

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФБУ

«ГНМЦ Минобороны России»

В.В. Швыдун

«___» _____ 2013 г.

Инструкция

**Комплексы программно-аппаратные
для проведения акустических и виброакустических измерений
«СПРУТ-СР»**

Методика поверки

**г. Мытищи
2013 г.**

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика распространяется на комплексы программно-аппаратные для проведения акустических и виброакустических измерений «СПРУТ-СР» (далее – комплексы) изготавливаемые закрытым акционерным обществом научно-производственный центр Фирма «НЕЛК» (ЗАО НПЦ Фирма «НЕЛК»), г Москва, 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 (после ремонта) | 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 измерений уровня звукового давления (ЗД) на частоте 1000 Гц | 8.3.1 | да | да |
| 3.2 Определение диапазона измерений ЗД и относительной 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 относительной погрешности измерений виброускорения | 8.3.4 | да | да |
| 3.5 Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений и относительной погрешности измерений напряжения переменного тока | 8.3.5 | да | да |
| 4 Проверка 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 – 8.3.6 | Система измерительная 3630/3629 (рег. № 35132-07), пределы допускаемой погрешности калибровки вибропреобразователей: в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц $\pm 0,6$ %; в диапазоне частот от 2000 до 5000 Гц $\pm 0,9$ %; в диапазоне частот от 5000 до 7000 Гц $\pm 1,1$ %; в диапазоне частот от 7000 до 8000 Гц $\pm 1,6$ % |
| 8.3.2, 8.3.5, 8.3.6 | <i>Вспомогательное оборудование</i> Эквивалент собственной ёмкости измерительного микрофона (ЭСЕ) (электрическая ёмкость (15 ± 3) пФ) Проходная ёмкость (ПК) Заглушка - 50 Ом |

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 РЭ).

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 РЭ ЛИБЮ.424311.004 РЭ.

8.2.2 Измерительный микрофон подключить к каналу № 4, а один из вибропреобразователей к каналу №1 комплекса.

8.2.3 Подготовить к работе систему измерительную 3630/3629 (далее - систему) в соответствии с РЭ.

8.2.4 Установить вибропреобразователь на вибростол системы таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности вибропреобразователя совпадало с направлением колебаний вибростола.

8.2.5 Включить и прогреть комплекс и систему.

8.2.6 Запустить программу «SprutALL2013».

8.2.7 Нажать кнопку «ПУСК» на виртуальной лицевой панели и в появившемся дополнительном окне определить каждому из каналов соответствующий датчик.

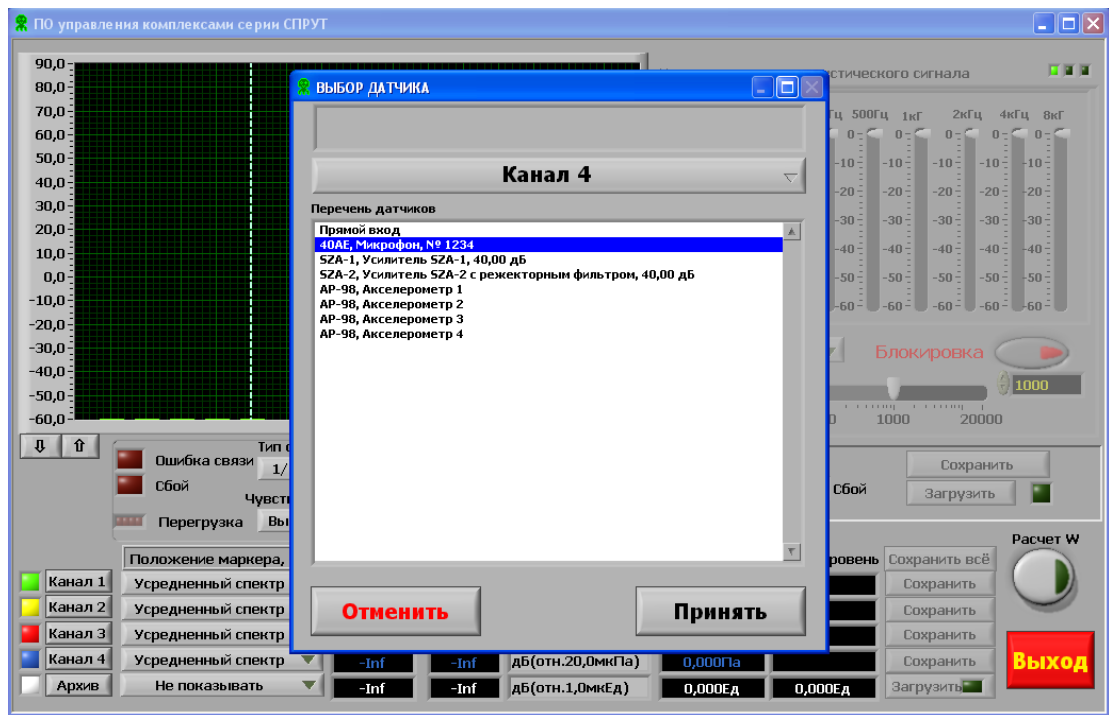


Рисунок 1 – Выбор датчика

8.2.8 Путем подачи на микрофон акустического сигнала, например голоса, убедиться, что комплекс реагирует на сигнал.

8.2.9 Подать напряжение от генератора через усилитель мощности на вибростол. Частота подаваемого напряжения не должна превышать 0,25 максимального значения рабочего диапазона частот поверяемого комплекса.

8.2.10 Плавно увеличить напряжение генератора, подаваемое через усилитель мощности на подвижную катушку вибростола до тех пор, пока сигнал на выходе вибропреобразователя, фиксируемый комплексом, не превысит уровень помех на 20 дБ (в 10 раз).

8.2.11 Результаты поверки считать положительными, если операции по п. 8.2.6 – 8.2.10 прошли успешно.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение относительной погрешности измерений уровня звукового давления на частоте 1000 Гц

8.3.1.1 Откалибровать канал звукового давления в соответствии с Приложением А ЛИБЮ.424311.004 РЭ с помощью калибратора акустического универсального 4226 из состава системы.

8.3.1.2 Подключить измерительный микрофон к каналу № 4.

8.3.1.3 Запустить программу «SprutALL2013».

8.3.1.4 Нажать кнопку «ПУСК» на виртуальной лицевой панели и в появившемся дополнительном окне определить каждому из каналов соответствующий датчик (каналу № 4 - микрофон).

8.3.1.5 Установить микрофон комплекса в гнездо камеры акустического калибратора 4226 из состава системы.

8.3.1.6 Установить на калибраторе режим «LIN», уровень звукового давления 94 дБ относительно 20 мкПа, частоту 1000 Гц.

8.3.1.7 Провести измерения уровня звукового давления в дБ относительно

20 мкПа с помощью комплекса не менее 3 раз, каждый раз заново переустанавливая микрофон в камере акустического калибратора. Рассчитать среднее арифметическое значение результатов наблюдений.

8.3.1.8 Рассчитать значение относительной погрешности измерений уровня звукового давления в дБ как разность между средним значением результатов наблюдений и 94 дБ относительно 20 мкПа.

8.3.1.9 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 2 (*ЭСЕ – эквивалент собственной емкости микрофона находится в комплекте кабелей и адаптеров «СПРУТ-КА»*).

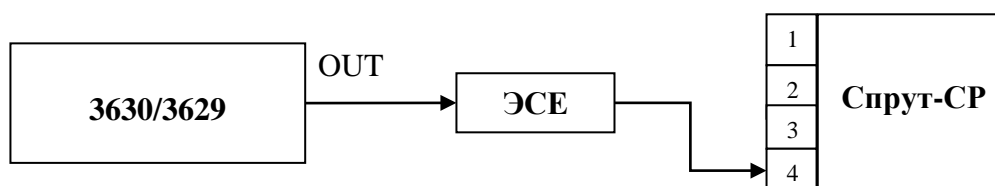


Рисунок 2 – Схема подключения

8.3.2.2 Переключатель «Чувствительность» на виртуальной лицевой панели программы «SprutALL2013» установить в положение «Низкая». Нажать кнопку «ПУСК» на виртуальной лицевой панели и в появившемся дополнительном окне определить каждому из каналов соответствующий датчик (каналу № 4 - микрофон).

8.3.2.3 Установить на выходе генератора системы на частоте 12,5 кГц значение выходного напряжения $U_{уст}$, соответствующее показаниям комплекса $L_{уст} = 140$ дБ относительно 20 мкПа. Не изменяя частоту, изменять значение напряжения согласно таблице 3, до величины, соответствующей показаниям комплекса $L_{уст} = 100$ дБ относительно 20 мкПа. Показания комплекса $L_{изм}$ (дБ) занести в таблицу 3.

8.3.2.4 Нажать кнопку «СТОП» на виртуальной лицевой. Переключатель «Чувствительность» на виртуальной лицевой панели программы «SprutALL2013» установить в положение «Высокая».

8.3.2.5 Нажать кнопку «ПУСК» на виртуальной лицевой панели и в появившемся дополнительном окне определить каждому из каналов соответствующий датчик (каналу № 4 - микрофон).

8.3.2.6 Установить на выходе генератора системы на частоте 12,5 кГц значение выходного напряжения $U_{уст}$, соответствующее показаниям комплекса $L_{уст} = 90$ дБ относительно 20 мкПа. Не изменяя частоту, изменять значение напряжения согласно таблице 3, до величины, соответствующей показаниям комплекса $L_{уст} = 24$ дБ относительно 20 мкПа. Показания комплекса $L_{изм}$ (дБ) занести в таблицу 3.

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

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

Таблица 3

| <i>Значения выходного напряжения генератора $U_{уст}$, В</i> | <i>Уровень ЗД, соответствующий установленному напряжению $U_{уст}$ генератора, $L_{уст}$, дБ отн. 20 мкПа</i> | <i>Показания комплекса $L_{изм}$, дБ отн. 20 мкПа</i> | <i>Относительная погрешность линейности уровня Δ, дБ</i> |
|---|---|--|--|
| U_o | 140 | | |
| $0,1 \cdot U_o$ | 120 | | |
| $3,16 \cdot 10^{-2} \cdot U_o$ | 110 | | |
| $1 \cdot 10^{-2} \cdot U_o$ | 100 | | |
| $3,16 \cdot 10^{-3} \cdot U_o$ | 90 | | |
| $1 \cdot 10^{-3} \cdot U_o$ | 80 | | |
| $3,16 \cdot 10^{-4} \cdot U_o$ | 70 | | |
| $1 \cdot 10^{-4} \cdot U_o$ | 60 | | |
| $3,16 \cdot 10^{-5} \cdot U_o$ | 50 | | |
| $1 \cdot 10^{-5} \cdot U_o$ | 40 | | |
| $3,16 \cdot 10^{-6} \cdot U_o$ | 30 | | |
| $1,58 \cdot 10^{-6} \cdot U_o$ | 24 | | |

8.3.2.8 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 Подключить измерительный микрофон к каналу № 4.

8.3.3.2 Заземлить корпус предварительного усилителя микрофона.

8.3.3.3 Закрепить микрофон (микрофонный капсюль с предварительным усилителем) в вертикальном положении. Осторожно снять защитную сетку микрофонного капсюля и установить на него электростатический актуатор из состава системы 3630/3629.

8.3.3.4 Нажать кнопку «ПУСК» на виртуальной лицевой панели и в появившемся дополнительном окне определить каждому из каналов соответствующий датчик (каналу № 4 - микрофон).

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

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

8.3.3.7 Относительную частотную характеристику ΔL_f в свободном акустическом поле определить по формуле (2):

$$\Delta L_f = L_f + Y_f - L_{1000}. \quad (2)$$

где Y_f – значение дифракционной поправки для капсюля микрофонного по давлению на установленной частоте (паспортные данные капсюля);

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

Дифракционные поправки Y_f приведены в паспорте на капсюль микрофонный, входящий в комплект поставки комплекса.

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

Таблица 4

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

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

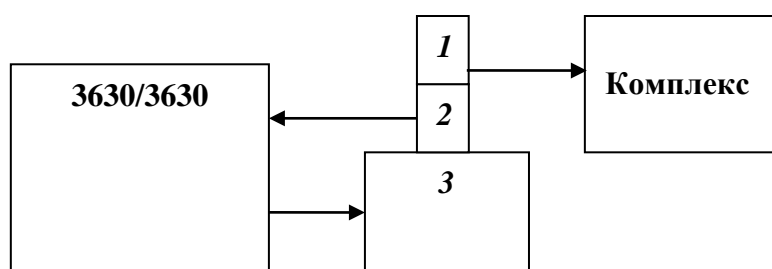
8.3.4 Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений и относительной погрешности измерений виброускорения

8.3.4.1 Подключить к каналу № 1 комплекса вибропреобразователь.

8.3.4.2 Откалибровать канал виброускорения в соответствии с Приложением А ЛИБЮ.424311.004 РЭ.

8.3.4.3 Переключатель «Чувствительность» на виртуальной лицевой панели программы «SprutALL2013» установить в положение «Низкая». В программном обеспечении комплекса при нажатии кнопки «ПУСК» в окне «Выбор датчика» указать соответствующий вибропреобразователь для канала № 1.

8.3.4.4 Собрать схему, приведенную на рисунке 3 (оси чувствительности вибропреобразователей должны совпадать с осью колебаний).



1 – вибропреобразователь из состава комплекса СПРУТ-СР;
2, 3 – эталонный вибропреобразователь и вибростенд из состава 3630/3629

Рисунок 3 - Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений и относительной погрешности измерений виброускорения

8.3.4.5 На вибростенде 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):

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

Таблица 5

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

8.3.4.6 На вибростенде воспроизвести виброускорение с СКЗ $S_o=140$ дБ и частотой f_i согласно таблицы 6. Не меняя значение виброускорения, изменять частоту, показания комплекса S_n занести в таблицу 5.

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 | | |

8.3.4.7 Повторить операции по п.п. 8.3.4.1 – 8.3.4.6 для остальных вибропреобразователей, подключая их к соответствующим разъемам.

8.3.4.8 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений виброускорения δ_a в поддиапазоне частот от 5 до 2000 Гц $\pm 0,5$ дБ, а в поддиапазоне частот от 2001 до 8000 Гц $\pm 0,9$ дБ.

8.3.5 Определение уровня шума, приведенного ко входу

8.3.5.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 4. Установить ключ в положение «1» (ПК – проходная емкость находится в комплекте кабелей и адаптеров «СПРУТ-КА»)

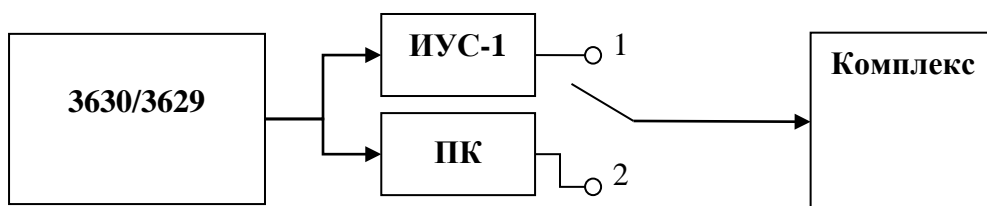


Рисунок 4 – Схема подключения

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

8.3.5.3 Нажать кнопку «ПУСК» на виртуальной лицевой панели и в появившемся дополнительном окне определить каждому из каналов соответствующий датчик (каналу № 4 – усилитель ИУС-1).

8.3.5.4 Дождаться установки режима и в окне программы зафиксировать уровень шума для проверяемого входа.

8.3.5.5 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения уровня шума не превышают 90 нВ. В противном случае комплекс дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется для проведения настройки или ремонта.

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 4.

8.3.6.2 Установить ключ в положение «1».

8.3.6.3 Нажать кнопку «ПУСК» на виртуальной лицевой панели и в появившемся дополнительном окне определить каждому из каналов соответствующий датчик (каналу № 4 – усилитель ИУС-1).

8.3.6.4 Подать сигнал генератора системы частотой 20 Гц и напряжением 1 мВ на вход. Не меняя уровень напряжения, изменять частоту согласно таблицы 7, показания комплекса $U_{изм}$ занести в таблицу 7.

Таблица 7

| <i>Частота сигнала генератора f_i, Гц</i> | <i>Показания комплекса $U_{изм}$, В</i> | <i>Относительная погрешность измерений напряжения δ_u, %</i> |
|--|--|--|
| 20 | | |
| 125 | | |
| 250 | | |
| 500 | | |
| 1000 | | |
| 2000 | | |
| 4000 | | |
| 8000 | | |
| 10000 | | |

Относительную погрешность измерений напряжения переменного тока δ_u [%] рассчитать по формуле (4):

$$\delta_u = \frac{U_{изм} - U_{зад}}{U_{зад}} \cdot 100. \quad (4)$$

8.3.6.5 Подать с генератора системы сигнал с частотой 1000 Гц и значением напряжения $U_{зад}$ 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 Нажать кнопку «ПУСК» на виртуальной лицевой панели и в появившемся дополнительном окне определить каждому из каналов соответствующий датчик (каналу № 4 – прямой вход).

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

Примечание: для значений напряжения $U_{зад}$ равных 1 В и более на виртуальной лицевой панели комплекса необходимо изменить чувствительность с высокой на низкую.

Относительную погрешность измерений напряжения переменного тока δ_u [%] рассчитать по формуле (4).

8.3.6.9 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 10^{-5} до 3 В находятся в пределах $\pm 5\%$ ($\pm 0,5$ дБ).

Таблица 8

| <i>Значение напряжения на выходе генератора системы $U_{\text{зад}}$, В</i> | <i>Положение ключа</i> | <i>Показания комплекса $U_{\text{изм}}$, В</i> | <i>Относительная погрешность измерений напряжения δ_u, %</i> |
|--|----------------------------|---|--|
| $1,0 \cdot 10^{-5}$ | «1» | | |
| $1,0 \cdot 10^{-4}$ | «1» | | |
| $1,0 \cdot 10^{-5}$ | «1» | | |
| $1,0 \cdot 10^{-4}$ | «1» | | |
| $1,0 \cdot 10^{-3}$ | «1» | | |
| $1,0 \cdot 10^{-2}$ | «2» | | |
| 0,1 | «2» | | |
| 1 | «2» | | |
| 2 | «2» | | |
| 3 | «2» | | |

8.4 Проверка программного обеспечения (ПО)

8.4.1 Осуществить проверку соответствия следующих 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 (уровни А, В или С).

8.4.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют данным таблицы 8.

Таблица 8

| Идентификационное наименование ПО | Номер версии (идентифи- кационный номер) ПО | Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) | Алгоритм вычисления идентификатора ПО |
|--------------------------------------|---|---|---|
| SprutALL2013.exe | 1.5.0.9 | E410F56E9FE8FE1 F192AE7E6D7EBE B4E | MD5 |

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 забракования.

Начальник отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

В.А. Кулак

Младший научный сотрудник
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Ю.А. Кувыкин