

СОГЛАСОВАНО

**Генеральный директор
ООО «Л Кард»**



П.В. Белоцерковская

«14» августа 2025 г.

**«ГСИ. Преобразователи напряжения измерительные L-CARD.
Методика поверки»**

МП-ДЛИЖ.411618.0080

**г. Москва
2025 г.**

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
7 Внешний осмотр средства измерений.....	6
8 Подготовка к поверке	6
9 Поверка преобразователя модификации E14-140	7
10 Поверка преобразователя модификации E14-440	11
11 Поверка преобразователя модификации E20-10	16
12 Поверка преобразователя модификации E-502	20
13 Поверка преобразователя модификации L-502	26
14 Оформление результатов поверки	32

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи напряжения измерительные L-CARD (далее – преобразователи) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость преобразователей к государственным первичным эталонам единиц величин:

– к ГЭТ 13-2023 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 № 1520,

– к ГЭТ 89-2008 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 года № 1706,

– к ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360.

1.3 Допускается проведение первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов и (или) меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе диапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка преобразователей должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки. Интервал между поверками – 1 год.

1.5 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – метод прямых измерений и метод непосредственного сличения.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Модификация преобразователя	Номер пункта, подпункта методики поверки	Необходимость выполнения	
			при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	Все	7	Да	Да
Опробование средства измерений	E14-140	9.1	Да	Да
	E14-440	10.1		
	E20-10	11.1		
	E-502	12.1		
	L-502	13.1		
Проверка программного обеспечения	E14-140	9.2	Да	Да
	E14-440	10.2		
	E20-10	11.2		
	E-502	12.2		
	L-502	13.2		
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	E14-140	9.3	Да	Да
	E14-440	10.3		
	E20-10	11.3		
	E-502	12.3		
	L-502	13.3		

- 2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.
- 2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки преобразователь бракуют и его поверку прекращают.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

4.2 К проведению поверки допускают лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые преобразователи и средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведенные в таблице 2.

5.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Разделы 9 – 13 Опробование средства измерений Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 27.07.2023 г. № 1520, воспроизведение напряжения постоянного тока в диапазоне от -10 до 10 В Эталон единицы переменного электрического напряжения 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706, воспроизведение напряжения переменного тока в диапазоне от 10^{-4} до 7 В в диапазоне частот от 0,02 до 199 кГц	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег. номер ФИФ ОЕИ 70345-18

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Разделы 9 – 13 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 27.07.2023 г. № 1520, измерение постоянного тока в диапазоне от -5 до 5 В Эталон единицы переменного электрического напряжения 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706, измерение переменного тока в диапазоне от 10^{-4} до 7 В в диапазоне частот от 0,01 до 4900 кГц	Мультиметр 3458А, рег. номер ФИФ ОЕИ 77012-19
Разделы 9 – 13 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталон единицы частоты 4 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360, измерение частоты в диапазоне от 0,01 до 10 МГц	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-88, рег. номер ФИФ ОЕИ 91209-24
Разделы 11 – 13 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Воспроизведение напряжения переменного тока в диапазоне от 10^{-4} до 7 В в диапазоне частот от 0,01 до 4900 кГц	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3407/1А, рег. номер ФИФ ОЕИ 53449-13
Раздел 3 Определение условий проведения поверки	Измерение температуры окружающей среды в диапазоне от +15 до +25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 1 °С. Измерение относительной влажности в диапазоне от 30 до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %. Измерение атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа.	Термогигрометр ИВА-6-Н-Д, рег. номер ФИФ ОЕИ 82393-21

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Разделы 9 – 13 Опробование средства измерений Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Наличие интерфейса USB, операционная система семейства Windows	Персональный компьютер

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого преобразователя необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью кабеля или адаптера и сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;
- заземление средств поверки должно производиться посредством заземляющего провода или сетевого адаптера, предназначенного для данного оборудования;
- присоединения поверяемого преобразователя и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с оборудованием при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с поверяемым преобразователем в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с поверяемым преобразователем в случае обнаружения его повреждения.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра преобразователей проверяют:

- соответствие внешнего вида преобразователя приведенному в описании типа;
- чистоту и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений и ослабления крепления элементов конструкции (повреждение корпуса, разъемов);
- наличие этикетки-пломбы «не вскрывать» на боковой поверхности корпуса преобразователя.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются все вышеуказанные требования.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационные документы на поверяемые преобразователи, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки;
- выдержать преобразователи в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 1 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.

3.1;

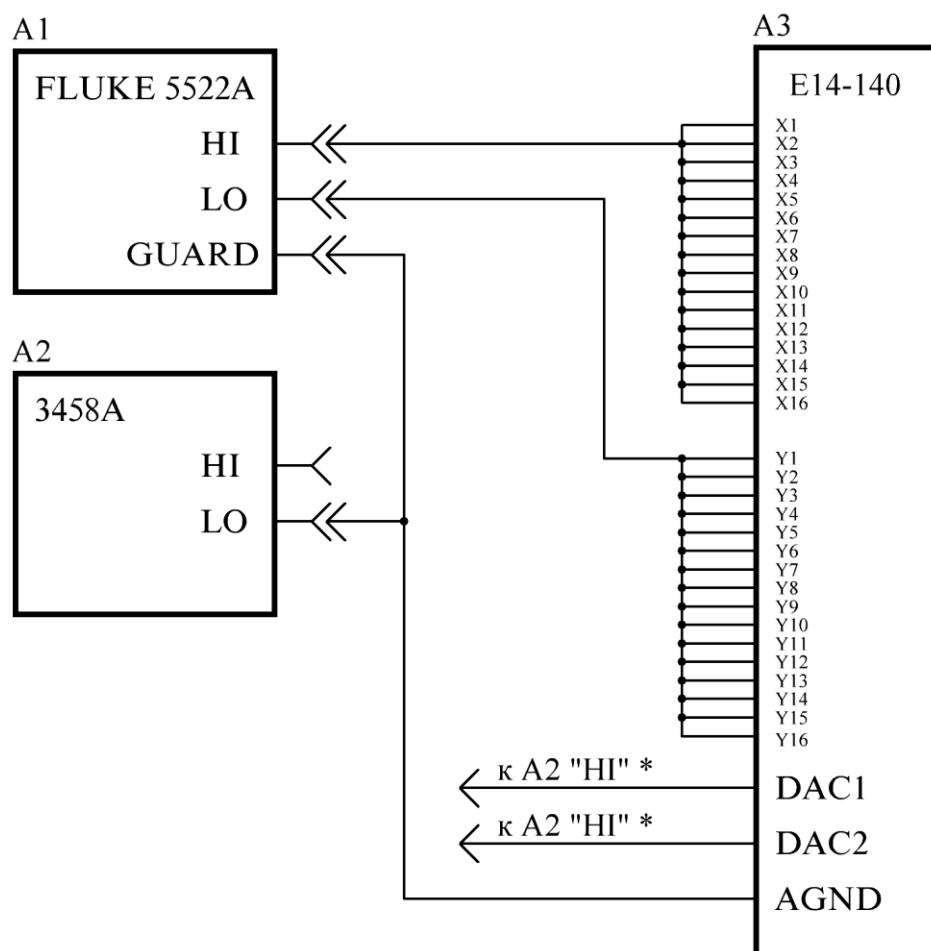
- подготовить к работе средства поверки и выдержать во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации;
- установить необходимое программное обеспечение (далее – ПО) на компьютер.

9 ПОВЕРКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МОДИФИКАЦИИ E14-140

9.1 Опробование средства измерений

9.1.1 Опробование проводят в следующей последовательности:

- 1) разместить E14-140 и калибратор многофункциональный Fluke 5522A (далее – калибратор Fluke 5522A) на удобном для проведения работ месте;
- 2) подключить E14-140 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 3) собрать схему в соответствии с рисунком 1;



A1 – калибратор Fluke 5522A;

A2 – мультиметр 3458A;

A3 – преобразователь E14-140.

* подключение цепей DAC1 и DAC2 согласно п. 9.3.4

Рисунок 1

- 4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 5) запустить программу «E14_Metr» (далее – программа), после чего индикатор в окне программы (рядом с кнопкой «Обнаружить») должен приобрести зеленый цвет и должен быть определен заводской номер преобразователя;

6) установить режим работы «Дифференциальное» для подключения измерительных входов преобразователя по дифференциальной схеме с помощью соответствующего переключателя в окне программы;

7) включить опрос 16 измерительных каналов, установив «галочку» в поле «Все каналы» программы;

8) установить режим измерений напряжения постоянного тока «DC», используя соответствующий переключатель в окне программы;

9) установить частоту преобразований АЦП равной 20 кГц в соответствующем поле программы;

10) подать на вход преобразователя с калибратора Fluke 5522A конечные значения напряжения постоянного тока для каждого предела измерений, поочередно устанавливая пределы измерений 10; 2,5; 0,6; 0,15 В, используя соответствующий переключатель в окне программы, и зафиксировать показания в окне «DC» программы для каждого из 16 измерительных каналов.

Результат опробования считают положительным, если показания в окне «DC» каждого из 16 измерительных каналов программы соответствуют значениям напряжения, устанавливаемым на выходе калибратора Fluke 5522A. При несоответствии показаний программы значениям напряжения, устанавливаемым на выходе калибратора Fluke 5522A, проверка прекращается и преобразователь бракуется.

9.2 Проверка программного обеспечения

9.2.1 Проверку программного обеспечения проводят в следующей последовательности:

- поочередно запустить программы «E14_Metr» и «E14_Clock»;
- зафиксировать версии встроенного ПО (микропрограмма) и внешнего ПО, указанные в строке заголовка окна программы.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительными, если версии встроенного и внешнего программного обеспечения соответствуют требованиям, приведенным в описании типа.

9.3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.3.1 Определение приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока осуществляют с использованием калибратора Fluke 5522A в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 9) по п. 9.1.1;
- 2) подать на вход E14-140 с калибратора Fluke 5522A значения напряжения постоянного тока согласно таблице 3, поочередно устанавливая пределы измерений 10; 2,5; 0,6; 0,15 В, используя соответствующий переключатель в окне программы, и зафиксировать показания в окне «DC» программы для каждого из 16 измерительных каналов;

Таблица 3 – Значения напряжения постоянного тока для преобразователей модификации E14-140

Предел измерений, В	Устанавливаемые значения напряжения постоянного тока на выходе калибратора Fluke 5522A, мВ
10	9900; 2000; 400; 80; 20; –20; –80; –400; –2000; –9900
2,5	2500; 500; 100; 20; 5; –5; –20; –100; –500; –2500
0,6	600; 200; 50; 10; 2; –2; –10; –50; –200; –600
0,15	150; 80; 20; 5; 1; –1; –5; –20; –80; –150

3) рассчитать для каждого установленного согласно таблице 3 значения напряжения и каждого измерительного канала преобразователя приведенную (к верхнему значению предела измерений) основную погрешность измерений напряжения постоянного тока γ_0 в процентах по формуле:

$$\gamma_0 = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{э}}}{U_{\text{к}}} \cdot 100 \quad (1)$$

где $U_{\text{изм}}$ – показание преобразователя, мВ;

$U_{\text{э}}$ – показание калибратора Fluke 5522A, мВ;

$U_{\text{к}}$ – значение установленного предела измерений, мВ.

Результат определения приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

9.3.2 Определение приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения переменного тока проводят с использованием калибратора Fluke 5522A в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 6) по п.9.1.1;
- 2) включить опрос одного измерительного канала, установив «галочку» в поле «Канал 1» программы;
- 3) установить режим измерений напряжения переменного тока «АС», используя соответствующий переключатель в окне программы;
- 4) установить поочередно в окне программы пределы измерений 10; 2,5; 0,6; 0,15 В, частоту преобразований АЦП в соответствии с таблицей 5 и подать на вход преобразователя с калибратора Fluke 5522A значения напряжения переменного тока согласно таблице 4 с частотой согласно таблице 5; зафиксировать соответствующие показания в окне «АС» программы для опрашиваемого измерительного канала;

Таблица 4 – Значения напряжения переменного тока для преобразователей модификации E14-140

Предел измерений, В	Значения напряжения переменного тока на выходе калибратора Fluke 5522A, мВ
10	350; 1400; 2800; 4900; 6700
2,5	85; 350; 700; 1200; 1600
0,6	20; 85; 170; 290; 400
0,15	1; 5; 22; 45; 70; 100

Таблица 5 – Частота переменного тока для преобразователей модификации E14-140 в одноканальном режиме работы

Режим работы E14-140	Частота преобразований АЦП, кГц	Частота входного сигнала (частота напряжения переменного тока на выходе калибратора Fluke 5522A), кГц
Одноканальный	20	0,1; 9
	100	1; 49
	200	1; 99

- 5) включить опрос 16 измерительных каналов, установив «галочку» в поле «Все каналы» программы;

6) для каждого из 16 измерительных каналов установить поочередно в окне программы пределы измерений 10; 2,5; 0,6; 0,15 В, частоту преобразований АЦП в соответствии с таблицей 6 и подать на вход преобразователя с калибратора Fluke 5522A значения напряжения переменного тока согласно таблице 4 с частотой согласно таблице 6; зафиксировать соответствующие показания в окне «АС» программы;

Таблица 6 – Частота переменного тока для преобразователей модификации E14-140 в многоканальном режиме работы

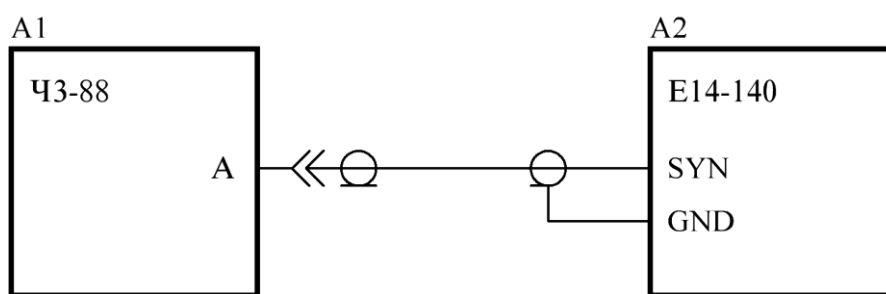
Режим работы E14-140	Частота преобразований АЦП, кГц	Частота входного сигнала (частота напряжения переменного тока на выходе калибратора Fluke 5522A), кГц
Многоканальный	20	0,02; 0,5
	100	0,02; 3
	200	0,02; 6

7) рассчитать для всех установленных в операциях 4), 6) значений напряжения и частоты для всех измерительных каналов преобразователя приведенную (к верхнему значению предела измерений) основную погрешность измерений напряжения переменного тока γ_0 в процентах по формуле (1).

Результат определения приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения переменного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

9.3.3 Определение относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП проводят с использованием частотомера электронно-счетного ЧЗ-88 (далее частотомер ЧЗ-88) в следующей последовательности:

- 1) разместить E14-140 и частотомер ЧЗ-88 на удобном для проведения работ месте;
- 2) подать сигнал «SYN» с разъема «DIGITAL» E14-140 на вход «А» частотомера ЧЗ-88 в соответствии с рисунком 2;



A1 – частотомер ЧЗ-88;
A2 – преобразователь E14-140.

Рисунок 2

- 3) подключить E14-140 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 5) запустить программу «E14_Clock»;
- 6) считать показания частотомера ЧЗ-88;
- 7) рассчитать относительную основную погрешность частоты преобразований АЦП δ_0 в процентах по формуле:

$$\delta_o = \frac{F_{изм} - F_{АЦП}}{F_{АЦП}} \cdot 100 \quad (2)$$

где $F_{изм}$ – показание частотомера ЧЗ-88, кГц;

$F_{АЦП}$ – значение частоты преобразований АЦП, кГц, в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Контрольные значения частоты преобразований АЦП

Модификация преобразователя	Частота преобразований АЦП, кГц
E14-140	200
E14-440	400
E20-10	10000
E-502	2000
L-502	2000

Результат определения относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП считают положительным, если полученные значения δ_o не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

9.3.4 Определение приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока проводят только для исполнений М-D, М-D-I в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 5) по п. 9.1.1;
- 2) подключить выход «DAC1» преобразователя к входу мультиметра 3458А;
- 3) последовательно установить в поле «DAC 1» окна программы значения напряжений –4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458А;
- 4) подключить выход «DAC2» преобразователя к входу мультиметра 3458А;
- 5) последовательно установить в поле «DAC 2» окна программы значения напряжений –4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458А;
- 6) рассчитать приведенную (к верхней границе диапазона воспроизведений) основную погрешность воспроизведений напряжения γ_o в процентах по формуле:

$$\gamma_o = \frac{U_{изм} - U_{г}}{U_{к}} \cdot 100 \quad (3)$$

где $U_{г}$ – установленное значение напряжения на выходе ЦАП, мВ;

$U_{изм}$ – показание мультиметра 3458А, мВ;

$U_{к}$ – конечное значение диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока, $U_{к} = 5000$ мВ.

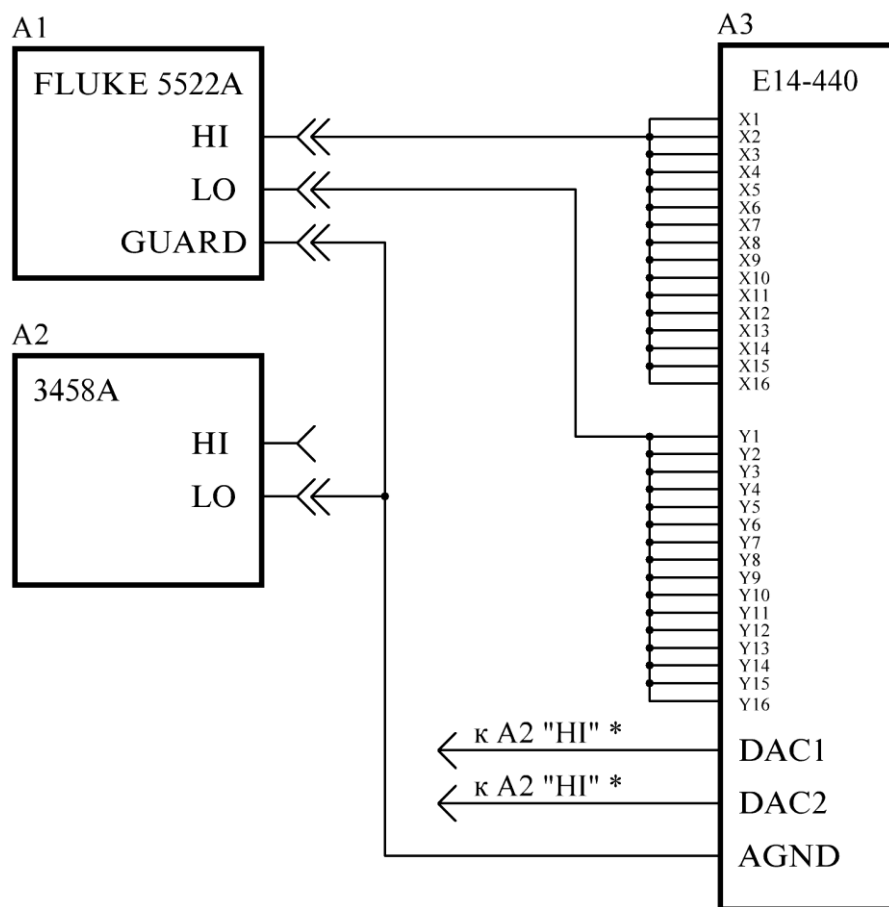
Результат определения приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_o не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

10 ПОВЕРКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МОДИФИКАЦИИ E14-440

10.1 Опробование средства измерений

10.1.1 Опробование проводят в следующей последовательности:

- 1) разместить E14-440 и калибратор Fluke 5522A на удобном для проведения работ месте;
- 2) подключить E14-440 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 3) собрать схему в соответствии с рисунком 3;



A1 – калибратор Fluke 5522A;

A2 – мультиметр 3458A;

A3 – преобразователь E14-440.

* подключение цепей DAC1 и DAC2 согласно п. 10.3.4

Рисунок 3

- 4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 5) запустить программу «E14 Metr» (далее – программа), после чего индикатор в окне программы (рядом с кнопкой «Обнаружить») должен приобрести зеленый цвет и должен быть определен заводской номер преобразователя;
- 6) установить режим работы «Дифференциальное» для подключения измерительных входов преобразователя по дифференциальной схеме с помощью соответствующего переключателя в окне программы;
- 7) включить опрос 16 измерительных каналов, установив «галочки» в поле «Все каналы» программы;
- 8) установить режим измерений напряжения постоянного тока «DC», используя соответствующий переключатель в окне программы;
- 9) установить частоту преобразований АЦП равной 20 кГц в соответствующем поле программы;
- 10) подать на вход преобразователя с калибратора Fluke 5522A конечные значения напряжения постоянного тока для каждого предела измерений, поочередно устанавливая пре-

делу измерений 10; 2,5; 0,6; 0,15 В, используя соответствующий переключатель в окне программы, и зафиксировать показания в окне «DC» программы для каждого из 16 измерительных каналов.

Результат опробования считают положительным, если показания в окне «DC» каждого из 16 измерительных каналов программы соответствуют значениям напряжения, устанавливаемым на выходе калибратора Fluke 5522A. При несоответствии показаний программы значениям напряжения, устанавливаемым на выходе калибратора Fluke 5522A, проверка прекращается и преобразователь бракуется.

10.2 Проверка программного обеспечения

10.2.1 Проверку программного обеспечения проводят в следующей последовательности:

- поочередно запустить программу «E14_Metr» и «E14_Clock»;
- зафиксировать версии встроенного ПО (микропрограмма) и внешнего ПО, указанные в строке заголовка окна программы.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительными, если версии встроенного и внешнего программного обеспечения соответствуют требованиям, приведенным в описании типа.

10.3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.3.1 Определение приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока осуществляют с использованием калибратора Fluke 5522A в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 9) по п. 10.1.1;
- 2) подать на вход E14-440 с калибратора Fluke 5522A значения напряжения постоянного тока согласно таблице 8, поочередно устанавливая пределы измерений 10; 2,5; 0,6; 0,15 В, используя переключатель в окне программы, и зафиксировать соответствующие показания в окне «DC» программы для каждого из 16 измерительных каналов;

Таблица 8 – Значения напряжения постоянного тока для преобразователей модификации E14-440

Предел измерений, В	Устанавливаемые значения напряжения постоянного тока на выходе калибратора Fluke 5522A, мВ
10	9900; 2000; 400; 80; 20; –20; –80; –400; –2000; –9900
2,5	2500; 500; 100; 20; 5; –5; –20; –100; –500; –2500
0,6	600; 200; 50; 10; 2; –2; –10; –50; –200; –600
0,15	150; 80; 20; 5; 1; –1; –5; –20; –80; –150

- 3) рассчитать для каждого установленного согласно таблице 8 значения напряжения и каждого измерительного канала E14-440 приведенную (к верхнему значению предела измерений) основную погрешность измерений напряжения постоянного тока γ_0 в процентах по формуле (1).

Результат определения приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

10.3.2 Определение приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения переменного тока проводят с использованием калибратора Fluke 5522A в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 6) по п. 10.1.1;
- 2) включить опрос одного измерительного канала, установив «галочку» в поле «Канал 1» программы;
- 3) установить режим измерений напряжения переменного тока «АС», используя соответствующий переключатель в окне программы;
- 4) установить поочередно в окне программы пределы измерений 10; 2,5; 0,6; 0,15 В, частоту преобразований АЦП в соответствии с таблицей 10 и подать на вход преобразователя с калибратора Fluke 5522A значения напряжения переменного тока согласно таблице 9 с частотой согласно таблице 10; зафиксировать соответствующие показания в окне «АС» программы для опрашиваемого измерительного канала;

Таблица 9 – Значения напряжения переменного тока для преобразователей модификации E14-440

Предел измерений, В	Значения напряжения переменного тока на выходе калибратора Fluke 5522A, мВ
10	350; 1400; 2800; 4900*; 6700*
2,5	85; 350; 700; 1200; 1600
0,6	20; 85; 170; 290; 400
0,15	1; 5; 22; 45; 70; 100
* измерения на частоте 199 кГц для напряжений переменного тока 4900 и 6700 мВ не проводятся	

Таблица 10 – Частота переменного тока для преобразователей модификации E14-440 в одноканальном режиме работы

Режим работы E14-440	Частота преобразований АЦП, кГц	Частота входного сигнала (частота напряжения переменного тока на выходе калибратора Fluke 5522A), кГц
Одноканальный	20	0,1; 9
	100	1; 49
	200	1; 99
	400	1; 199

- 5) включить опрос 16 измерительных каналов, установив «галочку» в поле «Все каналы» программы;

6) для каждого из 16 измерительных каналов установить поочередно в окне программы пределы измерений 10; 2,5; 0,6; 0,15 В, частоту преобразований АЦП в соответствии с таблицей 11 и подать на вход преобразователя с калибратора Fluke 5522A значения напряжения переменного тока согласно таблице 9 с частотой согласно таблице 11; зафиксировать соответствующие показания в окне «АС» программы;

7) рассчитать для всех установленных в операциях 4), 6) значений напряжения и частоты для всех измерительных каналов преобразователя приведенную (к верхнему значению предела измерений) основную погрешность измерений напряжения переменного тока γ_0 в процентах по формуле (1).

Результат определения приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения переменного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

Таблица 11 – Частота переменного тока для преобразователей модификации E14-440 в многоканальном режиме работы

Режим работы E14-440	Частота преобразований АЦП, кГц	Частота входного сигнала (частота напряжения переменного на выходе калибратора Fluke 5522A), кГц
Многоканальный	20	0,02; 0,5
	100	0,02; 3
	200	0,02; 6
	400	0,02; 12

10.3.3 Определение относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП проводят с использованием частотомера ЧЗ-88 в следующей последовательности:

- 1) разместить преобразователь и частотомер ЧЗ-88 на удобном для проведения работ месте;
- 2) подать сигнал «S_ADC» с разъема «DIGITAL» E14-440 на вход «А» частотомера ЧЗ-88 в соответствии с рисунком 4;

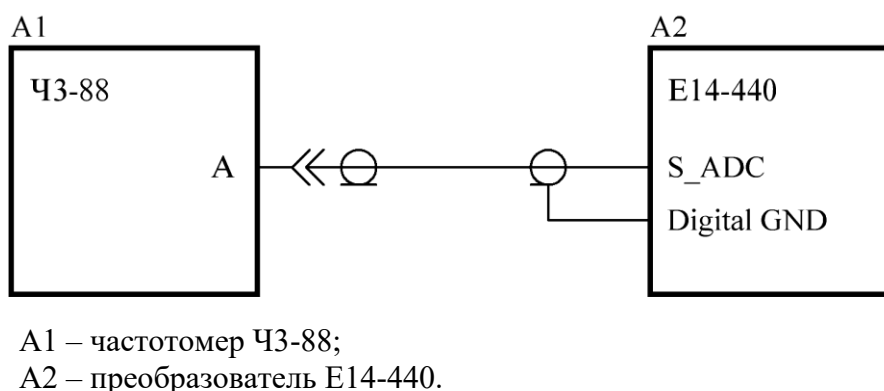


Рисунок 4

- 3) подключить E14-440 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 5) запустить программу «E14_Clock»;
- 6) считать показания частотомера ЧЗ-88;
- 7) рассчитать относительную основную погрешность частоты преобразований АЦП δ_0 в процентах по формуле (2).

Результат определения относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП считают положительным, если полученные значения δ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

10.3.4 Определение приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока проводят только для исполнений D, D-I в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 5) по п. 10.1.1;
- 2) подключить выход «DAC1» преобразователя к входу мультиметра 3458A;
- 3) последовательно установить в поле «DAC 1» окна программы значения напряжений – 4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458A;

- 4) подключить выход «DAC2» E14-440 к входу мультиметра 3458A;
- 5) последовательно установить в поле «DAC 2» окна программы значения напряжений – 4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458A;
- 6) рассчитать приведенную (к верхней границе диапазона воспроизведений) основную погрешность воспроизведений напряжения γ_0 в процентах по формуле (3).

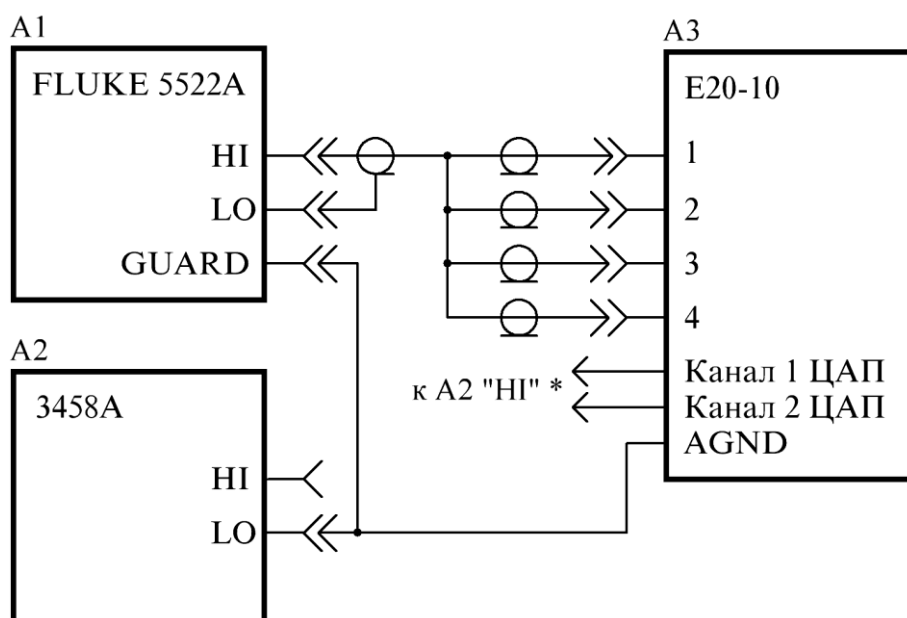
Результат определения приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

11 ПОВЕРКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МОДИФИКАЦИИ E20-10

11.1 Опробование средства измерений

11.1.1 Опробование проводят в следующей последовательности:

- 1) разместить E20-10 и калибратор Fluke 5522A на удобном для проведения работ месте;
- 2) подключить E20-10 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 3) собрать схему в соответствии с рисунком 5;



A1 – калибратор Fluke 5522A;

A2 – мультиметр 3458A;

A3 – преобразователь E20-10.

* подключение цепей «Канал 1 ЦАП» и «Канал 2 ЦАП» согласно п. 11.3.4

Рисунок 5

- 4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 5) запустить программу «E2010_Metr» (далее – программа), после чего индикатор в окне программы (рядом с кнопкой «Обнаружить») должен приобрести зеленый цвет и должен быть определен заводской номер преобразователя;
- 6) установить режим работы «С общей землей» с помощью соответствующего переключателя в окне программы;
- 7) включить опрос 4 измерительных каналов, установив «галочку» в поле «Все каналы» программы;

8) установить режим измерений напряжения постоянного тока «DC», используя соответствующий переключатель в окне программы;

9) установить частоту преобразований АЦП равной 1000 кГц в соответствующем поле программы;

10) подать на вход преобразователя с калибратора Fluke 5522A конечные значения напряжения постоянного тока для каждого предела измерений, поочередно устанавливая пределы измерений 3; 1; 0,3 В, используя соответствующий переключатель в окне программы, и зафиксировать показания в окне «DC» программы для каждого из измерительных каналов.

Результат опробования считают положительным, если показания в окне «DC» каждого из измерительных каналов программы соответствуют значениям напряжения, устанавливаемым на выходе калибратора Fluke 5522A. При несоответствии показаний программы значениям на выходе калибратора Fluke 5522A поверка прекращается и преобразователь бракуется.

11.2 Проверка программного обеспечения

11.2.1 Проверку программного обеспечения проводят в следующей последовательности:

- поочередно запустить программы «E2010_Metr» и «E2010_Clock»;
- зафиксировать версии встроенного ПО (микропрограмма) и внешнего ПО, указанные в строке заголовка окна программы.

- Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительными, если версии встроенного и внешнего программного обеспечения соответствуют требованиям, приведенным в описании типа.

11.3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.3.1 Определение приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока осуществляют с использованием калибратора Fluke 5522A в следующей последовательности:

1) выполнить операции 1) – 9) по п. 11.1.1;

2) подать на вход E20-10 с калибратора Fluke 5522A значения напряжения постоянного тока согласно таблице 12, поочередно устанавливая пределы измерений 3; 1; 0,3 В, используя переключатель в окне программы, и зафиксировать соответствующие показания в окне «DC» программы для каждого из измерительных каналов;

Таблица 12 – Значения напряжения постоянного тока для преобразователей модификации E20-10

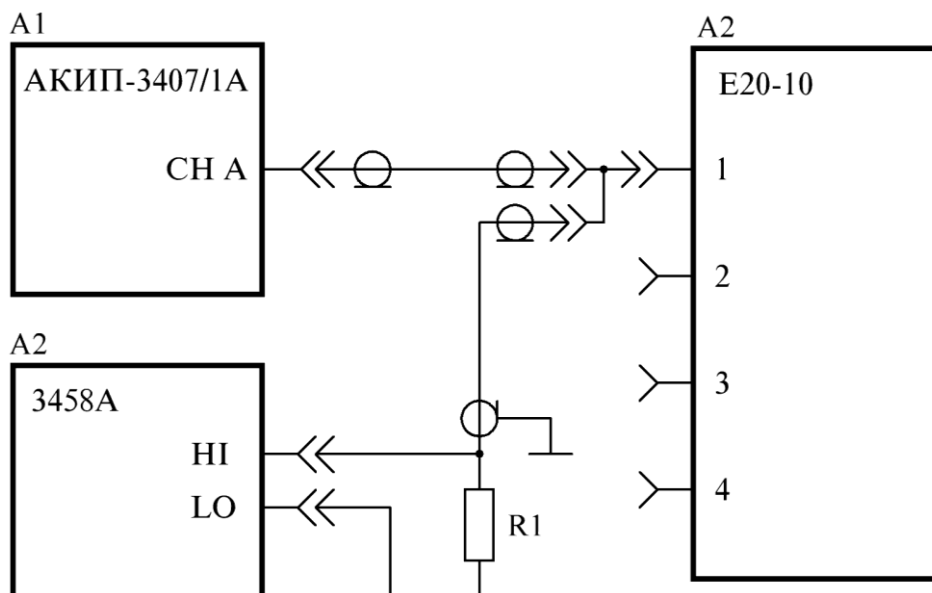
Предел измерений, В	Устанавливаемые значения напряжения постоянного тока на выходе калибратора Fluke 5522A, мВ
3	2900; 500; 100; 20; 5; –5; –20; –100; –500; –2900
1	990; 200; 50; 10; 2; –2; –10; –50; –200; –990
0,3	290; 100; 20; 5; 1; –1; –5; –20; –100; –290

3) рассчитать для каждого установленного согласно таблице 12 значения напряжения и каждого измерительного канала E20-10 приведенную (к верхнему значению предела измерений) основную погрешность измерений напряжения постоянного тока γ_0 в процентах по формуле (1).

Результат определения приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

11.3.2 Определение относительной основной погрешности измерений напряжения переменного тока проводят с использованием генератора сигналов специальной формы АКИП-3407/1А (далее – генератор АКИП-3407/1А) и мультиметра 3458А в следующей последовательности:

- 1) разместить Е20-10 и генератор АКИП-3407/1А на удобном для проведения работ месте;
- 2) подключить Е20-10 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 3) подключить выход «СН А» генератора АКИП-3407/1А к входу «1» Е20-10 в соответствии с рисунком 6;



A1 – генератор АКИП-3407/1А;
A2 – вольтметр 3458А;
A3 – преобразователь Е20-10
R1 – резистор 51 Ом $\pm 5\%$ (терминатор).

Рисунок 6

- 4) выполнить операции 4) – 6) по п. 11.1.1;
- 5) установить режим измерений напряжения постоянного тока «АС», используя соответствующий переключатель в окне программы;
- 6) установить частоту преобразований АЦП равной 10000 кГц в соответствующем поле программы;
- 7) включить опрос одного измерительного канала, установив «галочку» в поле программы, соответствующем подключенному входу Е20-10;
- 8) в окне программы установить поочередно пределы измерений 3; 1; 0,3 В и подать на вход Е20-10 с генератора АКИП-3407/1А значения напряжения переменного тока согласно таблице 13 с частотой 0,01, 20, 300, 1000, 2000, 4900 кГц для исполнений 1, 1-I, D-1, D-1-I или с частотой 0,01, 20, 300, 500, 1000 кГц для всех остальных исполнений; зафиксировать соответствующие показания в окне «АС» программы для опрашиваемого измерительного канала;
- 9) подключая поочередно входы «2» - «4» Е20-10 к выходу «СН А» в соответствии с рисунком 6, повторить операции 7), 8) для каждого измерительного канала Е20-10;

Таблица 13 – Значения напряжения переменного тока для преобразователей модификации E20-10

Предел измерений, В	Значения напряжения переменного тока на выходе генератора АКИП-3407/1А, мВ
3	85; 350; 700; 1200; 1600
1	20; 85; 170; 290; 400
0,3	5; 22; 45; 70; 100

10) рассчитать для всех установленных значений напряжения и частоты для всех измерительных каналов преобразователя относительную основную погрешность измерений напряжения переменного тока δ_0 в процентах по формуле:

$$\delta_0 = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{э}}}{U_{\text{э}}} \cdot 100 \quad (4)$$

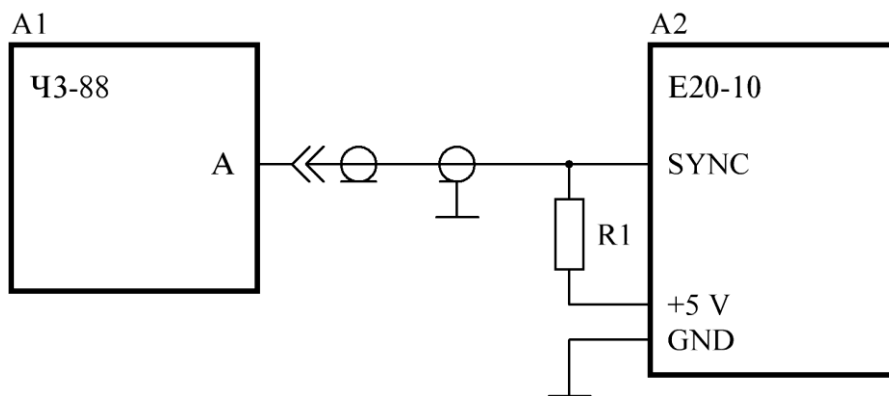
где $U_{\text{изм}}$ – показание преобразователя, мВ;

$U_{\text{э}}$ – показание мультиметра 3458А, мВ.

Результат определения относительной основной погрешности измерений напряжения переменного тока считают положительным, если полученные значения δ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

11.3.3 Определение относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП проводят с использованием частотомера ЧЗ-88 в следующей последовательности:

- 1) разместить E20-10 и частотомер ЧЗ-88 на удобном для проведения работ месте;
- 2) подать сигнал «SYNC» с разъема «DIGITAL» E20-10 на вход «А» частотомера ЧЗ-88 в соответствии с рисунком 7;



A1 – частотомер ЧЗ-88;

A2 – преобразователь E20-10;

R1 – резистор 10 кОм $\pm 10\%$.

Рисунок 7

- 3) подключить E20-10 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 5) запустить программу «E2010_Clock»;
- 6) считать показания частотомера ЧЗ-88;
- 7) рассчитать относительную основную погрешность частоты преобразований АЦП δ_0 в процентах по формуле (2).

Результат определения относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП считают положительным, если полученные значения δ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

11.3.4 Определение приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока проводят только для исполнений D, D-I, D-1, D-1-I в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 5) по п. 11.1.1;
- 2) подключить выход «Канал 1 ЦАП» E20-10 к входу мультиметра 3458A;
- 3) последовательно установить в поле «Канал 1» окна программы значения напряжений –4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458A;
- 4) подключить выход «Канал 2 ЦАП» E20-10 к входу мультиметра 3458A;
- 5) последовательно установить в поле «Канал 2» окна программы значения напряжений –4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458A;
- 6) рассчитать приведенную (к верхней границе диапазона воспроизведений) основную погрешность воспроизведений напряжения γ_0 в процентах по формуле (3).

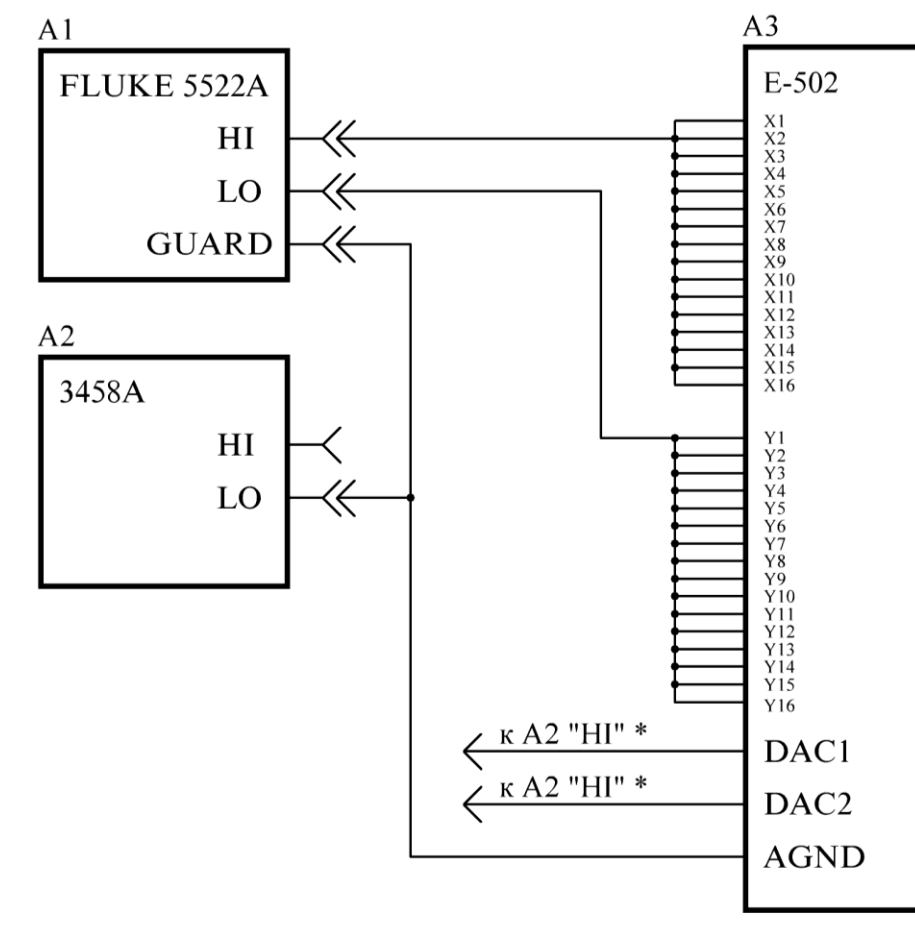
Результат определения приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

12 ПОВЕРКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МОДИФИКАЦИИ E-502

12.1 Опробование средства измерений

12.1.1 Опробование проводят в следующей последовательности:

- 1) разместить E-502 и калибратор Fluke 5522A на удобном для проведения работ месте;
- 2) подключить E-502 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 3) собрать схему в соответствии с рисунком 8;
- 4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 5) запустить программу «X502_Metr» (далее – программа), после чего индикатор в окне программы (рядом с кнопкой «Обнаружить») должен приобрести зеленый цвет и должен быть определен заводской номер E-502;
- 6) установить режим работы «Дифференциальное» с помощью соответствующего переключателя в окне программы для подключения измерительных входов по дифференциальной схеме;
- 7) включить опрос 16 измерительных каналов, установив «галочку» в поле «Все каналы» программы;
- 8) установить режим измерений напряжения постоянного тока «DC», используя соответствующий переключатель в окне программы;
- 9) установить коэффициент усреднения 100 в поле «Усреднение» и частоту преобразований АЦП 20 кГц в соответствующем поле программы;
- 10) подать на вход E-502 с калибратора Fluke 5522A конечные значения напряжения постоянного тока для каждого предела измерений, поочередно устанавливая пределы измерений 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,2 В, используя соответствующий переключатель в окне программы, и зафиксировать показания в окне «DC» программы для каждого из 16 измерительных каналов.



A1 – калибратор Fluke 5522A;

A2 – мультиметр 3458A;

A3 – преобразователь E-502.

* подключение цепей DAC1 и DAC2 согласно п.п. 12.3.4, 12.3.5

Рисунок 8

Результат опробования считают положительным, если показания в окне «DC» каждого из 16 измерительных каналов программы соответствуют значениям напряжения, устанавливаемым на выходе калибратора Fluke 5522A. При несоответствии показаний программы значениям напряжения, устанавливаемым на выходе калибратора Fluke 5522A, поверка прекращается и преобразователь бракуется.

12.2 Проверка программного обеспечения

12.2.1 Проверку программного обеспечения проводят в следующей последовательности:

- поочередно запустить программы «X502_Metr» и «X502_Clock»;
- зафиксировать версии встроенного ПО (микропрограмма) и внешнего ПО, указанные в строке заголовка окна программы.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительными, если версии встроенного и внешнего программного обеспечения соответствуют требованиям, приведенным в описании типа.

12.3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.3.1 Определение приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока осуществляют с использованием калиб-

ратора Fluke 5522A в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 9) по п. 12.1.1;
- 2) подать на вход Е-502 с калибратора Fluke 5522A значения напряжения постоянного тока согласно таблице 14, поочередно устанавливая пределы измерений 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,2 В, используя соответствующий переключатель в окне программы, и зафиксировать показания в окне «DC» программы для каждого из 16 измерительных каналов;

Таблица 14 – Значения напряжения постоянного тока для преобразователей модификации Е-502

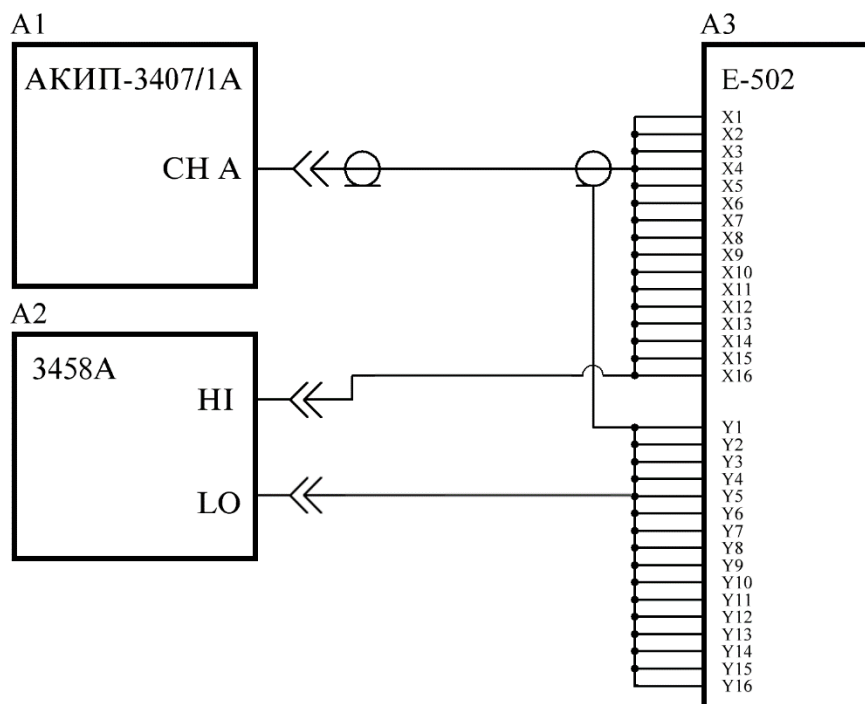
Предел измерений, В	Устанавливаемые значения напряжения постоянного тока на выходе калибратора Fluke 5522A, мВ
10	9900; 2000; 400; 80; 20; –20; –80; –400; –2000; –9900
5	5000; 1000; 200; 40; 8; –8; –40; –200; –1000; –5000
2	2000; 500; 100; 20; 5; –5; –20; –100; –500; –2000
1	990; 200; 40; 8; 4; –4; –8; –40; –200; –990
0,5	500; 200; 50; 10; 2; –2; –10; –50; –200; –500
0,2	190; 80; 20; 5; 1; –1; –5; –20; –80; –190

- 3) рассчитать для каждого установленного согласно таблице 14 значения напряжения и каждого измерительного канала преобразователя приведенную (к верхнему значению предела измерений) основную погрешность измерений напряжения постоянного тока γ_0 в процентах по формуле (1).

Результат определения приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

12.3.2 Определение относительной основной погрешности измерений напряжения переменного тока проводят с использованием генератора АКИП-3407/1А и мультиметра 3458А в следующей последовательности:

- 1) разместить Е-502, генератор АКИП-3407/1А и мультиметр 3458А на удобном для проведения работ месте;
- 2) подключить Е-502 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 3) собрать схему поверки в соответствии с рисунком 9;
- 4) установить частоту преобразований АЦП равной 2000 кГц в соответствующем поле программы;
- 5) включить опрос 16 измерительных каналов, установив «галочку» в поле «Все каналы» программы;
- 6) установить режим измерений напряжения переменного тока «АС», используя соответствующий переключатель в окне программы;
- 7) установить поочередно в окне программы для каждого из измерительных каналов пределы измерений 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,2 В и подать на вход Е-502 с генератора АКИП-3407/1А значения напряжения переменного тока согласно таблице 15 с частотой 0,01, 1, 50 кГц; зафиксировать соответствующие показания в окне «АС» программы для опрашиваемых измерительных каналов;



A1 – генератор АКИП-3407/1А;
A2 – вольтметр 3458А;
A3 – преобразователь Е-502.

Рисунок 9

Таблица 15 – Значения напряжения переменного тока для преобразователей модификации Е-502

Предел измерений, В	Устанавливаемые значения переменного тока на выходе калибратора Fluke 5522А, мВ
10	100; 350; 1400; 2800; 7000
5	50; 210; 710; 1400; 3500
2	20; 70; 280; 500; 1400
1	10; 35; 140; 280; 700
0,5	5; 20; 70; 140; 350
0,2	2; 10; 30; 50; 140

8) включить опрос одного измерительного канала, установив «галочку» в поле «Канал 1»;

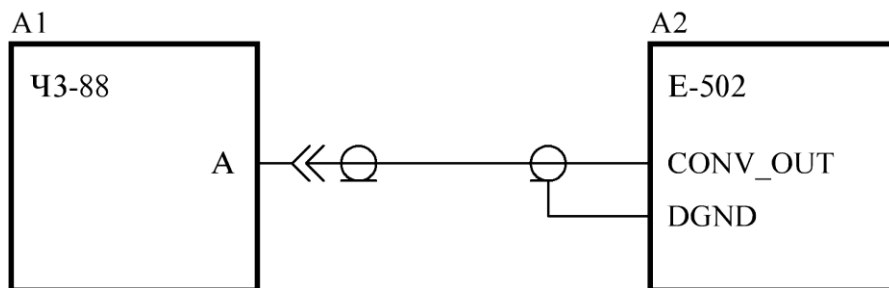
9) установить поочередно в окне программы для измерительного канала пределы измерений 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,2 В и подать на вход Е-502 с генератора АКИП-3407/1А значения напряжения переменного тока согласно таблице 15 с частотой 100, 300, 999 кГц; зафиксировать соответствующие показания в окне «АС» программы для опрашиваемого измерительного канала;

10) рассчитать для всех установленных значений напряжения и частоты для всех измерительных каналов Е-502, выбранных в операциях 5) – 9), относительную основную погрешность измерений напряжения переменного тока δ_0 в процентах по формуле (4).

Результат определения относительной основной погрешности измерений напряжения переменного тока считают положительным, если полученные значения δ_o не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

12.3.3 Определение относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП проводят с использованием частотомера ЧЗ-88 в следующей последовательности:

- 1) разместить Е-502 и частотомер ЧЗ-88 на удобном для проведения работ месте;
- 2) подать сигнал «CONV_OUT» с разъема «DIGITAL» Е-502 на вход «А» частотомера ЧЗ-88 в соответствии с рисунком 10;



A1 – частотомер ЧЗ-88;
A2 – преобразователь Е-502.

Рисунок 10

- 3) подключить Е-502 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 5) запустить программу «X502_Clock»;
- 6) считать показания частотомера ЧЗ-88;
- 7) рассчитать относительную основную погрешность частоты преобразований АЦП δ_o в процентах по формуле (2).

Результат определения относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП считают положительным, если полученные значения δ_o не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

12.3.4 Определение приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока проводят только для исполнений X-U-D, X-U-D-I, P-EU-D, P-EU-D-I, P1-I, A-I в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 5) п. 12.1.1;
- 2) подключить выход «DAC1» Е-502 к входу мультиметра 3458А;
- 3) выбрать тип сигнала «Постоянный» на вкладке «Генератор» в окне программы;
- 4) последовательно установить в поле «Канал 1» окна программы значения напряжений –4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458А;
- 5) подключить выход «DAC2» Е-502 к входу мультиметра 3458А;
- 6) последовательно установить в поле «Канал 2» окна программы значения напряжений –4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458А;
- 7) рассчитать приведенную (к верхней границе диапазона воспроизведений) основную погрешность воспроизведений напряжения γ_o в процентах по формуле (3).

Результат определения приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

12.3.5 Определение относительной основной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока проводят только для исполнений X-U-D, X-U-D-I, P-EU-D, P-EU-D-I, P1-I, A-I в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1), 2) п. 12.3.4;
- 2) выбрать тип сигнала «Синусоидальный» на вкладке «Генератор» в окне программы;
- 3) последовательно установить в поле «Канал 1» окна программы значения напряжения 50; 210; 710; 1400; 3500 мВ для каждого значения частоты 0,01, 5, 15, 50, 100 кГц и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458А;
- 4) подключить выход «DAC2» E-502 к входу мультиметра 3458А;
- 5) последовательно установить в поле «Канал 2» окна программы значения напряжения 50; 210; 710; 1400; 3500 мВ для каждого значения частоты 0,01, 5, 15, 50, 100 кГц и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458А;
- 6) рассчитать для всех установленных в операциях 3), 5) значений напряжения и частоты относительную основную погрешность воспроизведений напряжения переменного тока δ_0 по формуле:

$$\delta_0 = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\Gamma}}{U_{\Gamma}} \cdot 100 \quad (5)$$

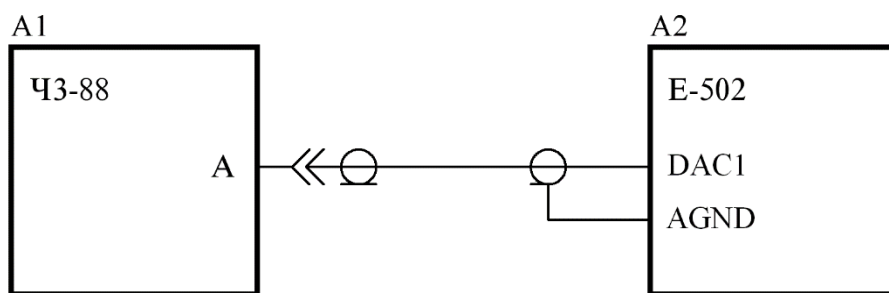
где U_{Γ} – установленное значение напряжения на выходе ЦАП, мВ;

$U_{\text{изм}}$ – показание мультиметра 3458А, мВ.

Результат определения относительной основной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока считают положительным, если полученные значения δ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

12.3.6 Определение относительной основной погрешности воспроизведений частоты переменного тока проводят только для исполнений X-U-D, X-U-D-I, P-EU-D, P-EU-D-I, P1-I, A-I в следующей последовательности:

- 1) разместить E-502 и частотомер ЧЗ-88 на удобном для проведения работ месте;
- 2) подключить выход «DAC1» E-502 к входу «А» частотомера ЧЗ-88 в соответствии с рисунком 11;



A1 – частотомер ЧЗ-88;

A2 – преобразователь E-502.

Рисунок 11

- 3) подключить E-502 к компьютеру с помощью USB-кабеля;
- 4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;

5) запустить программу «X502_Metr» (далее – программа), после чего индикатор в окне программы (рядом с кнопкой «Обнаружить») должен приобрести зеленый цвет;

6) установить в поле «Канал 1» значения напряжения 1000 мВ и частоты 100 кГц и зафиксировать соответствующие показания частотомера ЧЗ-88;

7) рассчитать относительную основную погрешность воспроизведений частоты переменного тока δ_0 в процентах по формуле:

$$\delta_0 = \frac{F_{\text{изм}} - F_{\Gamma}}{F_{\Gamma}} \cdot 100 \quad (6)$$

где $F_{\text{изм}}$ – показание частотомера ЧЗ-88, кГц;

F_{Γ} – установленное значение частоты, кГц.

8) повторить операции 6) и 7) при значениях частот 100 Гц и 300 кГц.

Результат определения относительной основной погрешности воспроизведений частоты переменного тока считают положительным, если полученные значения δ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

13 ПОВЕРКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МОДИФИКАЦИИ L-502

13.1 Опробование средства измерений

13.1.1 Опробование проводят в следующей последовательности:

1) разместить калибратор Fluke 5522A на удобном для проведения работ месте;

2) установить L-502 в разъем PCI Express материнской платы компьютера;

3) собрать схему в соответствии с рисунком 12;

4) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;

5) запустить программу «X502_Metr» (далее – программа), после чего индикатор в окне программы (рядом с кнопкой «Обнаружить») должен приобрести зеленый цвет и должен быть определен заводской номер L-502;

6) установить режим работы «Дифференциальное» для подключения измерительных входов по дифференциальной схеме с помощью соответствующего переключателя в окне программы;

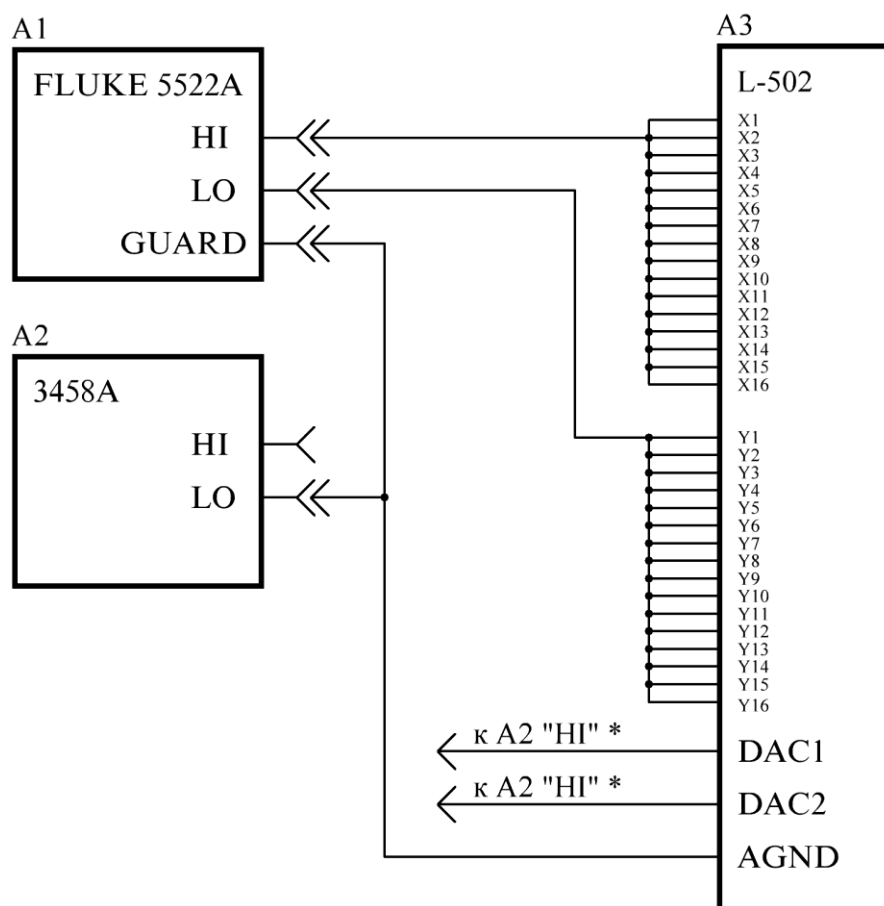
7) включить опрос измерительных каналов, установив «галочку» в поле «Все каналы» программы;

8) установить режим измерений напряжения постоянного тока «DC», используя соответствующий переключатель в окне программы;

9) установить коэффициент усреднения 100 в поле «Усреднение» и частоту преобразований АЦП 20 кГц в соответствующем поле программы;

10) подать на вход L-502 с калибратора Fluke 5522A конечные значения напряжения постоянного тока для каждого предела измерений, поочередно устанавливая пределы измерений 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,2 В, используя соответствующий переключатель в окне программы, и зафиксировать показания в окне «DC» программы для каждого из 16 измерительных каналов.

Результат опробования считают положительным, если показания в окне «DC» каждого из 16 измерительных каналов программы соответствуют значениям напряжения, устанавливаемым на выходе калибратора Fluke 5522A. При несоответствии показаний программы значениям напряжения, устанавливаемым на выходе калибратора Fluke 5522A поверка прекращается и преобразователь бракуется.



A1 – калибратор Fluke 5522A;

A2 – мультиметр 3458A;

A3 – преобразователь L-502.

* подключение цепей DAC1 и DAC2 согласно п.п. 13.3.4, 13.3.5

Рисунок 12

13.2 Проверка программного обеспечения

13.2.1 Проверку программного обеспечения проводят в следующей последовательности:

- поочередно запустить программы «X502_Metr» и X502_Clock»;
- зафиксировать версии встроенного ПО (микропрограмма) и внешнего ПО, указанные в строке заголовка окна программы.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительными, если версии встроенного и внешнего программного обеспечения соответствуют требованиям, приведенным в описании типа.

13.3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

13.3.1 Определение приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока осуществляют с использованием калибратора Fluke 5522A в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 9) по п. 13.1.1;
- 2) подать на вход L-502 с калибратора Fluke 5522A значения напряжения постоянного тока согласно таблице 16, поочередно устанавливая пределы измерений 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,2 В, используя соответствующий переключатель в окне программы, и зафиксировать показания в окне «DC» программы для каждого из 16 измерительных каналов;

Таблица 16 – Значения напряжения постоянного тока для преобразователей модификации L-502

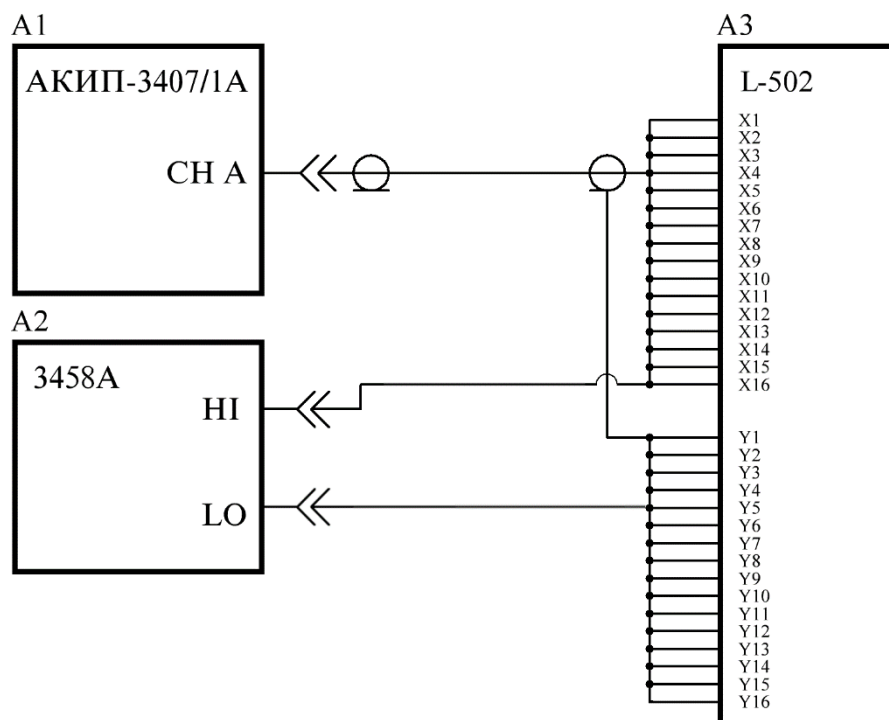
Предел измерений, В	Устанавливаемые значения напряжения постоянного тока на выходе калибратора Fluke 5522A, мВ
10	9900; 2000; 400; 80; 20; –20; –80; –400; –2000; –9900
5	5000; 1000; 200; 40; 8; –8; –40; –200; –1000; –5000
2	2000; 500; 100; 20; 5; –5; –20; –100; –500; –2000
1	990; 200; 40; 8; 4; –4; –8; –40; –200; –990
0,5	500; 200; 50; 10; 2; –2; –10; –50; –200; –500
0,2	190; 80; 20; 5; 1; –1; –5; –20; –80; –190

3) рассчитать для каждого установленного согласно таблице 16 значения напряжения и каждого измерительного канала преобразователя приведенную (к верхнему значению предела измерений) основную погрешность измерений напряжения постоянного тока γ_0 в процентах по формуле (1).

Результат определения приведенной (к верхнему значению предела измерений) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

13.3.2 Определение относительной основной погрешности измерений напряжения переменного тока проводят с использованием генератора АКИП-3407/1А и мультиметра 3458А в следующей последовательности:

- 1) разместить генератор АКИП-3407/1А и мультиметр 3458А на удобном для проведения работ месте;
- 2) установить L-502 в разъем PCI Express материнской платы компьютера;
- 3) собрать схему поверки в соответствии с рисунком 13;
- 4) установить частоту преобразований АЦП равной 2000 кГц в соответствующем поле программы;
- 5) включить опрос 16 измерительных каналов, установив «галочку» в поле «Все каналы» программы;
- 6) установить режим измерений напряжения переменного тока «АС», используя соответствующий переключатель в окне программы;
- 7) установить поочередно в окне программы для каждого из измерительных каналов пределы измерений 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,2 В и подать на вход L-502 с генератора АКИП-3407/1А значения напряжения переменного тока согласно таблице 17 с частотой 0,01, 1, 50 кГц; зафиксировать соответствующие показания в окне «АС» программы для опрашиваемых измерительных каналов;
- 8) включить опрос одного измерительного канала, установив «галочку» в поле «Канал 1» программы;
- 9) установить поочередно в окне программы для измерительного канала пределы измерений 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,2 В и подать на вход L-502 с генератора АКИП-3407/1А значения напряжения переменного тока согласно таблице 17 с частотой 100, 300, 999 кГц; зафиксировать соответствующие показания в окне «АС» программы для опрашиваемого измерительного канала;



A1 – генератор АКИП-3407/1А;
A2 – мультиметр 3458А;
A3 – преобразователь L-502.

Рисунок 13

Таблица 17 – Значения напряжения переменного тока для преобразователей модификации L-502

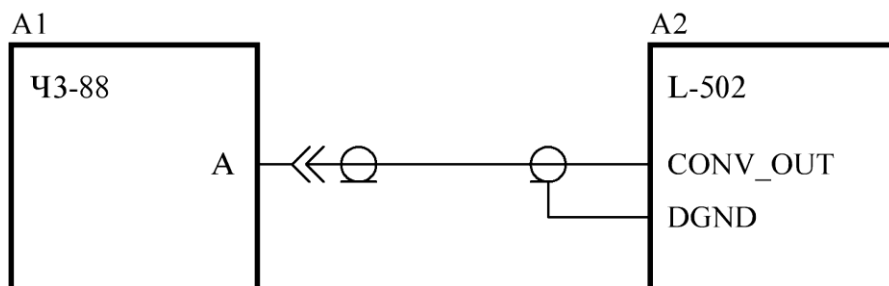
Предел измерений, В	Устанавливаемые значения напряжения переменного тока на выходе калибратора Fluke 5522A, мВ
10	100; 350; 1400; 2800; 7000
5	50; 210; 710; 1400; 3500
2	20; 70; 280; 500; 1400
1	10; 35; 140; 280; 700
0,5	5; 20; 70; 140; 350
0,2	2; 10; 30; 50; 140

10) рассчитать для всех установленных значений напряжения и частоты для всех измерительных каналов L-502, выбранных в операциях 5) – 9), относительную основную погрешность измерений напряжения переменного тока δ_0 в процентах по формуле (4).

Результат определения относительной основной погрешности измерений напряжения переменного тока считают положительным, если полученные значения δ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

13.3.3 Определение относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП проводят с использованием частотомера ЧЗ-88 в следующей последовательности:

- 1) разместить компьютер с установленным L-502 и частотомер ЧЗ-88 на удобном для проведения работ месте;
- 2) подать сигнал «CONV_OUT» с разъема межмодульной синхронизации L-502 на вход «А» частотомера ЧЗ-88 соответствии с рисунком 14;



A1 – частотомер ЧЗ-88;
A2 – преобразователь L-502.

Рисунок 14

- 3) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 4) запустить программу «X502_Clock»;
- 5) считать показания частотомера ЧЗ-88;
- 6) рассчитать относительную основную погрешность частоты преобразований АЦП δ_0 в процентах по формуле (2).

Результат определения относительной основной погрешности частоты преобразований АЦП считают положительным, если полученные значения δ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

13.3.4 Определение приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока проводят только для исполнений X-X-D, X-X-D-I, X-G-D, X-G-D-I, P-G-D, P-G-D-I, P-G-D1 в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1) – 5) п. 13.1.1;
- 2) подключить выход «DAC1» L-502 к входу мультиметра 3458A;
- 3) выбрать тип сигнала «Постоянный» на вкладке «Генератор» в окне программы;
- 4) последовательно установить в поле «Канал 1» окна программы значения напряжений –4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458A;
- 5) подключить выход «DAC2» L-502 к входу мультиметра 3458A;
- 6) последовательно установить в поле «Канал 2» окна программы значения напряжений –4750; –2000; –1000; –250; –3; 3; 250; 1000; 2000; 4750 мВ и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458A;
- 7) рассчитать приведенную (к верхней границе диапазона воспроизведений) основную погрешность воспроизведений напряжения γ_0 в процентах по формуле (3).

Результат определения приведенной (к верхней границе диапазона воспроизведений) основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока считают положительным, если полученные значения γ_0 не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

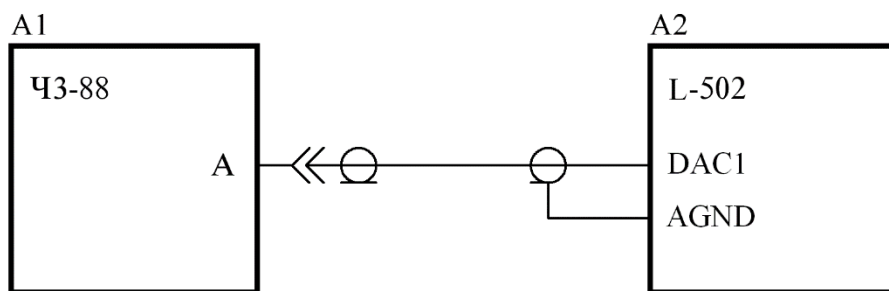
13.3.5 Определение относительной основной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока проводят только для исполнений X-X-D, X-X-D-I, X-G-D, X-G-D-I, P-G-D, P-G-D-I в следующей последовательности:

- 1) выполнить операции 1), 2) п. 13.3.4;
- 2) выбрать тип сигнала «Синусоидальный» на вкладке «Генератор» в окне программы;
- 3) последовательно установить в поле «Канал 1» окна программы значения напряжения 50; 210; 710; 1400; 3500 мВ для каждого значения частоты 0,01, 50, 100 кГц и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458А;
- 4) подключить выход «DAC2» L-502 к входу мультиметра 3458А;
- 5) последовательно установить в поле «Канал 2» окна программы значения напряжения 50; 210; 710; 1400; 3500 мВ для каждого значения частоты 0,01, 50, 100 кГц и зафиксировать соответствующие показания мультиметра 3458А;
- 6) рассчитать для всех установленных в операциях 3), 5) значений напряжения и частоты относительную основную погрешность воспроизведений напряжения переменного тока δ_o по формуле (5).

Результат определения относительной основной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока считают положительным, если полученные значения δ_o не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

13.3.6 Определение относительной основной погрешности воспроизведений частоты переменного тока проводят только для исполнений X-X-D, X-X-D-I, X-G-D, X-G-D-I, P-G-D, P-G-D-I в следующей последовательности:

- 1) разместить компьютер с установленным L-502 и частотомер ЧЗ-88 на удобном для проведения работ месте;
- 2) подключить выход «DAC1» L-502 к входу «А» частотомера ЧЗ-88 в соответствии с рисунком 15;



A1 – частотомер ЧЗ-88;
A2 – преобразователь L-502.

Рисунок 15

- 3) прогреть приборы согласно эксплуатационной документации на них;
- 4) запустить программу «X502_Metr» (далее – программа), после чего индикатор в окне программы (рядом с кнопкой «Обнаружить») должен приобрести зеленый;
- 5) установить в поле «Канал 1» значения напряжения 1000 мВ и частоты 100 кГц и зафиксировать соответствующие показания частотомера ЧЗ-88;
- 6) рассчитать относительную основную погрешность воспроизведений частоты переменного тока δ_o в процентах по формуле (6).
- 7) повторить операции 5) – 6) при значениях частот 100 Гц и 300 кГц.

Результат определения относительной основной погрешности воспроизведений частоты переменного тока считают положительным, если полученные значения δ_o не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

14 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

14.1 Сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

14.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов в области обеспечения единства измерений, устанавливающих порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке.

14.3 Протокол оформляется в произвольной форме.