
100	0,1		
120	1		
140	10		
150	31,62		
160	100		

8.3.4.4 На вибростенде установки воспроизвести виброускорение с СКЗ $S_o=140$ дБ (10 м/с^2) и частотой f_i согласно таблицы 6. Не меняя значение виброускорения, изменять частоту, показания комплекса S_n занести в таблицу 5.

Примечание: на частотах, где технически невозможно получить уровень виброускорения 140 дБ (зависит от используемого вибростенда) относительная погрешность определяется при ускорениях, достижимых для вибростенда с коэффициентом гармоник движения вибростола не более 10 %.

Относительную погрешность измерений виброускорения δ_a [дБ] рассчитать по формуле (3).

Таблица 6

Частота заданного виброускорения f_i , Гц	Показания комплекса S_n , дБ	Относительная погрешность измерений виброускорения δ_a , дБ
5		
10		
20		
125		
250		
500		
1000		
2000		
4000		
8000		
10000		
12500		

8.3.4.5 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений виброускорения δ_a :

в поддиапазоне частот от 5 до 2000 Гц включ. ± 0,5 дБ;

в поддиапазоне частот св. 2000 до 12500 Гц включ. ± 0,9 дБ.

8.3.5 Определение спектральной плотности собственного шума в диапазоне

рабочих частот, приведенной ко входу

8.3.5.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 3. АН-1 – адаптер для измерения напряжения из комплекта кабелей и адаптеров. Установить ключ в положение 1.

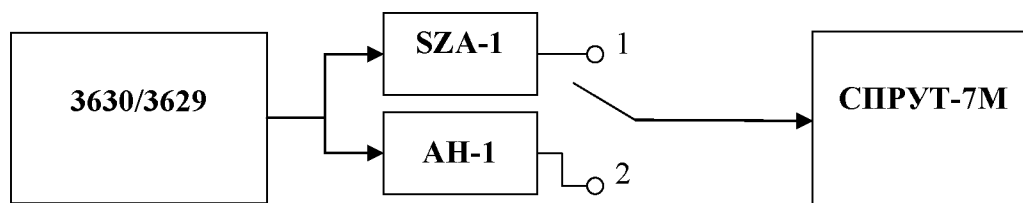


Рисунок 3 – Схема подключения

8.3.5.2 Установить на входные разъемы «+» и «-» усилителя SZA-1 проверяемого канала заглушки 50 Ом (входят в комплект поставки вместе с усилителем).

8.3.5.3 Выбрать в поле программы «датчик» - прямой вход и «усилитель» - усилитель №1. Нажать кнопку «ПУСК» на виртуальной лицевой панели.

8.3.5.4 Дождаться установки режима и в окне программы зафиксировать уровень шума в дБ для на частотах 1/3 – октавного ряда в соответствии с табл. 7.

Таблица 7

Средняя геометрическая частота 1/3 – октавного ряда, Гц	Ширина полосы F_n , Гц	Измеренный уровень шума, приведенный ко входу L , дБ	Измеренное значение шума, приведенное ко входу $U_{ш}$, нВ	Спектральная плотность собственного шума, приведенная ко входу $P_{ш}$, нВ/Гц ^{1/2}
20	4,63			
25	5,79			
31,5	7,29			
40	9,26			
50	11,58			
63	14,59			
80	18,53			
100	23,16			
125	28,95			
160	37,05			
200	46,31			
250	57,89			
315	72,94			
400	92,63			
500	115,78			
630	145,88			
800	185,25			
1000	231,56			
1250	289,45			
1600	370,50			
2000	463,13			
2500	578,91			
3150	729,42			
4000	926,25			
5000	1157,82			
6300	1458,85			

8000	1852,51			
10000	2315,63			

8.3.5.5 Перевести уровень шума L из дБ в значение $U_{ш}$ в нВ по формуле (4):

$$U_{ш} = 10^{\frac{L}{20}} \times 1000, \quad (4)$$

где L – измеренный уровень шума в дБ.

8.3.5.6 Спектральную плотность собственного шума $P_{ш}$, приведенную ко входу, рассчитать по формуле (5):

$$P_{ш} = U_{ш} / \sqrt{F_n}, \quad (5)$$

где $U_{ш}$ – измеренное значение шума, приведенное ко входу, нВ;

F_n – ширина полосы, Гц.

8.3.5.7 Результаты испытаний считать удовлетворительными, если значения спектральной плотности собственного шума, приведенной ко входу, не превышают 20 нВ.

8.3.6 Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений и относительной погрешности измерений напряжения переменного тока

8.3.6.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 3.

8.3.6.2 Установить ключ в положение «1».

8.3.6.3 Подать сигнал генератора системы частотой 20 Гц и напряжением 1 мВ (60 дБ) на вход. Не меняя уровень напряжения, изменять частоту согласно таблицы 8, показания комплекса $U_{изм}$ занести в таблицу 8.

Таблица 8

Частота сигнала генератора f_b , Гц	Уровень установленного напряжения $U_{уст}$ дБ	Показания комплекса $U_{изм}$ дБ	Относительная погрешность измерений напряжения δ_u дБ
20	60		
125			
250			
500			
1000			
2000			
4000			
8000			
10000			

8.3.6.4 Относительную погрешность измерений напряжения переменного тока δ_u [дБ] рассчитать по формуле (6):

$$\delta_u = U_{изм} - U_{уст} \quad (6)$$

8.3.6.5 Подать с генератора системы сигнал с частотой 1000 Гц и значением напряжения $U_{уст}$ согласно таблицы 8. Не меняя частоту, изменять уровень напряжения. Показания комплекса $U_{изм}$ занести в таблицу 8 для положения ключа «1».

8.3.6.6 Установить ключ в положение «2».

8.3.6.7 Подать с генератора системы сигнал с частотой 1000 Гц и значением напряжения $U_{уст}$ согласно таблицы 8. Не меняя частоту, изменять уровень напряжения. Показания комплекса $U_{изм}$ занести в таблицу 8 для положения ключа «2».

Относительную погрешность измерений напряжения переменного тока δ_u [дБ] рассчитать по формуле (6).

8.3.6.8 Результаты поверки считать положительными, если значения

относительной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 10^{-5} до 3 В находятся в пределах $\pm 0,5$ дБ.

Таблица 9

<i>Значение напряжения на выходе генератора системы, В</i>	<i>Уровень напряжения на выходе генератора системы, $U_{уст}$, дБ</i>	<i>Положение ключа</i>	<i>Показания комплекса $U_{изм}$, дБ</i>	<i>Относительная погрешность измерений напряжения δ_v, дБ</i>
$1,0 \cdot 10^{-5}$	20	«1»		
$1,0 \cdot 10^{-4}$	40	«1»		
$1,0 \cdot 10^{-3}$	60	«1»		
$1,0 \cdot 10^{-2}$	80	«2»		
0,1	100	«2»		
1	120	«2»		
3	129,54	«2»		

8.4 Проверка идентификационных признаков ПО

8.4.1 Осуществить проверку соответствия идентификационных данных программного обеспечения (ПО) на соответствие указанным в эксплуатационной документации:

наименование ПО;

идентификационное наименование ПО;

номер версии (идентификационный номер) ПО;

цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО (контрольная сумма исполняемого кода);

алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО.

уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений.

8.4.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют данным таблицы 9.

Таблица 9

Идентификационные данные (признаки)	Значение
идентификационное наименование ПО	«Sprut 7 (8) v77»
номер версии (идентификационный номер) ПО	1.2.0.1
цифровой идентификатор ПО	27BD13A9
другие идентификационные данные, если имеются	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО - CRC32

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки, поверяемый комплекс к дальнейшему применению не допускается. На комплекс выдается извещение о его непригодности к применению с указанием причин брака.

Старший научный сотрудник
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Ю.А. Кувыкин