

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ  
ФБУ «ГНМЦ Минобороны  
России»



В.В. Швыдун  
2015 г.

## Инструкция

Система измерительная «ЭЛВИС-экспресс»

Методика поверки

АСК.100.14 ИСЗ

л.р. 61331-15

## 1 Вводная часть

1.1 Настоящая методика поверки (далее по тексту – методика) распространяется на систему измерительную «ЭЛВИС-экспресс» (далее - система) и устанавливает методы и средства её первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 2 года.

## 2 Операции поверки

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки системы	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик системы			
3.1 Определение диапазонов и приведенной (к диапазону измерений (ДИ)) погрешности измерений напряжения произвольной формы	7.3.1	Да	Да
3.2 Определение диапазонов и приведенной (к ДИ) погрешности измерений силы тока произвольной формы	7.3.2	Да	Да
3.3 Определение постоянной времени	7.3.3	Да	Да
3.4 Определение диапазонов и приведенной (к ДИ) погрешности измерений частоты периодически изменяющихся токов и напряжений	7.3.4	Да	Да
3.5 Определение верхнего предела измерений и абсолютной погрешности измерений количества импульсов	7.3.5	Да	Да
4 Обработка результатов измерений	8	Да	Да
5 Оформление результатов поверки	9	Да	Да

## 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенное в таблице 3.1.

Таблица 3.1

<i>Номер пункта методики поверки</i>	<i>Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования или метрологические и основные характеристики средства поверки</i>
<i>Основные средства поверки</i>	
п. 7.2, 7.3	<p>Калибратор универсальный Н4-6: диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 2 до 2 В, пределы допускаемой погрешности <math>\pm (0,005 \% \cdot U + 6 \text{ мкВ})</math>, где <math>U</math> – значение воспроизводимого напряжения, В; диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 20 до 20 В, пределы допускаемой погрешности <math>\pm (0,005 \% \cdot U + 100 \text{ мкВ})</math>; диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 1000 до 1000 В, пределы допускаемой погрешности <math>\pm (0,006 \% \cdot U + 12 \text{ мВ})</math>; диапазон воспроизведения силы постоянного тока от минус 20 до 20 мА, пределы допускаемой погрешности <math>\pm (0,01 \% \cdot I + 0,6 \text{ мкА})</math> где <math>I</math> – значение воспроизводимой силы тока, А; диапазон воспроизведения силы постоянного тока от минус 2 до 2 А, пределы допускаемой погрешности <math>\pm (0,015 \% \cdot I + 0,1 \text{ мА})</math>.</p> <p>Частотомер электронно-счетный ЧЗ-64: диапазон частот следования импульсных сигналов от 0 до 150 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности счета импульсов <math>\pm 1</math>.</p> <p>Генератор импульсов Г5-60: период повторения одинарных импульсов от 0,1 мкс до 10 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки периода повторения одинарных импульсов <math>\pm 1 \cdot 10^{-6} T</math>, где <math>T</math> – установленный период повторения, длительность фронта импульсов не более 10 нс</p>
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
п. 7.2, 7.3	Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90: диапазон измерений от 10 до 40 °С, цена деления 0,1 °С
п. 7.2, 7.3	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1: диапазон измерений от 60 до 120 кПа, цена деления 1 кПа
п. 7.2, 7.3	Психрометр аспирационный МВ-4-2М: диапазон измерений влажности от 10 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 2 \%$
<i>Вспомогательное оборудование</i>	
п. 7.2, 7.3	Кабель МКЭШ 3×0,5, снабженный с одной стороны разъемом 2МР14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы)
п. 7.3	Кабель двухжильный длиной 1 м с сечением жил не менее 0,5 мм <sup>2</sup> – 2 шт. (из состава ЗИП системы)
п. 7.3	Отрезки изолированного провода сечением не менее 0,5 мм <sup>2</sup> , длиной 40 мм с зачищенными концами с обеих сторон по 3...5 мм для параллельного соединения входов коннекторных блоков ТВ-4300В, 28 шт. (из состава ЗИП системы)

3.2 При проведении поверки должны использоваться средства измерений утвержденных типов.

3.3 Используемые при проведении поверки рабочие эталоны должны быть поверены в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94 и иметь действующие свидетельства о поверке (знак поверки).

3.4 Рабочие эталоны должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала проведения поверки.

Примечание - Допускается применение других средств поверки с классом точности не хуже применяемых и обеспечивающих необходимую точность измерений согласно с данной методикой поверки измерительных каналов (ИК) системы.

#### 4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд. 3), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.091-94 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Любые подключения приборов проводить только при отключенном напряжении питания системы.

#### 5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С..... от 10 до 30;
  - относительная влажность воздуха, %..... от 50 до 80;
  - атмосферное давление, кПа..... от 96 до 104;
- Напряжение питания однофазной сети переменного тока  
при частоте (50 ± 0,5) Гц, В..... от 200 до 230.

#### 6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки необходимо:

- ознакомиться с паспортом системы;
- подготовить систему к работе в соответствии с паспортом;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

#### 7 Проведение поверки

##### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие комплектности системы требованиям паспорта;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность системы.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если комплектность системы соответствует требованиям паспорта, и отсутствуют механические повреждения, влияющие на ее работоспособность.

##### 7.2 Опробование

7.2.1 Включить систему. Сконфигурировать все ИК для измерений силы тока произвольной формы в диапазоне от минус 500 до 500 мА (см. соответствующие пункты раздела 7.3). Переключатели фильтров на всех каналах всех устройств согласования внешних сигналов (УСВС) установить в положение «∞». Питание УСВС включать не требуется.

7.2.2 Подключить калибратор Н4-6 к произвольно выбранному каналу системы. Установить в калибраторе режим воспроизведения постоянного тока со значением 500 мА.

7.2.3 Измерить значение силы тока.

7.2.4 Результаты опробования считать положительными, если система отображает результаты измерений, и погрешность измерений не превышает паспортных значений.

7.2.5 Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора программного обеспечения (ПО))

7.2.5.1 Идентификацию ПО системы «ЭЛВИС-экспресс» осуществлять путем проверки идентификационных данных (признаков) программных компонентов ПО системы «ЭЛВИС-экспресс», отнесенных к метрологически значимым.

Проверка контрольной суммы для файлов Ffft.vi, Среднее.vi, Tconst.vi, Погрешность.vi, Rlist.txt.

а) Открыть с помощью программы TotalCommander папку D:\EMUtest\Элвис-экспресс\Поверка.

б) Запустить программу сравнения контрольных сумм двойным нажатием левой клавиши «мыши» по файлу Ffft.md5. Убедиться в целостности контрольной суммы по следующим сообщениям в открывшемся окне: ОК:Ffft.vi, Errors:0, ОК:1, not found:0, read error:0, wrong checksum:0.

в) Открыть файл Ffft.md5 с помощью программы «Блокнот». Сверить указанную в нем контрольную сумму с находящейся в Паспорте (раздел Особые отметки).

г) Повторить действия по подпунктам б) и в) для файлов Среднее.vi, Tconst.vi и Погрешность.vi, Rlist.txt.

7.2.5.2 Результаты проверки считать положительными, если при проверке контрольных сумм проверяемых файлов, выполняются условия подпунктов б) и в) п. 7.2.5.1.

### 7.3 Определение метрологических характеристик системы

*7.3.1 Определение диапазонов и приведенной (к ДИ) погрешности измерений напряжения произвольной формы*

7.3.1.1 Подготовить систему в соответствии с разделом 3 Паспорта системы. В коннекторах ТВ-4300В провести параллельное соединение контактов входов каналов с помощью отрезков изолированного провода сечением не менее  $0,5 \text{ мм}^2$ , длиной 40 мм с зачищенными концами с обеих сторон по 3...5 мм из состава ЗИП. Включить калибратор Н4-6.

7.3.1.2 Присоединить коннекторы ТВ-4300В к модулям NI PXIe-4300 с пятого по седьмой (каналы №№ 33 – 56). Включить систему.

7.3.1.3 Запустить программу Measurement & Automation Explorer системы. В дереве конфигурации выбрать MySystem>Devices and Interfaces>NI-DAQmx Devices>NI PXIe-1082 и раскрыть все «ветви» этого дерева. Убедиться, что видны все 7 модулей NI PXIe-4300 и все 3 коннектора ТВ-4300В. Выйти из программы. Запустить программу «Поверка ЭЛВИС-экспресс» (далее – Программа) следующим образом:

- двойным нажатием левой клавиши «мыши» по иконке «Поверка ЭЛВИС-экспресс» открыть окно проекта;

- в окне проекта открыть файл «Поверка-v4.vi»;

- запустить Программу нажатием значка « $\Rightarrow$ » в верхнем левом углу окна.

Дождаться прогрева аппаратуры – не менее 15 минут от момента включения.

7.3.1.4 Подключить калибратор Н4-6 к входам первого коннектора ТВ-4300В с помощью двухжильного кабеля длиной 1 м с сечением жил не менее  $0,5 \text{ мм}^2$  из состава ЗИП.

7.3.1.5 В программе «Поверка ЭЛВИС-экспресс» выбрать Каналы с 33 по 40 (весь пятый столбец), выбрать Вид измерений «U300», выбрать Ку «1», установить Частоту замеров – 20000 зам/с, выбрать Кадр «2048».

7.3.1.6 Выполнить компенсацию дрейфа нуля. С этой целью:

- закоротить выход калибратора или выставить на калибраторе нулевое значение;

- нажать кнопку «Нули» в Программе;

- через несколько секунд отжать кнопку «Нули»;

- при запросе сохранения выбрать «Нет»;

- снять закоротку с выхода калибратора.

7.3.1.7 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.1.8 Установить калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока. Значения напряжения устанавливать произвольно из следующего ряда: минус 300, минус 200, минус 100, минус 50, 0, 50, 100, 200 и 300 В, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца в таблице «Результаты». Отжать кнопку «Замеры». На запрос о сохранении результатов выбрать «Да».

7.3.1.9 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения напряжения калибратора и для каждого канала и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.1.10 Повторить действия по пп. 7.3.1.4 – 7.3.1.9 для каналов второго, и третьего модулей ТВ-4300В (каналы №№ 41 - 48, и 49 – 56 соответственно).

7.3.1.11 Результаты поверки при измерении напряжения в диапазоне от минус 300 до 300 В считать положительными, если значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений находится в допускаемых пределах  $\pm 0,1$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.3.1.12 Соединить каждый из семи модулей NI PXIe-4300 с УСВС соответствующего номера кабелем, оснащенным коннектором ТВ-4300 и 19-пиновым разъемом, входящим в комплект системы. Присоединить заземление к заземляющим клеммам шасси PXI и всех УСВС. Включить систему и калибратор Н4-6.

7.3.1.13 Запустить программу Measurement & Automation Explorer системы. В дереве конфигурации выбрать MySystem>Devices and Interfaces>NI-DAQmx Devices>NI PXIe-1082 и раскрыть все «ветви» этого дерева. Убедиться, что видны все 7 модулей NI PXIe-4300 и все 7 коннекторов ТВ-4300. Выйти из программы. Запустить программу «Поверка ЭЛВИС-экспресс». Дождаться прогрева аппаратуры – не менее 30 минут от момента включения.

7.3.1.14 Подключить калибратор Н4-6 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2MP14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы). Установить переключатель первого канала в положение «∞».

7.3.1.15 В программе «Поверка ЭЛВИС-экспресс» выбрать Канал 1 (верхний в первом столбце), выбрать Вид измерений «U10», выбрать Ку «1», установить Частоту замеров – 20000 зам/с, выбрать Кадр «2048». Переключатель в Программе установится на «∞» автоматически.

7.3.1.16 Выполнить компенсацию дрейфа нуля в соответствии с п. 7.3.1.6.

7.3.1.17 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.1.18 Установить калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока. Значения напряжения устанавливать произвольно из следующего ряда: минус 10, минус 7,5, минус 5, минус 2,5, 0, 2,5, 5, 7,5 и 10 В, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца в таблице «Результаты». Отжать кнопку «Замеры». На запрос о сохранении результатов выбрать «Да».

7.3.1.19 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения напряжения калибратора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.1.20 Повторить действия по пп. 7.3.1.14 – 7.3.1.19 для каналов 2 – 56.

7.3.1.21 Результаты поверки при измерении напряжения в диапазоне от минус 10 до 10 В считать положительными, если значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений находится в допускаемых пределах  $\pm 0,05$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.3.1.22 Подключить калибратор Н4-6 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2MP14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы). Установить переключатель первого канала в положение «1/2».

7.3.1.23 В программе «Поверка ЭЛВИС-экспресс» выбрать Канал 1 (верхний в первом столбце), выбрать Вид измерений «U20», выбрать Ку «1», установить Частоту замеров –

20000 зам/с, выбрать Кадр «2048». Переключатель в Программе установится на «1/2» автоматически. В окне «R=» отобразится предварительно измеренный коэффициент делителя напряжения для этого канала из файла rlist.txt, находящегося в одной папке с файлами Программы.

7.3.1.24 Выполнить компенсацию дрейфа нуля в соответствии с п. 7.3.1.6.

7.3.1.25 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.1.26 Установить калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока. Значения напряжения устанавливать произвольно из следующего ряда: минус 20 В, минус 15 В, минус 10 В, минус 5 В, 0 В, 5 В, 10 В, 15 В, 20 В, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца в таблице «Результаты». Отжать кнопку «Замеры». На запрос о сохранении результатов выбрать «Да».

7.3.1.27 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения напряжения калибратора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.1.28 Повторить действия по пп. 7.3.1.22 – 7.3.1.27 для каналов 2 – 56.

7.3.1.29 Результаты поверки при измерении напряжения в диапазоне от минус 20 до 20 В считать положительными, если значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений находится в допускаемых пределах  $\pm 0,1$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

*7.3.2 Определение диапазонов и приведенной (к ДИ) погрешности измерений силы тока произвольной формы*

7.3.2.1 Подключить калибратор Н4-6 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2MP14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы).

7.3.2.2 В программе «Поверка ЭЛВИС-экспресс» выбрать Канал 1, выбрать Вид измерений «I500-3,6», установить Частоту замеров – 20000 зам/с, выбрать Кадр «2048».

7.3.2.3 Установить переключатель первого канала в положение «3,6».

7.3.2.4 В Программе выбрать Ку «5». Переключатель в Программе установить на «3,6». В окне «R=» отобразится предварительно измеренное реальное значение сопротивления резистора для этого канала из файла rlist.txt.

7.3.2.5 Выполнить компенсацию дрейфа нуля в соответствии с п. 7.3.1.6.

7.3.2.6 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.2.7 Установить калибратор в режим воспроизведения постоянного тока. Значения тока устанавливать произвольно из следующего ряда: минус 500, минус 400, минус 200, минус 100, 0, 100, 200, 400 и 500 мА, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца в таблице «Результаты». Отжать кнопку «Замеры». На запрос о сохранении результатов выбрать «Да».

7.3.2.8 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения тока калибратора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, коэффициент усиления, значение сопротивления нагрузочного резистора, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.2.9 Повторить действия по пп. 7.3.2.1 – 7.3.2.8 для каналов 2 – 56.

Результаты поверки при измерении силы тока в диапазоне от минус 500 до 500 мА при нагрузочном сопротивлении 3,6 Ом считать положительными, если значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений находится в допускаемых пределах  $\pm 0,25$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.3.2.10 Подключить калибратор Н4-6 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2MP14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы).

7.3.2.11 В программе «Поверка ЭЛВИС-экспресс» выбрать Канал 1, выбрать Вид измерений «I500-10», установить Частоту замеров – 20000 зам/с, выбрать Кадр «2048».

7.3.2.12 Установить переключатель первого канала в положение «10».

7.3.2.13 В Программе выбрать Ку «2». Переключатель в Программе установить на «10». В окне «R=» отобразится предварительно измеренное реальное значение сопротивления резистора для этого канала из файла rlist.txt.

7.3.2.14 Выполнить компенсацию дрейфа нуля в соответствии с п. 7.3.1.6.

7.3.2.15 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.2.16 Установить калибратор в режим воспроизведения постоянного тока. Значения тока устанавливать произвольно из следующего ряда: минус 500, минус 400, минус 200, минус 100, 0, 100, 200, 400 и 500 мА, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца в таблице «Результаты». Отжать кнопку «Замеры». На запрос о сохранении результатов выбрать «Да».

7.3.2.17 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения тока калибратора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, коэффициент усиления, значение сопротивления нагрузочного резистора, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.2.18 Повторить действия по пп. 7.3.2.10 – 7.3.2.17 для каналов 2 – 56.

Результаты поверки при измерении силы тока в диапазоне от минус 500 до 500 мА при нагрузочном сопротивлении 10 Ом считать положительными, если значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений находится в допустимых пределах  $\pm 0,15$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.3.2.19 Подключить калибратор Н4-6 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2MP14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы).

7.3.2.20 В программе «Поверка ЭЛВИС-экспресс» выбрать Канал 1, выбрать Вид измерений «I200-20», установить Частоту замеров – 20000 зам/с, выбрать Кадр «2048».

7.3.2.21 Установить переключатель первого канала в положение «20».

7.3.2.22 В Программе выбрать Ку «2». Переключатель в Программе установить на «20». В окне «R=» отобразится предварительно измеренное реальное значение сопротивления резистора для этого канала из файла rlist.txt.

7.3.2.23 Выполнить компенсацию дрейфа нуля в соответствии с п. 7.3.1.6.

7.3.2.24 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.2.25 Установить калибратор в режим воспроизведения постоянного тока. Значения тока устанавливать произвольно из следующего ряда: минус 200, минус 150, минус 100, минус 50, 0, 50, 100, 150 и 200 мА, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца в таблице «Результаты». Отжать кнопку «Замеры». На запрос о сохранении результатов выбрать «Да».

7.3.2.26 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения тока калибратора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, коэффициент усиления, значение сопротивления нагрузочного резистора, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.2.27 Повторить действия по пп. 7.3.2.19 – 7.3.2.26 для каналов 2 – 56.

Результаты поверки при измерении силы тока в диапазоне от минус 200 до 200 мА при нагрузочном сопротивлении 20 Ом считать положительными, если значение приведенной (к



ДИ) погрешности измерений находится в допусках  $\pm 0,15\%$ . В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.3.2.28 Подключить калибратор Н4-6 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2МР14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы).

7.3.2.29 В программе «Поверка ЭЛВИС-экспресс» выбрать Канал 1, выбрать Вид измерений «I100-20», установить Частоту замеров – 20000 зам/с, выбрать Кадр «2048».

7.3.2.30 Установить переключатель первого канала в положение «20».

7.3.2.31 В Программе выбрать Ку «5». Переключатель в Программе установить на «20». В окне «R=» отобразится предварительно измеренное реальное значение сопротивления резистора для этого канала из файла rlist.txt.

7.3.2.32 Выполнить компенсацию дрейфа нуля в соответствии с п. 7.3.1.6.

7.3.2.33 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.2.34 Установить калибратор в режим воспроизведения постоянного тока. Значения тока устанавливать произвольно из следующего ряда: минус 100, минус 70, минус 50, минус 20, 0, 20, 50, 70 и 100 мА, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца в таблице «Результаты». Отжать кнопку «Замеры». На запрос о сохранении результатов выбрать «Да».

7.3.2.35 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения тока калибратора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, коэффициент усиления, значение сопротивления нагрузочного резистора, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.2.36 Повторить действия по пп. 7.3.2.28 – 7.3.2.35 для каналов 2 – 56.

Результаты поверки при измерении силы тока в диапазоне от минус 100 до 100 мА при нагрузочном сопротивлении 20 Ом считать положительными, если значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений находится в допусках  $\pm 0,15\%$ . В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.3.2.37 Подключить калибратор Н4-6 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2МР14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы).

7.3.2.38 В программе «Поверка ЭЛВИС-экспресс» выбрать Канал 1, выбрать Вид измерений «I100-50», установить Частоту замеров – 20000 зам/с, выбрать Кадр «2048».

7.3.2.39 Установить переключатель первого канала в положение «50».

7.3.2.40 В Программе выбрать Ку «2». Переключатель в Программе установить на «50». В окне «R=» отобразится предварительно измеренное реальное значение сопротивления резистора для этого канала из файла rlist.txt.

7.3.2.41 Выполнить компенсацию дрейфа нуля в соответствии с п. 7.3.1.6.

7.3.2.42 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.2.43 Установить калибратор в режим воспроизведения постоянного тока. Значения тока устанавливать произвольно из следующего ряда: минус 100, минус 70, минус 50, минус 20, 0, 20, 50, 70 и 100 мА, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца в таблице «Результаты». Отжать кнопку «Замеры». На запрос о сохранении результатов выбрать «Да».

7.3.2.44 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения тока калибратора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, коэффициент усиления, значение сопротивления нагрузочного резистора, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.2.45 Повторить действия по пп. 7.3.2.37 – 7.3.2.44 для каналов 2 – 56.

Результаты поверки при измерении силы тока в диапазоне от минус 100 до 100 мА при нагрузочном сопротивлении 50 Ом считать положительными, если значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений находится в допускаемых пределах  $\pm 0,15$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.3.2.46 Подключить калибратор Н4-6 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2MP14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы).

7.3.2.47 В программе «Поверка ЭЛВИС-экспресс» выбрать Канал 1, выбрать Вид измерений «I50», установить Частоту замеров – 20000 зам/с, выбрать Кадр «2048».

7.3.2.48 Установить переключатель первого канала в положение «200».

7.3.2.49 В Программе выбрать Ку «1». Переключатель в Программе установить на «200». В окне «R=» отобразится предварительно измеренное реальное значение сопротивления резистора для этого канала из файла rlist.txt.

7.3.2.50 Выполнить компенсацию дрейфа нуля в соответствии с п. 7.3.1.6.

7.3.2.51 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.2.52 Установить калибратор в режим воспроизведения постоянного тока. Значения тока устанавливать произвольно из следующего ряда: минус 50, минус 40, минус 30, минус 20, минус 10, 0, 10, 20, 30, 40 и 50 мА, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца в таблице «Результаты». Отжать кнопку «Замеры». На запрос о сохранении результатов выбрать «Да».

7.3.2.53 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения тока калибратора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, коэффициент усиления, значение сопротивления нагрузочного резистора, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.2.54 Повторить действия по пп. 7.3.2.46 – 7.3.2.53 для каналов 2 – 56.

Результаты поверки при измерении силы тока в диапазоне от минус 50 до 50 мА считать положительными, если значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений находится в допускаемых пределах  $\pm 0,25$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 7.3.3 *Определение постоянной времени*

7.3.3.1 Включить систему и генератор Г5-60.

7.3.3.2 Запустить программу Measurement & Automation Explorer системы. В дереве конфигурации выбрать MySystem>Devices and Interfaces>NI-DAQmx Devices>NI PXIe-1082 и раскрыть все «ветви» этого дерева. Убедиться, что видны все 7 модулей NI PXIe-4300 и все 7 коннекторов ТВ-4300. Выйти из программы. Запустить программу «Поверка ЭЛВИС-экспресс». Дождаться прогрева аппаратуры – не менее 15 минут от момента включения.

7.3.3.3 Подключить генератор Г5-60 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2MP14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы). Установить переключатель в положение «50».

7.3.3.4 В Программе выбрать Канал 1, Вид измерения «Tconst».

В окне «Частота зам/с» установить 250000. Выбрать Фильтр «100k» (частота среза фильтра 100 кГц).

7.3.3.5 Установить генератор в режим воспроизведения импульсов прямоугольной формы с периодом следования 200 мкс, амплитудой 5 В, длительностью 100 мкс.

7.3.3.6 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.3.7 Программа автоматически в реальном времени определяет моменты времени  $t_1$  и  $t_2$ , соответствующие значениям напряжения  $0,1U$  и  $0,9U$  для первого положительного

фронта импульса в каждом кадре замера, где  $U$  - измеренная амплитуда сигнала. Отображаемая в окне Программы постоянная времени  $T$  определяется по формуле

$$T = \frac{(t_2 - t_1)}{(\ln 0.9 - \ln 0.1)} = \frac{(t_2 - t_1)}{\ln 9} = \frac{(t_2 - t_1)}{2.197}.$$

Наблюдать значение  $T$  в режиме измерений не менее 10 с. Внести максимальное значение  $T$  в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.3.8 Отжать кнопку «Замеры». На диаграмме отобразится фрагмент осциллограммы длиной 50 мкс. При необходимости возможно продвинуть осциллограмму с помощью прокрутки с целью поиска положительного фронта импульса. Для этого необходимо предварительно остановить Программу нажатием кнопки «Выход».

7.3.3.9 Повторить действия по пп. 7.3.3.4 – 7.3.3.8 для Фильтра «10к» (частота среза фильтра 10 кГц).

7.3.3.10 Повторить действия по пп. 7.3.3.3 – 7.3.3.9 для каналов №№ 2 - 56.

7.3.3.10 Результаты поверки при определении постоянной времени считать положительными, если ее максимальное значение не превысило 25 мкс для частоты среза фильтра 10 кГц и 5 мкс для частоты среза фильтра 100 кГц. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

#### *7.3.4 Определение диапазонов и приведенной (к ДИ) погрешности измерений частоты периодически изменяющихся токов и напряжений*

7.3.4.1 Включить систему и генератор Г5-60.

7.3.4.2 Запустить программу Measurement & Automation Explorer системы. В дереве конфигурации выбрать MySystem>Devices and Interfaces>NI-DAQmx Devices>NI PXIe-1082 и раскрыть все «ветви» этого дерева. Убедиться, что видны все 7 модулей NI PXIe-4300 и все 7 коннекторов ТВ-4300. Выйти из программы. Запустить программу «Поверка ЭЛВИС-экспресс». Дождаться прогрева аппаратуры – не менее 15 минут от момента включения.

7.3.4.3 Подключить генератор Г5-60 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2MP14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы). Установить переключатель в положение «50».

7.3.4.4 В Программе выбрать Канал 1, Вид измерения «f».

В окне «Частота зам/с» установить 20000. Выбрать Фильтр «10к» (частота среза фильтра 10 кГц).

7.3.4.5 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.4.6 Установить генератор в режим воспроизведения импульсов прямоугольной формы с амплитудой 4 В, длительностью 1000 мкс для частоты 10 Гц и 100 мкс для остальных частот. Значения частоты следования импульсов устанавливать из следующего ряда: 10, 1000, 2500, 4000 и 5000 Гц, что соответствует установленным значениям периода  $T$ , мкс ряда 100000, 1000, 400, 250, 200, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца таблицы результатов. Отжать кнопку «Замеры».

7.3.4.7 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения частоты генератора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.4.8 Повторить действия по пп. 7.3.4.3 – 7.3.4.7 для каналов №№ 9, 17, 25, 33, 41 и 49.

7.3.4.9 В Программе выбрать Канал 2, Вид измерения «f».

В окне «Частота зам/с» установить 200000. Выбрать Фильтр «100к» (частота среза фильтра 100 кГц).

7.3.4.10 Нажать кнопку «Замеры».

7.3.4.11 Установить генератор в режим воспроизведения импульсов прямоугольной формы с амплитудой 4 В, длительностью 1000 мкс для частоты 10 Гц и 100 мкс для остальных

частот. Значения частоты следования импульсов устанавливать из следующего ряда: 10, 8000, 16000, 25000 и 35000 Гц, что соответствует установленным значениям периода Т, мкс ряда 100000, 125, 62,5, 40, 32, поддерживая каждое установленное значение до заполнения соответствующего столбца таблицы результатов. Отжать кнопку «Замеры».

7.3.4.12 Программа автоматически выбирает по 10 смежных значений для каждого установленного значения частоты генератора и сохраняет их в файл, имя которого включает вид измерений, номер канала, дату и время. Приведенная погрешность определяется автоматически в соответствии с Приложением Б и отображается на экране. Внести значение погрешности в рабочий протокол (Приложение А).

7.3.4.13 Повторить действия по пп. 7.3.4.9 – 7.3.4.12 для каналов №№ 10, 18, 26, 34, 42 и 50.

7.3.4.14 Результаты поверки при измерении частоты периодически изменяющихся токов и напряжений считать положительными, если значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений находится в допусках  $\pm 0,05$  %. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### *7.3.5 Определение верхнего предела измерений и абсолютной погрешности измерений количества импульсов*

7.3.5.1 Соединить выход генератора со входом «А» частотомера.

7.3.5.2 Запустить программу Measurement & Automation Explorer системы. В дереве конфигурации выбрать MySystem>Devices and Interfaces>NI-DAQmx Devices>NI PXIe-1082 и раскрыть все «ветви» этого дерева. Убедиться, что видны все 7 модулей NI PXIe-4300 и все 7 коннекторов ТВ-4300. Выйти из программы. Запустить программу «Поверка ЭЛВИС-экспресс».

7.3.5.3 Подключить генератор Г5-60 к входу первого канала системы с помощью кабеля МКЭШ 3×0,5, оборудованного с одной стороны разъемом 2MP14КПН4Ш1В1 (из состава ЗИП системы). Установить переключатель в положение «50». Включить систему, частотомер ЧЗ-54 и генератор Г5-60. Дождаться прогрева аппаратуры – не менее 15 минут от момента включения.

7.3.5.4 В Программе выбрать Канал 1, Вид измерения «п», Ку «1».

В окне «Частота зам/с» установить 20000. В окне «Длина кадра, зам» установить «4096».

7.3.5.5 Установить генератор в режим воспроизведения импульсов прямоугольной формы положительной полярности с амплитудой 7 В, длительностью импульса 100 мкс, периодом 200 мкс, «внутренний запуск». Установить в частотомере род работы «суммирование А», диапазон входных напряжений 10 В (кнопка нажата), ограничение частоты 5 МГц (кнопка нажата), все остальные кнопки отжаты. Ручкой «уровень» частотомера добиться устойчивого счета. Контроль устойчивости счета осуществляется в режиме измерений частоты по каналу А (должно отображаться значение 5000 Гц).

7.3.5.6 Перевести генератор в режим «разовый механический пуск». Нажать кнопку сброс на частотомере. Нажать кнопку «Замеры» в Программе. Перевести генератор в режим «внутренний запуск».

7.3.5.7 По достижении значения 25000000 на экране Программы в окне «Число импульсов» перевести генератор в режим «разовый механический пуск». Рассчитать абсолютную погрешность измерений количества импульсов  $\Delta$  по формуле:

$$\Delta = |N_{\text{ч}} - N_{\text{с}}|,$$

где  $N_{\text{ч}}$  – показания частотомера;

$N_{\text{с}}$  – показания системы.

Примечание - При наличии в используемом генераторе функции выдачи заданного числа импульсов установить число импульсов 25000000. Использование частотомера в этом случае не требуется.

Занести значение погрешности в обобщенный протокол (Приложение В).

7.3.5.8 Результаты определения абсолютной погрешности измерений количества импульсов считать положительными, если ее значение не превысило 3.

7.3.5.8 Результаты определения абсолютной погрешности измерений количества импульсов считать положительными, если ее значение не превысило 3.

## 8 Обработка результатов измерений

Максимальные значения погрешностей по каждому виду измерений занести в обобщенный протокол (Приложение В).

## 9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки считаются положительными, если все ИК, входящие в состав системы, имеют погрешность не превышающую допускаемую. В этом случае на систему оформляется свидетельство о поверке.

9.2 При отрицательных результатах поверки одного или нескольких ИК системы принимаются меры по устранению выявленных недостатков, после чего проводится внеочередная поверка этих ИК. При отрицательных результатах внеочередной поверки система к применению не допускается, на нее выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Научный сотрудник  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

  


В.А. Кулак

С.Н. Чурилов









№ канала	Слот PХle	№ канала модуля NI Рхе-4300	Зав. № УСВС	№ канала УСВС	Напряжение				Сила тока				Частота		Постоянная времени		
					от минус 300 до 300 В	от минус 10 до 10 В	от минус 20 до 20 В	от минус 500 до 500 мА	от минус 200 до 200 мА	от минус 100 до 100 мА	от минус 50 до 50 мА	от 10 до 5000 Гц	от 10 до 35000 Гц	не более 5 мкс	не более 25 мкс		
					Пределы допускаемой приведенной погрешности, %												
					0.1	0.05	0.1	0.25	0.15				0.05				
Диапазон измерений					1	1	1	5	2	2	2	5	2	1	1	1	1
Нормирующий показатель					нет	нет	делитель 2кОм/1кОм	3.6	10	20	20	20	50	200	50	50	50
Коэффициент усиления					1	1	1	5	2	2	2	5	2	1	1	1	1
Номинал нагрузочного резистора, Ом					нет	нет	делитель 2кОм/1кОм	3.6	10	20	20	20	50	200	50	50	50
Частота среза фильтра, кГц					10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	10
49					0												
50					1												
51					2												
52					3												
53					4												
54					5												
55					6												
56					7												

Измерения провели:

Приложение Б  
(рекомендуемое)

**Алгоритм обработки наблюдений**  
(по ГОСТ 8.009-84 ГСИ, ПЕРЕИЗДАНИЕ. Октябрь 2003 г  
и ГОСТ 8.207-76 ГМИ)

1 Определение систематической составляющей погрешности.

Для каждого значения  $X_{pэj}$  провести расчет значений систематической погрешности в поверяемой точке  $j$  по формуле:

$$\Delta_{\text{сист}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - X_{pэj}),$$

где  $x_i$  - показания на устройстве отображения системы при установленном значении рабочего эталона  $X_{pэj}$  ( $i: 1 \dots n=10; j: 1 \dots 9$ ).

2. Определение случайной составляющей погрешности.

Для каждого значения  $X_{pэj}$  провести расчет значений среднего квадратического отклонения  $S_j(A)$ , исправленного с учетом количества наблюдений в поверяемой точке  $j$ , по формуле

$$S_j(A) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{A})^2}{n-1}}$$

где  $x_i$  -  $i$ -й результат наблюдения;

$\tilde{A}$  - результат измерения (среднее арифметическое результатов наблюдений), вычисляемое по формуле

$$\tilde{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i;$$

$n$  - число результатов наблюдений;

$S(A)$  - оценка среднего квадратического отклонения результата измерения.

Доверительные границы  $\varepsilon$  (без учета знака) случайной погрешности результата измерения находят по формуле

$$\varepsilon_j = t \cdot S_j(A)$$

где  $t$  - коэффициент Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности  $P$  и числа результатов наблюдений  $n$ . При  $P=0.997$  и  $n=10$   $t=4,096$ .

3. Определение основной приведенной погрешности

3.1. В случае, если  $\frac{\Delta_{\text{сист}}}{S_j(A)} < 0,8$ , то неисключенными систематическими по-

грешностями по сравнению со случайными пренебрегают и принимают, что граница погрешности результата  $\Delta_{oj} = \varepsilon_j$ .

3.2. Если  $\frac{\Delta_{\text{сист}}}{S_j(A)} > 8$ , то случайной погрешностью по сравнению с систематическими пренебрегают и принимают, что граница погрешности результата

$$\Delta_{oj} = \Delta_j.$$

3.3. В случае, если неравенства не выполняются, границу погрешности результата измерения находят путем построения композиции распределений случайных и неисключенных систематических погрешностей, рассматриваемых как случайные величины. В этом случае границы погрешности результата измерения  $\Delta$  (без учета знака) вычисляются по формуле

$$\Delta_{oj} = K_j S_{j\Sigma}$$

где:  $K_j$  - коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей;

$S_{j\Sigma}$  - оценка суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения.

Оценку суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения вычисляют по формуле

$$S_{j\Sigma} = \sqrt{\frac{\Delta_{j\text{сист}}}{3} + S_j^2(A)}.$$

Коэффициент  $K$  вычисляют по эмпирической формуле

$$K = \frac{\varepsilon_j + \Delta_{j\text{сист}}}{S_j^2(A) + \sqrt{\frac{\Delta_{j\text{сист}}}{3}}}.$$

4. Для каждого значения  $X_{рэj}$  провести расчет значения основной относительной погрешности  $\delta_j$  в поверяемой точке  $j$  по формуле

$$\delta_j = \frac{\Delta_{oj}}{X_{рэj}} \cdot 100, \%$$

5. Для каждого значения  $X_{рэj}$  провести расчет значения основной приведенной погрешности  $\gamma_j$  в поверяемой точке  $j$  по формуле

$$\gamma_j = \frac{\Delta_{oj}}{\text{ВПИ} - \text{НПИ}} \cdot 100\%.$$

где ВПИ - верхний предел измерений;  
НПИ - нижний предел измерений.

6. Поверяемый ИК бракуется, если хотя бы в одной поверяемой точке  $j$  приведенная погрешность  $\gamma_j$  превышает допускаемое значение.

**Приложение В  
(рекомендуемое)**

**ПРОТОКОЛ**

**поверки системы измерительной «ЭЛВИС-экспресс» зав. №.....**

1 Вид поверки .....

2 Дата поверки .....

4 Средства поверки

4.1 Рабочие эталоны

Наименование	Пределы измерений,		Погрешность, %
	нижний	верхний	

4.2 Вспомогательные средства: в соответствии с методикой поверки систем измерительных «ЭЛВИС».

5 Условия поверки

5.1 Температура окружающего воздуха, °С	
5.2 Относительная влажность воздуха, %	
5.3 Атмосферное давление, мм рт. ст.	

6 Результаты экспериментальных исследований

6.1 Внешний осмотр: .....

.....

6.2 Результаты опробования: .....

.....

6.3 Результаты метрологических исследований

6.3.1 Определение погрешностей измерений

Вид измерения	Количество каналов	Пределы допускаемой погрешности	Значение погрешности для наихудшего канала	Результат поверки

## 6.3.2 Определение динамических характеристик системы

Динамическая характеристика	Допускаемое значение	Значение для наихудшего канала	Результат поверки
Постоянная времени при измерении силы тока и напряжения произвольной формы			

Результаты метрологических исследований и рабочие материалы, содержащие данные по погрешности ИК, приведены в Приложении А к настоящему протоколу.

Расчеты погрешностей ИК производятся в соответствии с методикой поверки (приложения Б).

## 7 Вывод

Погрешности системы измерительной «ЭЛВИС-экспресс» зав. №...

.....

Дата очередной поверки .....

Поверитель \_\_\_\_\_

(подпись, дата)

(ф.и.о.)