

Федеральное государственное унитарное предприятие
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени профессора Н.Е. Жуковского»
ФГУП «ЦАГИ»



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ,
главный метролог ФГУП «ЦАГИ»

В.В. Петроневич

КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ИВК М2М

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 3.34.002-2017

Заместитель начальника НИО-7

А.И. Самойленко

Начальник сектора № 3 НИО-7

С.В. Дыцков

Ведущий специалист сектора №12
НИО-7

Г.В. Родзевич

Инженер 1 кат. сектора № 3 НИО-7

А.В. Горячев

с. 25

Содержание

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	3
2 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	5
3 ТРЕБОВАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ	5
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	6
5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	6
6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	44

Комплекс измерительно-вычислительный специализированный ИВК М2М

Методика поверки

Дата введения в действие: «__» _____ 2018г.

Настоящая методика разработана в соответствии с положениями рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 51-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения, распространяется на комплекс ИВК М2М (далее – «ИВК М2М») и устанавливает методику первичной и периодической поверки на аппаратуру.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	6.1	+	+
2	Модуль ADC6 Опробование Определение основной приведенной погрешности	6.2		
		6.2.1	+	+
3	Модуль ADC УНЧ Опробование Определение основной приведенной погрешности Определение относительной погрешности от неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	6.2.2		
		6.3		
		6.3.1	+	+
4	Модуль ADC УПТ Опробование Определение основной приведенной погрешности Определение относительной погрешности от неравномерности АЧХ	6.3.2		
		6.3.3		
		6.4		
5	Модуль ADC64 Опробование Определение основной приведенной погрешности	6.4.1	+	+
		6.4.2		
		6.4.3		
6	Модуль ADC32 Опробование Определение основной приведенной погрешности	6.5		
		6.5.1	+	+
		6.5.2		
		6.6		
		6.6.1	+	+
		6.6.2		

Продолжение таблицы 1

7	Модуль FDC16	6.7	+	+
	Опробование	6.7.1		
	Определение основной приведенной погрешности	6.7.2		
8	Модуль RDC32	6.8	+	+
	Опробование	6.8.1		
	Определение основной приведенной погрешности	6.8.2		
9	Модуль IDC32	6.9	+	+
	Опробование	6.9.1		
	Определение основной приведенной погрешности	6.9.2		
10	Модуль RDC16	6.10	+	+
	Опробование	6.10.1		
	Определение основной приведенной погрешности	6.10.2		
11	Модуль DAC32	6.11	+	+
	Опробование	6.11.1		
	Определение основной приведенной погрешности	6.11.2		

1.2 Используемые средства поверки перечислены в таблице 2.

Таблица 2

Тип модуля	Наименование средств поверки	Метрологические характеристики средств поверки	№ рисунка схем поверки
1 ADC6	Калибратор K148	Диапазон выходного напряжения – от ± 2 до ± 100 мВ/В; КТ 0,01	6.2.1
2 ADC УНЧ	Калибратор K3607	Диапазон выходного напряжения – от $\pm 0,05$ до ± 10 мВ/В; КТ 0,025	6.3.1 6.3.2
	Калибратор K148	Диапазон выходного напряжения – от ± 2 до ± 100 мВ/В; КТ 0,01	
	Генератор ГЗ-110	Диапазон измерения – от 0,01 до $2 \cdot 10^6$ Гц Основная погрешность установки частоты – $\pm 3 \cdot 10^{-6}$ Гц	
3 ADC УПТ	Вольтметр В78/1	Пределы измерения переменного напряжения – от 0,1 до 10 В. Диапазон частот – от 10 до $20 \cdot 10^3$ Гц. Основная погрешность – $\pm 0,06 \% \cdot U_{изм} + 3$ мВ	6.4.1 6.4.2
	Мера электрического сопротивления Р3026-2	Диапазон измерений – от 0 до 10^5 ; КТ 0,005	
4 ADC64	Калибратор	Диапазон выходного напряжения – ± 32 В.	6.5.1
5 ADC32	Fluke-9100E	Погрешность – $\pm 0,006 \% \cdot U_{вых} + 416$ мкВ.	6.6.1
6 FDC16	Генератор ГЗ-110	Диапазон измерения – от 0,01 до $2 \cdot 10^6$ Гц Основная погрешность установки частоты – $\pm 3 \cdot 10^{-6}$ Гц	6.7.1
7 RDC32	Мера электрического сопротивления Р3026-2	Диапазон измерений – от 0 до 10^5 ; КТ 0,005	

Продолжение таблицы 2

8 IDC 32	Калибратор Fluke-9100E	Диапазон выходного напряжения – ± 32 В, погрешность – $\pm 0,006 \% \cdot U_{\text{вых}} + 41,6$ мкВ.	6.9.1
		Диапазон выходного напряжения – от нуля до 320 мВ, погрешность – $\pm 0,006 \% \cdot U_{\text{вых}} + 4,16$ мкВ.	6.9.2
		Диапазон выходных токов – от 3,2 до 32,0 мА, погрешность – $\pm 0,014 \% \cdot I_{\text{вых}} + 900$ нА	6.9.3
9 RDC16	Мера электрического сопротивления P3026-2	Диапазон измерений – от 0 до 10^5 ; КТ 0,005	6.10.1 6.10.2 6.10.3
10 DAC32	Вольтметр В78/1	Пределы измерения постоянного напряжения – ± 10 В. Основная погрешность – $\pm 0,0035 \% \cdot U_{\text{изм}} + 50$ мкВ.	6.11.1

Примечание – Допускается применять средства поверки, не приведенные в перечне, но обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

1.2 При получении отрицательного результата любой из операций по таблице 1 к дальнейшей поверке не допускают аппаратуру и последующие операции не проводят, за исключением оформления результатов по п.6.2.

1.3 Допускается поверять «ИВК М2М» на диапазонах и каналах, которые необходимы в процессе эксплуатации владельцу аппаратуры. При этом в протоколе и свидетельстве о поверке необходимо сделать соответствующую запись.

2 Требования к квалификации поверителей

2.1 В качестве персонала, выполняющего поверку, допускаются лица с высшим образованием и (или) дополнительным профессиональным образованием в области обеспечения единства измерений в части проведения поверки средств измерений.

2.2 Персонал, выполняющий поверку, должен иметь опыт практической работы со средствами измерений электрических и магнитных величин.

2.3 К работам по поверке допускаются лица, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией на «ИВК М2М» и прошедшие инструктаж по технике безопасности и безопасной работе с электрооборудованием напряжением до 1000 В.

3 Требования по безопасности

3.1 Помещения, в которых располагается «ИВК М2М», средства измерений и другие технические средства, должны соответствовать требованиям, изложенным в ПОТ РМ-016-2001.

3.2 При проведении поверки в помещении, где располагается «ИВК М2М» средства измерений и другие технические средства, персоналу, участвующему в

поверке надлежит соблюдать требования безопасности, указанные в следующих документах:

- эксплуатационная документация «ИВК М2М», используемого оборудования и средств поверки;
- инструкции по охране труда при эксплуатации ПЭВМ и другого оборудования вычислительной техники;
- Правила пожарной безопасности в РФ ППБ 01-03, утвержденные приказом от 18 июня 2003 года № 313.

4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

Температура воздуха, °С	от 15 до 25
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106
Напряжение сети переменного тока, В	от 198 до 242
Частота сети, Гц	50 ± 1
Потребляемая мощность, В·А	250, не более
Длина измер. линий, м	100, не более

4.2 Воздух в помещении не должен содержать вредных примесей и газов, вызывающих коррозию элементов «ИВК М2М».

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Для проведения поверки необходимо:

- собрать схему поверки измерительного модуля в комплексе ИВК в соответствии с п.п. таблицы 2;
- выполнить заземление всех приборов.

5.2 Меры предосторожности

Так как модули выполнены на элементах с КМОП-структурой, то возможно их повреждение статическим электричеством, поэтому следует:

- перед работой с модулем необходимо коснуться заземленного металлического предмета или надеть заземляющий браслет;
- при распаковке и работе с элементами платы все материалы должны находиться на антистатической поверхности;
- запрещается во время эксплуатации вставлять и вынимать изделие из кейта при включенном питании.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре необходимо проверить:

- комплектность модулей ИВК, указанную в формуляре;

- отсутствие механических повреждений корпусов модулей и ИВК;
- наличие маркировки на передней панели модуля с указанием базового адреса модуля;
- исправность входных кабелей и разъемов;
- отсутствие затруднений при установке поверяемого модуля в корпус ИВК (при выключенном питании);
- наличие надежного контакта для заземления.

При обнаружении дефектов поверку не проводят и комплекс бракуют.

Идентификацию программного обеспечения (далее – ПО) ИВК М2М утвержденному типу проводят по следующей методике:

– проверка названия и номера версии программного обеспечения осуществляется методом сравнения с идентификационными признаками, указанными в технической документации. Проверка названия ПО осуществляется путем сравнения названия, указанного в технической документации, с названием, которое отображается в левом верхнем углу главного окна программы.

Номер версии пользователь может посмотреть в контекстном меню программы. На вкладке "Подробнее" в графе версия продукта. Вызов контекстного меню осуществляется однократным щелчком правой кнопки мыши на ярлыке программы.

– проверка цифрового идентификатора программного обеспечения осуществляется путем расчета контрольных сумм (хэш-кодов) исполняемых файлов в форматах MD5 и CRC32. Расчет производится с помощью программного обеспечения, имеющего функцию расчета контрольных сумм в форматах MD5 и CRC32, например, ПО Total Commander.

6.2 Модуль ADC6

Назначение модуля – измерение с высокой точностью напряжения с выхода тензометрических мостов с питанием постоянным напряжением.

6.2.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования каналов модуля ADC6 в составе ИВК.

6.2.1.1 Собрать схему поверки первого канала модуля в соответствии с рисунком 6.2.1.

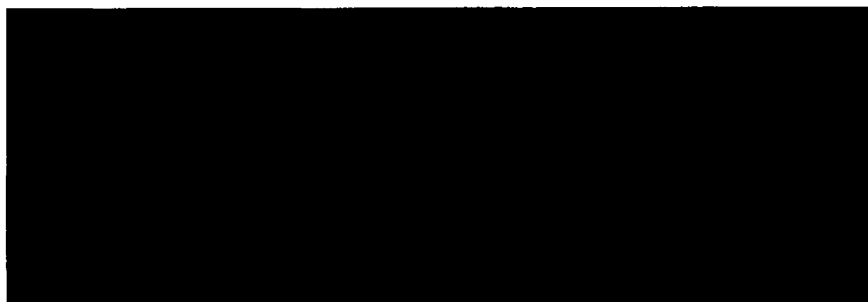


Рисунок 6.2.1 – Схема поверки модуля АДС6

6.2.1.2 Установить на модуле напряжение питания мостов $U_m = 5$ В.

6.2.1.3 Включить в сеть ИВК и рабочий эталон (тензокалибратор К148) и прогреть их в течение одного часа.

Настроить режимы работы каналов:

- напряжение питания мостов $U_m, В$ 5;
- верхний предел измеряемой величины $U_n, мВ/В$ 2;
- частота режекции фильтра нижних частот $F_{ср}, Гц$ 10.

Задать с тензокалибратора К148 на вход первого канала модуля последовательно значения U_n равными плюс 1,8 мВ/В и минус 1,8 мВ/В и провести измерения.

6.2.1.4 Результат опробования считается удовлетворительным, если данные измерения не отличаются от номинальных значений больше, чем на $\pm 0,05\%$ для верхнего предела измерения $U_n = \pm 2$ мВ/В. Если это условие не выполняется, канал бракуют.

6.2.1.5 Провести опробование остальных каналов модуля по методике п.п. 6.2.1.1 – 6.2.1.4.

6.2.2 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля АДС6

6.2.2.1 Подключить калибратор К148 ко входу первого канала модуля АДС6 в соответствии с рисунком 6.2.1.

6.2.2.2 Задать от калибратора значения, указанные в таблице 6.2.1 и провести измерения.

Таблица 6.2.1

Верхний предел измерений, мВ/В, ($U_m = 5$ В)	Номинальные значения входных сигналов $U_{jn}, мВ/В$											
	1,8	1,6	1,2	0,8	0,4	0	-0,4	-0,8	-1,2	-1,6	-1,8	
± 2	1,8	1,6	1,2	0,8	0,4	0	-0,4	-0,8	-1,2	-1,6	-1,8	
± 5	4,5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-4,5	
± 10	9	8	6	4	2	0	-2	-4	-6	-8	-9	
± 20	18	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-18	
± 50	45	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-45	
± 100	90	80	60	40	20	0	-20	-40	-60	-80	-90	

6.2.2.3 Значение основной приведенной погрешности определяется из выражения:

$$\gamma \leq \pm (\Delta / U_n) \cdot 100 \%, \quad (6.2.1)$$

где $\Delta = (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ/В – абсолютная погрешность измерения;
 j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;
 U_{jn} , мВ/В – номинальное значение входного сигнала в точке j ;
 $U_{jизм}$, мВ/В – измеренное значение входного сигнала;
 γ – основная приведенная погрешность каналов измерения, %;
 U_n , мВ/В – нормирующее значение измеряемой величины, равное верхнему пределу измерений.

6.2.2.4 Провести поверку остальных каналов модуля ADC6 по п.п.6.2.2.1 – 6.2.2.3.

6.2.2.5 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,03$ %. При погрешности, превышающей значение $\pm 0,03$ %, канал модуля ADC6 бракуют.

6.2.2.6 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.2.2.

Таблица 6.2.2

Номер измерительного канала	Верхний предел измерений U_n , мВ/В	Номинальное значение входного сигнала U_{jn} , мВ/В	Измеренное значение входного сигнала $U_{jизм}$, мВ/В	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ/В	Основная приведенная погрешность $\pm \gamma$ %

6.2.2.7 Определить основную приведенную погрешность первого канала модуля для верхнего предела измерений $U_n = \pm 1$ мВ/В ($U_m = 10$ В).

6.2.2.8 Установить напряжение питания мостов на модуле $U_m = 10$ В.

6.2.2.9 Задать от калибратора значения напряжений, указанные в таблице 6.2.3 и провести измерения.

Таблица 6.2.3

Верхний предел измерений, мВ/В, ($U_m = 10$ В)	Номинальные значения входных сигналов U_{jn} , мВ/В											
	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	
± 1	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	
± 2	1,8	1,6	1,2	0,8	0,4	0	-0,4	-0,8	-1,2	-1,6	-1,8	
± 5	4,5	4,0	3,0	2,0	1,0	0	-1,0	-2,0	-3,0	-4,0	-4,5	
± 10	9	8	6	4	2	0	-2	-4	-6	-8	-9,0	
± 20	18	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-18	
± 50	45	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-45	
± 100	90	80	60	40	20	0	-20	-40	-60	-80	-90	

6.2.2.10 Значение основной приведенной погрешности определяется из выражения (6.2.1) п. 6.2.2.3.

6.2.2.11 Провести поверку остальных каналов модуля ADC6.

6.2.2.12 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.2.2.

6.2.2.13 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,03\%$. При погрешности, превышающей значение $\pm 0,03\%$, канал модуля ADC6 бракуют.

6.3 Модуль АДС УНЧ

Назначение модуля – измерение сигналов тензорезисторных и индуктивных преобразователей силы, давления, перемещения с питанием преобразователей синусоидальным напряжением несущей частоты.

6.3.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования модуля АДС УНЧ в составе ИВК.

6.3.1.1 Собрать схему поверки модуля в соответствии с рисунком 6.3.1.

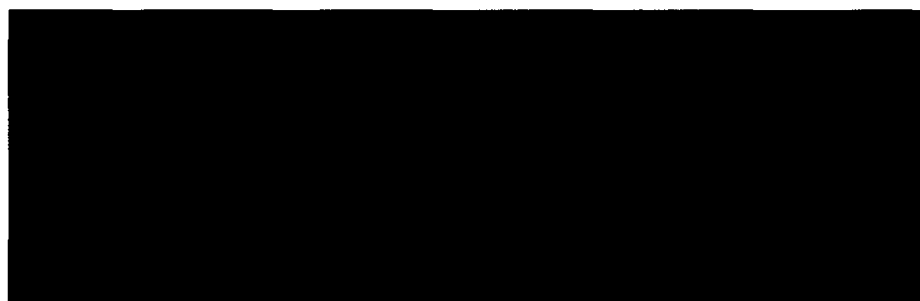


Рисунок 6.3.1 –Схема поверки модуля АДС УНЧ

6.3.1.2 Включить в сеть ИВК и рабочий эталон (тензокалибратор К3607) и прогреть их в течение одного часа. Установить на калибраторе напряжение, равным нулю.

6.3.1.3 Настроить режимы работы каналов:

- напряжение питания мостов, В 5;
- значение несущей частоты, кГц 5;
- верхний предел измеряемой величины U_n , мВ/В 1;
- частота среза фильтра нижних частот $F_{ср}$, Гц 500;
- компенсировать начальный разбаланс канала, используя органы балансировки «R» и «С».

6.3.1.4 Задать с тензокалибратора К3607 на вход канала модуля последовательно значения U_n , равными ± 1 мВ/В и произвести их измерения. Результат опробования считается удовлетворительным, если данные измерения не отличаются от номинальных значений больше, чем на $0,5\%$ для верхнего предела измерения $U_n = \pm 1$ мВ/В. Если это условие не выполняется, канал бракуют.

Примечание – Для получения отрицательных значений измеряемого сигнала необходимо переключателем «+», «-» на калибраторе КЗ607 сменить фазу несущей частоты на 180°.

6.3.1.5 Повторить операции п.п. 6.3.1.3 – 6.3.1.5 для опробования канала АДС УНЧ, установив режимы работы модуля:

- напряжение питания мостов, В 10;
- значения несущей частоты, кГц 10, 20.

6.3.2 Определение основной приведенной погрешности

6.3.2.1 Подключить калибратор КЗ607 ко входу канала модуля АДС УНЧ в соответствии с рисунком 6.3.1.

6.3.2.2 Настроить режимы работы АДС УНЧ по п. 6.3.1.4.

6.3.2.3 Задавать последовательно от калибратора КЗ607 значения, указанные в таблице 6.3.1 и провести измерение для выбранного предела измерений.

Таблица 6.3.1

Верхние пределы входных напряжений U_n , мВ/В, ($U_m = 5$ В)	Номинальные значения входных сигналов U_{jn} , мВ/В											
	± 1	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-0,9
± 2	1,8	1,6	1,2	0,8	0,4	0	-0,4	-0,8	-1,2	-1,6	-1,8	
± 4	4	3	2	1	0,5	0	-0,5	-1	-2	-3	-4	
± 8	8	6	4	2	1	0	-1	-2	-4	-6	-8	

6.3.2.4 Основная приведенная погрешность γ определяется из формулы:

$$\gamma \leq \pm (\Delta / U_n) \cdot 100 \% , \quad (6.3.1)$$

где $\Delta = (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ/В – абсолютная погрешность измерения;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

U_{jn} , мВ/В – номинальное значение входного сигнала в точке j ;

$U_{jизм}$, мВ/В – измеренное значение входного сигнала в точке j ;

γ – основная приведенная погрешность каналов измерения, %;

U_n , мВ/В – нормирующее значение измеряемой величины, равное верхнему пределу измерений.

6.3.2.5 Значение основной приведенной погрешности γ не должно превышать $\pm 0,5$ %.

6.3.2.6 Определить основную приведенную погрешность на остальных пределах измерения модуля АДС УНЧ, задавая значения входного сигнала, приведенные в таблице 6.3.1. В качестве нормирующего применяется значение верхнего предела измерения. Данные измерения после обработки заносятся в таблицу вида 6.3.3.

6.3.2.7 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,5\%$. При погрешности, превышающей значение $\pm 0,5\%$, канал модуля ADC УНЧ бракуют.

6.3.2.8 Установить напряжение питания мостов равным 10 В и частоту несущей последовательно 10 и 20 кГц и повторить операции п.п. 6.3.2.3 – 6.3.2.5.

Верхние пределы для напряжения питания мостов $U_m = 10$ В приведены в таблице 6.3.2.

Таблица 6.3.2

Верхние пределы входных напряжений, U_n , мВ/В, ($U_m = 10$ В)	Номинальные значения входных сигналов U_{jn} , мВ/В											
	$\pm 0,5$	0,45	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4
± 1	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-0,8	-0,9
± 2	1,8	1,6	1,2	0,8	0,4	0	-0,4	-0,8	-1,2	-1,6	-1,6	-1,8
± 4	4	3	2	1	0,5	0	-0,5	-1	-2	-3	-3	-4

6.3.2.9 Протокол с результатами поверки канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.3.3.

Таблица 6.3.3

Частота несущей $F_n = \dots$ кГц,		Напряжение питания мостов $U_m = \dots$ В			
Номер измерительного канала	Верхний предел измеряемых сигналов мВ/В	Номинальное значение входного сигнала U_{jn} , мВ/В	Измеренное значение входного сигнала $U_{jизм}$, мВ/В	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ/В	Основная приведенная погрешность $\pm \gamma, \%$

6.3.2.10 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,5\%$. При погрешности, превышающей $\pm 0,5\%$, канал модуля ADC УНЧ бракуют.

6.3.3 Определение относительной погрешности δ от неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) модуля ADC УНЧ

6.3.3.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 6.3.2.



Рисунок 6.3.2 – Схема для определения относительной погрешности $\delta_{\text{ч}}$ от неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) модуля АДС УНЧ. R1, R2 – резисторы типа С2-29 А – 0,125 Вт – 10 кОм \pm 0,05 %. R3 – магазин сопротивлений МСР-63, класс точности – 0,02. R3 = 0,03187 кОм

6.3.3.2 Установить на модуле:

- частоту несущей $F_{\text{н}}$, кГц 5;
- верхний предел измерения $U_{\text{н}}$, мВ 5;
- частоту среза фильтра ФНЧ $F_{\text{ср}}$, Гц 500.

6.3.3.3 Установить на выходе генератора напряжение 2,000 В (эффективное) с частотой $F_{\text{гз}} = 5$ кГц. Напряжение с выхода делителя $U = 4,5$ мВ (амплитудное).

6.3.3.4 Регулируя частоту генератора в области частот близких к $F_{\text{н}} = 5$ кГц, добиться на выходе канала напряжения с частотой, близкой к нулю по форме выходного сигнала, наблюдаемого на мониторе.

6.3.3.5 Последовательно изменять частоту генератора $F_{\text{гз}}$ сначала в сторону увеличения $F_{\text{гз}} = F_{\text{н}} + \Delta F$, а затем в сторону уменьшения относительно несущей частоты $F_{\text{гз}} = F_{\text{н}} - \Delta F$ в пределах частоты среза фильтра $F_{\text{ср}} = 500$ Гц. Провести измерения входного напряжения при каждом значении ΔF .

Значения разности частот $\pm \Delta F$ в полосе пропускания фильтра приведены в таблице 6.3.4.

Таблица 6.3.4

+ ΔF (Гц)	25	50	100	200	250	300	350
$U_{\text{ж}(+)}$ мВ (ампл)							
- ΔF (Гц)	25	50	100	200	250	300	350
$U_{\text{ж}(-)}$ мВ (ампл)							

6.3.3.6 Определить относительную погрешность $\delta_{\text{ч}(+)}$, $\delta_{\text{ч}(-)}$ от неравномерности АЧХ по формуле 6.3.2 при каждом значении $\pm \Delta F$ в полосе пропускания фильтра из выражений:

$$\delta_{\text{ч}(+)} = \frac{U_{\text{ж}(+)} - U_{\text{ж}(+)0,1F_{\text{ср}}}}{U_{\text{ж}(+)0,1F_{\text{ср}}}} \times 100\%, \quad \delta_{\text{ч}(-)} = \frac{U_{\text{ж}(-)} - U_{\text{ж}(-)0,1F_{\text{ср}}}}{U_{\text{ж}(-)0,1F_{\text{ср}}}} \times 100\% \quad (6.3.2)$$

где $\delta_{ч(+)}$, $\delta_{ч(-)}$ – значения относительной погрешности от неравномерности АЧХ при $F_{ГЗ} > F_{н}$ и $F_{ГЗ} < F_{н}$;

$U_{j(+)}$; $U_{j(-)}$; $U_{j(+),0,1F_{ср}}$; $U_{j(-),0,1F_{ср}}$ – значения напряжений, измеренных соответственно при значениях $\pm \Delta F$, приведенных в таблице 6.3.4 и $\pm \Delta F = 0,1 F_{ср} = 50$ Гц.

Определить относительную погрешность $\delta_{ч}$ от неравномерности АЧХ модуля АДС УНЧ из выражения 6.3.3. Результаты занести в протокол по форме таблицы 6.3.5.

$$\delta_{ч} = 0,5 [\delta_{ч(+)} + \delta_{ч(-)}] \% \quad (6.3.3)$$

Таблица 6.3.5

ΔF (Гц)	25	50	100	200	250	300	350
$\delta_{ч(+)}$							
$\delta_{ч(-)}$							
$\delta_{ч}$							

6.3.3.7 Повторить измерения по п.п. 6.3.3.3 – 6.3.3.5 для частот среза ФНЧ $F_{ср}$ равных 1000 и 2000 Гц. Выбор значения разностной частоты ΔF произвести в зависимости от частоты среза $F_{ср}$, $\Delta F = \pm (0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7) F_{ср}$. Частоту среза 5000 Гц устанавливают при частоте несущей 20 кГц. Определение погрешности от неравномерности АЧХ производить по п.6.3.3.6. Результаты измерения оформить в протоколы по форме таблицы 6.3.4.

Таблица 6.3.6

$+ \Delta F$ (Гц)	$0,1F_{ср}$	$0,2F_{ср}$	$0,3F_{ср}$	$0,4F_{ср}$	$0,5F_{ср}$	$0,6F_{ср}$	$0,7F_{ср}$
$U_{j(+)}$ мВ (ампл)							
$- \Delta F$ (Гц)	$0,1F_{ср}$	$0,2F_{ср}$	$0,3F_{ср}$	$0,4F_{ср}$	$0,5F_{ср}$	$0,6F_{ср}$	$0,7F_{ср}$
$U_{j(-)}$ мВ (ампл)							

6.3.3.8 Значение относительной погрешности $\delta_{ч}$ от неравномерности АЧХ не должно превышать значений $\delta_{ч} = \pm 3 \%$ до частоты среза $0,5 F_{ср}$ и $\pm 7 \%$ до частоты среза $0,7 F_{ср}$.

6.3.3.9 Определить погрешность от неравномерности АЧХ, повторив измерения по п.п. 6.3.3.3 – 6.3.3.7, для частот среза фильтра $F_{ср}$ равными 500; 1000; 2000 и 5000 Гц, установив последовательно несущую частоту $F_{н}$ равными 10 и 20 кГц. Частоту среза фильтра 5000 Гц устанавливают при частоте несущей 20 кГц.

6.3.3.10 Если измерения на всех каналах удовлетворяют требованиям пункта 6.3.3.8, то результаты поверки считаются положительными.

6.4 Модуль ADC УПТ

Назначение модуля – измерение напряжения в широкой полосе частот с выхода тензометрических мостов с питанием постоянным напряжением.

6.4.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования модуля ADC УПТ в составе ИВК.

6.4.1.1 Собрать схему поверки модуля в соответствии с рисунком 6.4.1

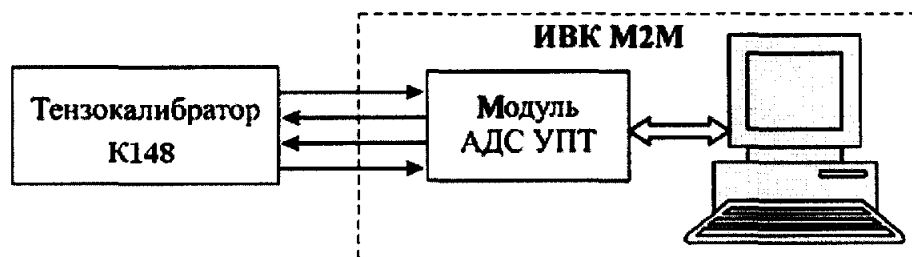


Рисунок 6.4.1 – Схема поверки модуля ADC УПТ

6.4.1.2 Включить ИВК и тензокалибратор и прогреть их в течение одного часа.

6.4.1.3 Установить на модуле ADC УПТ:

- верхний предел измерения U_n , мВ/В 1;
- напряжение питания мостов, В 5;
- программируемый коэффициент усиления K_u 10;
- полосу пропускания модуля F , кГц 100;
- фиксированный коэффициент усиления K_ϕ 50;
- смещение нуля, мВ 0.

Примечание – выбор значения напряжения питания тензомостов и соотношения фиксированного и программируемого коэффициентов усиления для определения пределов измерения приведен в Руководстве по эксплуатации на модуль ADC УПТ – М1555.110.00РЭ.

6.4.1.4 Установить на модуле режим «Измерение»:

- сбалансировать канал;
- задать с тензокалибратора К148 на вход канала модуля последовательно значения $U_{вх}$ равными 0,9 мВ/В, нуль и минус 0,9 мВ/В, где $U_n = 2$ мВ/В – нормирующее значение входного сигнала на выбранном пределе измерения.

Величина измеренного выходного сигнала не должны отличаться от заданных значений, больше чем на $\pm 0,5$ %.

6.4.2 Определение основной приведенной погрешности модуля ADC УПТ

6.4.2.1 Выполнить подготовку к измерениям согласно п.п. 6.4.1.1 – 6.4.1.3.

6.4.2.2 Выбрать верхний предел измерения равным 1 мВ/В, сбалансировать канал, задать с тензокалибратора значения сигнала, указанные в таблице 6.4.1 и провести измерения.

Таблица 6.4.1

Верхний предел измерения, мВ/В, ($U_n = 5 \text{ В}$)	Номинальные значения входных сигналов, мВ/В											
	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-0,9	
1												

Данные измерений после обработки занести в таблицу 6.4.2.

Таблица 6.4.2

Номер измерительного модуля АДС УПТ	Верхний предел измерения U_n , мВ/В	Номинальное значение выходного сигнала U_{jn} , мВ/В	Измеренное значение входного сигнала U_j , мВ/В	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ/В	Основная приведенная погрешность $\pm \gamma \%$

6.4.2.3 Определить основную приведенную погрешность γ из формулы:

$$\gamma = (\Delta / U_n) \cdot 100 \%, \quad (6.4.1)$$

где $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ/В – абсолютная погрешность измерения;

U_{jn} , мВ/В – номинальное значение выходного сигнала;

U_j , мВ/В – измеренное значение выходного сигнала;

j – номер измеренного значения входного сигнала;

U_n , мВ/В – нормирующее значение измеряемой величины, равное верхнему пределу измерений указанное в таблице 6.4.1.

6.4.2.4 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допустимого значения $\pm 0,5 \%$. При погрешности, превышающей значение $\pm 0,5 \%$, канал модуля АДС УПТ бракуют.

6.4.2.5 Определить основную приведенную погрешность на остальных пределах измерения модуля АДС УПТ, задавая значения входного сигнала, приведенные в таблице 6.4.3. В качестве нормирующего сигнала применяется значение верхнего предела измерений. Данные измерения после обработки заносятся в таблицу вида 6.4.2.

Таблица 6.4.3

Верхний предел измерения, мВ/В, ($U_m = 5$ В)	Номинальные значения входных сигналов, мВ/В											
± 2	1,8	1,6	1,2	0,8	0,4	0	-0,4	-0,8	-1,2	-1,6	-1,8	
± 5	4,5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-4,5	
± 10	9	8	6	4	2	0	-2	-4	-6	-8	-9	
± 20	18	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-18	
± 50	45	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-45	
± 100	90	80	60	40	20	0	-20	-40	-60	-80	-90	

6.4.2.6 Установить на модуле напряжение питания мостов $U_m = 10$ В. Определить основную приведенную погрешность на верхних пределах измерения, указанных в таблице 6.4.4, по методике, приведенной в п.6.4.2.3.

Таблица 6.4.4

Верхний предел измерения, мВ/В, ($U_m = 10$ В)	Номинальные значения входных сигналов, мВ/В											
± 1	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	
± 2	1,8	1,6	1,2	0,8	0,4	0	-0,4	-0,8	-1,2	-1,6	-1,8	
± 5	4,5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-4,5	
± 10	9	8	6	4	2	0	-2	-4	-6	-8	-9	
± 20	18	16	12	8	4	0	-4	-8	-12	-16	-18	
± 50	45	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-45	
± 100	90	80	60	40	20	0	-20	-40	-60	-80	-90	

6.4.2.7 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если они соответствуют требованиям п.6.4.2.3 и 6.4.2.4.

6.4.3 Определение относительной погрешности от неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) модуля ADC УПТ

6.4.3.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 6.4.2.

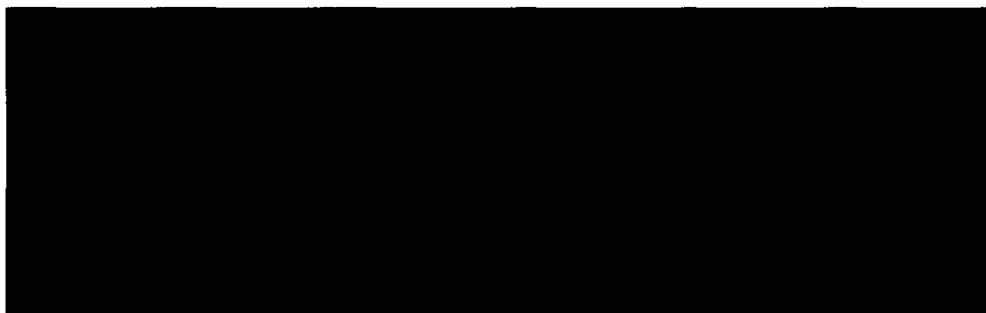


Рисунок 6.4.2– Схема определения относительной погрешности $\delta_{\text{чот}}$ неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) модуля АДС УПТ. R1, R2 – резисторы типа С2-29 А – 0,125 Вт – 10 кОм \pm 0,05 %. R3 – магазин сопротивлений МСР-63, класс точности – 0,02. R3 = 0,03187 кОм

6.4.3.2 Установить параметры модуля АДС УПТ по п 6.4.1.3. Задать на вход делителя напряжения с генератора ГЗ-110 переменное напряжение 2 В (эффективное) в диапазоне частот от 0,020 до 135 кГц на фиксированных частотах, приведенных в таблице 6.4.3 и зарегистрировать измеренное напряжение $U_{\text{изм}}$. Напряжение с выхода делителя напряжения определяется как $0,9 U_{\text{н}} = 4,5$ мВ (амплитудное).

Таблица 6.4.3

F, кГц	0,020	0,200	1,00	5,00	10,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0	135,0
U_j , мВ (ампл)											

6.4.3.3 Определить относительную погрешность от неравномерности АЧХ по формуле:

$$\delta_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{изм } 1,0 \text{ кГц}}}{U_{\text{изм } 1,0 \text{ кГц}}} \cdot 100 \% , \quad (6.4.2)$$

где $\delta_{\text{ч}}$ – относительная погрешность от неравномерности АЧХ;

$U_{\text{изм}}$; $U_{\text{изм } 1,0 \text{ кГц}}$ – соответственно напряжение, измеренное на частотах, указанных в таблице 6.4.3. В качестве нормирующего напряжения следует брать напряжение, измеренное на частоте 1 кГц.

Максимальная погрешность от неравномерности АЧХ должна быть не более 20 % – на частоте 100 кГц и не более 30 % – на частоте 135 кГц.

6.4.3.4 Повторить измерения по п.п. 6.4.3.1 для частот среза встроенного ФНЧ модуля АДС УПТ $F_{\text{ср}} = 1; 5; 10; 20$ кГц. Выбор частоты входного напряжения с генератора производить в зависимости от частоты среза фильтра нижних частот $F_{\text{ГЗ}} = (0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7) F_{\text{ср}}$. Определение погрешности от неравномерности АЧХ производить как в п.п. 6.4.3.2 относительно измеренного

значения напряжения $U_{\text{изм}}$ на частоте $F_{\Gamma} = 0,1 F_{\text{ср}}$. Результаты измерения занести в таблицу 6.4.4.

Значение относительной погрешности $\delta_{\text{ч}}$ от неравномерности АЧХ модуля ADC УПТ при работе с фильтром нижних частот не должно превышать на всех частотах $\delta_{\text{ч}} = \pm 3\%$ – до частоты среза фильтра $0,5 F_{\text{ср}}$ и не более $\pm 5\%$ – до частоты среза $0,7 F_{\text{ср}}$.

6.4.3.5 Если измерения на всех каналах удовлетворяют требованиям пункта 6.4.3.2, то результаты поверки считаются положительными.

Таблица 6.4.4

Частота среза фильтра $F_{\text{ср}} =$		
Частота F_{Γ} , кГц	Измеренное значение $U_{\text{изм}}$, В (ампл)	Относительная погрешность от неравномерности АЧХ, $\pm \delta_{\text{ч}},\%$
0,1 $F_{\text{ср}}$		
0,2 $F_{\text{ср}}$		
0,3 $F_{\text{ср}}$		
0,4 $F_{\text{ср}}$		
0,5 $F_{\text{ср}}$		
0,6 $F_{\text{ср}}$		
0,7 $F_{\text{ср}}$		

6.5 Модуль ADC64

Назначение модуля – измерение напряжений с источников сигналов с однополюсным и дифференциальным выходами.

6.5.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования каналов модуля ADC64 в составе ИВК.

6.5.1.1 Опробование каналов модуля ADC64 с однополюсным входом

6.5.1.1.1 Собрать схему поверки первого канала первого мезонина модуля в соответствии с рисунком 6.5.1а для однополюсного включения (32 канала на каждом из двух мезонинов). Включить в сеть ИВК и рабочий эталон – калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

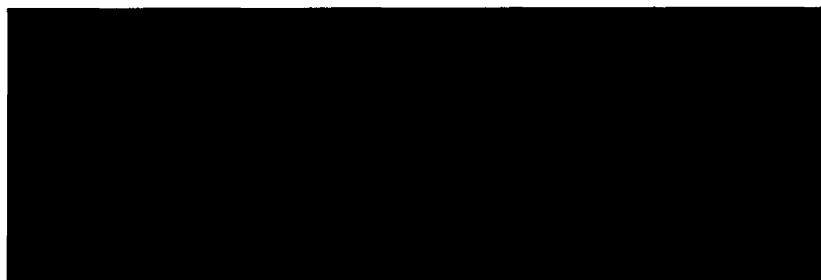


Рисунок 6.5.1а– Схема опробования и поверки канала модуля ADC64 с однополюсным входом

6.5.1.1.2 Задать от калибратора FLUKE-9100E на вход поверяемого канала модуля последовательно значения напряжения $U_{вх}$, равными плюс $0,9 U_n$, нуль и минус $0,9 U_n$, где $U_n = \pm (10; 5; 2; 1) В$ – нормирующее значение входного напряжения на выбранном пределе измерения.

6.5.1.1.3 Выполнить опробование остальных каналов модуля на каждом из двух мезонинов.

6.5.1.1.4 Результат опробования считается удовлетворительным, если значения измеренного напряжения отличаются от номинальных значений меньше, чем на $\pm 0,03 \%$.

6.5.1.2 Опробование каналов модуля ADC64 с дифференциальным входом

6.5.1.2.1 Собрать схему поверки первого канала первого мезонина модуля в соответствии с рисунком 6.5.1б для дифференциального включения (16 каналов на каждом из двух мезонинов). Включить в сеть ИВК и рабочий эталон – калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

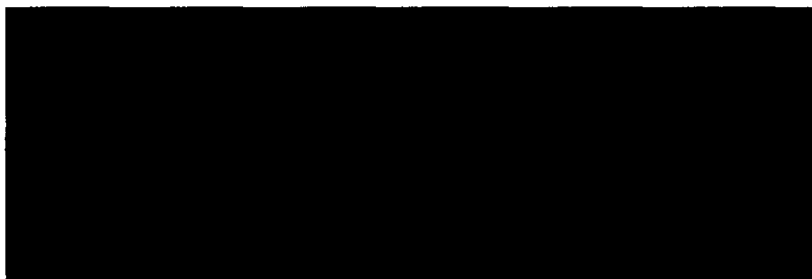


Рисунок 6.5.1б – Схема опробования и поверки канала модуля ADC64 с дифференциальным входом

6.5.1.2.2 Задать от калибратора FLUKE-9100E на вход поверяемого канала модуля последовательно значения напряжения $U_{вх}$, равными плюс $0,9 U_n$, нуль и минус $0,9 U_n В$, где $U_n = \pm (10; 5; 2; 1) В$ – нормирующее значение входного напряжения на выбранном пределе измерения.

6.5.1.2.3 Выполнить опробование остальных каналов на каждом из двух мезонинов модуля.

6.5.1.2.4 Результат опробования считается удовлетворительным, если значения измеренного напряжения отличаются от заданных значений меньше, чем на $\pm 0,03 \%$.

6.5.2 Определение основной приведенной погрешности

6.5.2.1 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля ADC64 с однополюсным входом

6.5.2.1.1 Собрать схему измерения для первого канала первого мезонина в соответствии с рисунком 6.5.1а. Установить на модуле верхний предел измерений $U_n = \pm 1,0$ В.

6.5.2.1.2 Подать на вход канала от калибратора FLUKE-9100E напряжения, значения которых устанавливаются в последовательности, указанной в таблице 6.5.1, и произвести их измерение.

Таблица 6.5.1

U_n , В	Номинальные значения входного напряжения U_{jn} , В						
$\pm 1,0$	0,900	0,600	0,300	0,000	- 0,300	- 0,600	- 0,900

6.5.2.1.3 Основная приведенная погрешность измерения γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / U_n) \cdot 100 \% , \quad (6.5.1)$$

где $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, В – абсолютная погрешность измерения;

U_{jn} , В – номинальное значение входного напряжения;

$U_{jизм}$, В – измеренное значение входного напряжения;

J – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

U_n , В – нормирующее значение входного напряжения;

Предел допускаемой основной приведенной погрешности каналов измерения напряжения $\gamma = \pm 0,03$ %.

6.5.2.1.4 Повторить измерения п.п. 6.5.2.1.1 – 6.5.2.1.3 на остальных пределах измерения, устанавливая номинальные значения в соответствии с таблицей 6.5.2.

Таблица 6.5.2

U_n , В	Номинальные значения входного напряжения U_{jn} , В						
$\pm 2,0$	1,800	1,200	0,600	0,000	- 0,600	- 1,200	- 1,800
$\pm 5,0$	4,500	3,000	1,500	0,000	- 1,500	- 3,000	- 4,500
$\pm 10,0$	9,000	6,000	3,000	0,000	- 3,000	- 6,000	- 9,000

6.5.2.1.5 Повторить измерения на остальных каналах первого и второго мезонинов модуля ADC64.

6.5.2.1.6 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля для заданного предела измерений выводится в конце измерений в форме таблицы 6.5.3.

Таблица 6.5.3

Модуль ADC64 Предел измерений «...» В; Мезонин № «...», вход однополюсный				
Номер измерительного канала	Номинальное значение входного сигнала U_{jn} , В	Измеренное значение входного сигнала $U_{jизм}$, В	Абсолютная погрешность $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, В	Основная приведенная погрешность, $\pm \gamma$, %

6.5.2.1.7 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допуссаемого значения $\pm 0,03$ %. Если приведенная погрешность больше значения $\pm 0,03$ %, то канал бракуется.

6.5.2.2 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля ADC64 с дифференциальным входом

6.5.2.2.1 При поверке модуля ADC64 в режиме с дифференциальными входами использовать схему соединения, представленную на рисунке 6.5.16.

Опробование и определение основной приведенной погрешности производится по методике п.п. 6.5.2.1.2 – 6.5.2.1.7 для каждого из двух мезонинов модуля.

6.6 Модуль ADC32

Назначение модуля – измерение с высоким быстродействием напряжения положительной полярности.

6.6.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования каналов модуля ADC32 в составе ИВК.

6.6.1.1 Собрать схему поверки канала модуля ADC32 в соответствии с рисунком 6.6.1.

Включить ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E в сеть и прогреть их в течение одного часа.

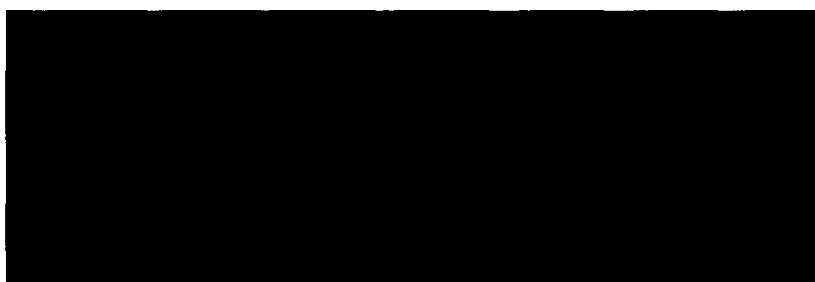


Рисунок 6.6.1 – Схема опробования и поверки модуля ADC32

6.6.1.2 Подать на вход первого канала первого мезонина модуля ADC32 от калибратора FLUKE-9100E последовательно значения входного напряжения равными нулю и 5 В и произвести измерения.

6.6.1.3 Провести опробование всех 32-х каналов на двух мезонинах модуля.

6.6.1.4 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение измеренного напряжения $U_{изм}$ с учетом начального сдвига нуля составляет $U_{изм} = (5 \pm 0,01) В$.

6.6.2 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля ADC32

6.6.2.1 Собрать схему измерения подключив первый канал первого мезонина в соответствии с рисунком 6.6.1.

6.6.2.2 Подать на вход канала последовательность напряжений от калибратора FLUKE-9100E в соответствии с таблицей 6.6.1 и произвести их измерение.

Таблица 6.6.1

$U_n, В$	Номинальные значения входного напряжения $U_{jn}, В$					
5	0,000	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000

6.6.2.3 Основная приведенная погрешность измерения γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / U_n) \cdot 100 \% , \quad (6.5.1)$$

где $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, В – абсолютная погрешность измерения;

$U_{jn}, В$ – номинальное значение входного напряжения;

$U_{jизм}, В$ – измеренное значение входного напряжения постоянного тока;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$U_n = 5,000 В$ – нормирующее значение измеряемой величины, равное верхнему пределу измерений.

Допускаемая основная приведенная погрешность не должна превышать значения $\gamma = \pm 0,05 \%$.

6.6.2.4 Повторить п.п. 6.6.2.2 – 6.6.2.3 на остальных каналах первого и второго мезонинов модуля ADC32.

6.6.2.5 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.6.2.

Таблица 6.6.2

Модуль ADC32 Мезонин « » Диапазон измерений от нуля до 5,000 В				
Номер измерительного канала	Номинальное значение входного сигнала $U_{jn}, В$	Измеренное значение входного сигнала $U_{jизм}, В$	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn}), В$	Основная приведенная погрешность $\pm \gamma, \%$

6.6.2.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,05\%$. Если приведенная погрешность больше значения $\pm 0,05\%$, то канал бракуется.

6.7 Модуль FDC16

Назначение модуля – измерение частоты переменного напряжения в диапазоне от 0,004 до $1 \cdot 10^6$ Гц.

6.7.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования каналов модуля FDC16 в составе ИВК.

6.7.1.1 Собрать схему поверки первого канала первого мезонина модуля FDC16 в соответствии с рисунком 6.7.1.

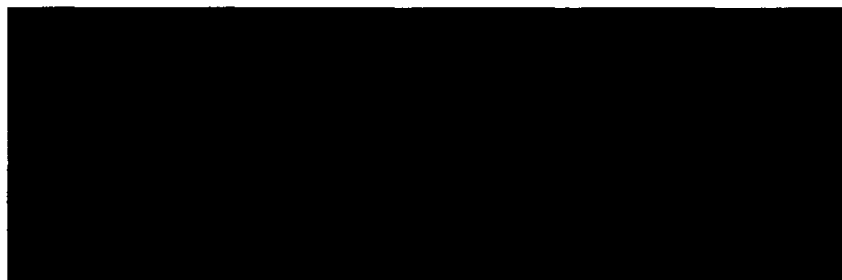


Рисунок 6.7.1–Схема опробования и поверки модуля FDC16

6.7.1.2 Включить в сеть ИВК, генератор ГСС-10 и прогреть их в течение одного часа. Установить генератор в режим МЕАНДР, уровень выходного напряжения – «ТТЛ».

Установить на модуле код диапазона измеряемых частот – «8».

6.7.1.3 Установить на генераторе частоту $F = 100$ Гц. Произвести измерение частоты на первом канале первого мезонина модуля FDC16.

6.7.1.4 Произвести измерение частоты на остальных каналах первого мезонина.

6.7.1.5 Выполнить опробование каналов на втором мезонине модуля FDC16.

6.7.1.6 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение измеренной частоты составляет $(100 \pm 0,005)$ Гц.

6.7.2 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля FDC16

6.7.2.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.7.1. Подключить к выходу генератора первый канал первого мезонина модуля. Установить генератор в режим «МЕАНДР», уровень выходного напряжения – «ТТЛ». Включить в сеть ИВК, генератор ГСС-10 и прогреть их в течение одного часа.

Установить на модуле код диапазона измеряемых частот – «8».

6.7.2.2 Последовательно задавать с генератора ряд частот в соответствии с таблицей 6.7.1 и регистрировать соответствующее значение частоты на поверяемом канале.

Таблица 6.7.1

F _Г	Гц						МГц
	1	10	100	1000	10000	100000	1
Физм, Гц							

6.7.2.3 Основная приведенная погрешность измерения на канале модуля FDC16 определяется по формуле (F_Г):

$$\gamma = \pm (\Delta / F_{Г}) \cdot 100 \% , \quad (6.7.1)$$

где Δ – абсолютная погрешность измерения:

$$\Delta = \pm (F_{\text{Физм}} - F_{Г}), \text{ Гц} \quad (6.7.2)$$

F_Г, Гц – верхняя граница диапазона генератора;

F_{Физм}, Гц – частота, измеренная на поверяемом канале модуля FDC16.

Допускаемая основная приведенная погрешность γ не должна превышать значения ± 0,005 %.

6.7.2.4 Выполнить измерения на остальных каналах каждого из двух мезонинов модуля FDC16.

6.7.2.5 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.7.2.

Таблица 6.7.2

Модуль FDC16	Код диапазона «...»			Канал № «...»		Мезонин № «...»	
F _Г , Гц	1	10	100	1000	10000	100000	1 · 10 ⁶
Физм, Гц							
Δ, Гц							
± γ, %							

6.7.2.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения ± 0,005 %. Если приведенная погрешность больше значения ± 0,005 %, то канал бракуется.

Примечание – Поверка модуля FDC16, приведенная выше, рекомендуется при использовании в наиболее типичном для большинства применений диапазоне частот.

При необходимости поверить модуль FDC16 на других диапазонах частот следует:

- выбрать нужный код диапазона измерений от нуля до 15 из таблицы 6.7.4;

- выбрать номер канала измерений от нуля до 7;
- установить на генераторе минимальную частоту $F_{\text{мин}}$, соответствующую значению выбранного кода измерений, указанному в таблице 6.7.3.

Таблица 6.7.3

Код диапазона измеряемых частот	Минимальная частота входного сигнала, Гц	Частота генератора, $F_{\text{мин}}$, Гц
0	0,0038	0,004
1	0,0076	0,008
2	0,0150	0,016
3	0,0300	0,032
4	0,0610	0,062
5	0,1220	0,125

Продолжение таблицы 6.7.3

Код диапазона измеряемых частот	Минимальная частота входного сигнала, Гц	Частота генератора, $F_{\text{мин}}$, Гц
6	0,2440	0,250
7	0,4880	0,500
8	0,9760	1
9	1,9530	2
10	3,9060	4
11	7,8120	8
12	15,6250	16
13	31,2500	32
14	62,5000	64
15	125	128

Задать с генератора последовательно ряд частот, значения которых определять, как $F_{\text{Г}} = F_{\text{Гмин}} \cdot K$, где $K - 1; 10; 100; 1000; 10000$.

Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.7.3.

Если приведенная погрешность превышает значения $\pm 0,005\%$, – канал бракуется.

6.8 Модуль RDC32

Назначение модуля – измерение температуры с термометров сопротивлений, соединенными по трехпроводной схеме.

6.8.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования модуля RDC32 в составе ИВК.

6.8.1.1 Собрать схему поверки модуля RDC32 в соответствии с рисунком 6.8.1.

Включить в сеть ИВК и прогреть его в течение одного часа.



Рисунок 6.8.1– Схема опробования и поверки канала модуля RDC32 для работы с терморезистором, соединенным по трёхпроводной схеме

6.8.1.2 Установить на вход первого канала первого мезонина модуля с магазина сопротивлений ММЭС Р3026-2 последовательно значения сопротивлений равными 100 и 140 Ом и провести измерения. Разница в измеренных значениях сопротивления с учетом начального сдвига нуля должна составлять 40 Ом.

6.8.1.3 Выполнить опробование остальных каналов на четырёх мезонинах модуля RDC32.

6.8.1.4 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение разницы в измеренных значениях сопротивления $R_{изм} = (40 \pm 0,04)$ Ом.

6.8.2 Определение основной приведенной погрешности

6.8.2.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.8.1. Установить на образцовом магазине сопротивлений ММЭС Р3026-2 значение сопротивления равным 100 Ом.

6.8.2.2 Задать последовательно с магазина сопротивлений ММЭС Р3026-2 на вход первого канала первого мезонина модуля RDC32 значения сопротивления в соответствии с таблицей 6.8.1 и произвести их измерение.

Таблица 6.8.1

Верхний предел измерений, Ом	Номинальные значения входного сопротивления R_{jn} , Ом				
	100	110	120	130	140
140					

6.8.2.3 Основная приведенная погрешность γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / R_{jn}) \cdot 100 \%, \quad (6.8.1)$$

где $\Delta = \pm (R_{изм} - R_{jn})$, Ом – абсолютная погрешность каналов измерения сигналов термометров сопротивления;

R_{jn} , Ом – номинальное значение сопротивления входного сигнала;

$R_{изм}$, Ом – измеренное значение сопротивления входного сигнала;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$R_n = 140, \text{ Ом}$ – нормирующее сопротивление терморезистора.

Допускаемая основная приведенная погрешность γ не должна превышать значения $\pm 0,1\%$.

6.8.2.4 Выполнить измерения на остальных каналах каждого из четырёх мезонинов модуля RDC32.

6.8.2.5 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.8.2.

Таблица 6.8.2

Модуль RDC32 Мезонин № « »				
Номер измерительного канала	Номинальное значение сопротивления входного сигнала $R_{jn}, \text{ Ом}$	Измеренное значение сопротивления входного сигнала $R_{jизм}, \text{ Ом}$	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (R_{jизм} - R_{jn}), \text{ Ом}$	Основная приведенная погрешность $\pm \gamma, \%$

6.8.2.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,1 \%$.

6.9 Модуль IDC32

Назначение модуля – измерение напряжений и токов положительной полярности. Исполнение модуля имеет несколько модификаций, предназначенных для работы с различными типами входных сигналов: источники тока в диапазонах от нуля до 20 мА и от нуля до 5 мА, источники постоянного напряжения – от нуля до 20 мВ и от нуля до 2 В.

Опробование и поверка характеристик выполняется для модификации модуля, указанных пользователем (98149РЭ, таблица 2)

6.9.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования модуля IDC32 в составе ИВК.

6.9.1.1 Опробование каналов модуля IDC32 при работе с источником тока в диапазоне от нуля до 5 мА (модификация 98149-1)

6.9.1.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.9.1.

Включить ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E в сеть и прогреть в течение одного часа.



Рисунок 6.9.1 – Схема опробования и поверки канала модуля IDC32 всех модификаций

6.9.1.1.2 Подать на вход первого канала первого мезонина модуля IDC32 от калибратора последовательно значения входного тока нуль и 5 мА и провести измерения.

6.9.1.1.3 Выполнить опробование остальных семи каналов в первом мезонине модуля.

6.9.1.1.4 Выполнить опробование каналов в остальных трёх мезонинах модуля.

6.9.1.1.5 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение измеренного тока составляет $(5 \pm 0,005)$ мА.

6.9.1.2 Опробование каналов модуля IDC32 при работе с источником постоянного тока в диапазоне от нуля до 20 мА

6.9.1.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.9.1.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE -9100E и прогреть их в течение одного часа.

6.9.1.2.2 Подать на вход первого канала первого мезонина модуля IDC32 с тензокалибратора последовательно значения входного тока нуль и 20 мА и провести измерения.

6.9.1.2.3 Выполнить опробование остальных семи каналов в первом мезонине модуля.

6.9.1.2.4 Выполнить опробование всех каналов в остальных трёх мезонинах модуля.

6.9.1.2.5 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение измеренного тока составляет $I_{\text{изм}} = (20 \pm 0,02)$ мА.

6.9.1.3 Опробование каналов модуля IDC32 при работе с источником постоянного напряжения в диапазоне от нуля до 20 мВ

6.9.1.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.9.1.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

6.9.1.3.2 Подать на вход первого канала первого мезонина модуля IDC32 от калибратора последовательно значения входного напряжения нуль и 20 мВ и провести измерения.

6.9.1.3.3 Выполнить опробование остальных семи каналов в мезонине модуля.

6.9.1.3.4 Выполнить опробование всех каналов в остальных трёх мезонинах модуля.

6.9.1.3.5 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение измеренного напряжения составляет $U_{\text{изм}} = (20 \pm 0,02)$ мВ.

6.9.1.4 Опробование каналов модуля IDC32 при работе с источником постоянного напряжения в диапазоне от нуля до 2 В

6.9.1.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.9.1.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон – тензокалибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

6.9.1.4.2 Подать на вход первого канала первого мезонина модуля IDC32 с тензокалибратора последовательно значения входного напряжения нуль и 2В и провести измерения.

6.9.1.4.3 Провести опробование остальных семи каналов в мезонине модуля.

6.9.1.4.4 Выполнить опробование всех каналов в остальных трёх мезонинах модуля.

6.9.1.4.5 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение измеренного напряжения составляет $U_{\text{изм}} = (2 \pm 0,002)$ В.

6.9.2 Определение основной приведенной погрешности модуля IDC32

6.9.2.1 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля IDC32 при работе с источником тока в диапазоне от нуля до 5 мА

6.9.2.1.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.9.1

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

Установить на калибраторе FLUKE-9100E ток $I_{\text{вх}}$ равным нулю миллиампер.

6.9.2.1.2 Подать на вход первого канала первого мезонина модуля IDC32 от калибратора FLUKE-9100E последовательно значения тока в соответствии с таблицей 6.9.1 и провести измерения входного тока.

Таблица 6.9.1

Верхний предел измерений	Номинальные значения входного тока I_{jn} , мА					
5 мА	0	1	2	3	4	5

6.9.2.1.3 Основная приведенная погрешность измерения канала γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / I_n) \cdot 100 \%, \quad (6.9.1)$$

где $\Delta = \pm (I_{jизм} - I_{jn})$, мА – абсолютная погрешность измерения канала;

I_{jn} , мА – номинальное значение входного тока;

$I_{jизм}$, мА – измеренное значение входного тока с учетом начального сдвига нуля;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$I_n = 5$ мА – нормирующее значение тока.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma = \pm 0,1 \%$.

6.9.2.1.4 Выполнить измерения на остальных семи каналах мезонина модуля IDC32.

6.9.2.1.5 Последовательно провести поверку каналов остальных трёх мезонинов модуля IDC32.

6.9.2.1.6 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля IDC32 выводится в конце измерений в форме таблицы 6.9.2.

Таблица 6.9.2

Модуль IDC32		Мезонин « »		Предел измерений – 5 мА	
Номер измерительного канала	Номинальное значение входного тока I_{jn} , мА	Измеренное значение входного сигнала $I_{jизм}$, мА	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (I_{jизм} - I_{jn})$, мА	Основная приведенная погрешность $\pm \gamma$, %	

6.9.2.1.7 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,1 \%$. Если приведенная погрешность больше значения $\pm 0,1 \%$, то канал бракуется.

6.9.2.2 Поверка основной приведенной погрешности каналов модуля IDC32 при работе с источником постоянного тока в диапазоне от нуля до 20 мА

6.9.2.2.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.9.1.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

Установить на калибраторе ток $I_{вх}$ равным нулю миллиампер.

6.10.2.2.2 Подать на вход первого канала первого мезонина модуля IDC32 от калибратора FLUKE-9100E последовательно значения тока в соответствии с таблицей 6.9.3 и провести измерения входного тока.

Таблица 6.9.3

Верхний предел измерений, мА	Номинальные значения входного тока $I_{н}$, мА					
	0	4	8	12	16	20
20						

6.9.2.2.3 Основная приведенная погрешность измерения γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / I_n) \cdot 100 \%, \quad (6.9.2)$$

где $\Delta = \pm (I_{изм} - I_n)$, мА – абсолютная погрешность измерения канала;

I_n , мА – номинальное значение входного тока;

$I_{изм}$, мА – измеренное значение входного тока с учетом начального сдвига нуля;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$I_n = 20$ мА – нормирующее значение тока.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma = \pm 0,1 \%$.

6.9.2.2.4 Выполнить измерения на остальных семи каналах мезонина модуля IDC32.

6.9.2.2.5 Последовательно провести поверку каналов остальных трёх мезонинов модуля IDC32.

6.9.2.2.6 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля IDC32 выводится в конце измерений в форме таблицы 6.9.4.

Таблица 6.9.4

Модуль IDC32		Мезонин « »		Предел измерений – 20 мА	
Номер измерительного канала	Номинальное значение входного тока I_n , мА	Измеренное значение входного сигнала $I_{изм}$, мА	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (I_{изм} - I_n)$, мА	Основная приведенная погрешность $\pm \gamma \%$	

6.9.2.2.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,1 \%$. Если приведенная погрешность больше значения $\pm 0,1 \%$, то канал бракуется.

6.9.2.3 Поверка основной приведенной погрешности каналов модуля IDC32 при работе с источником постоянного напряжения в диапазоне от нуля до 20 мВ

6.9.2.3.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.9.1.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

Установить на калибраторе FLUKE-9100E напряжение $U_{вх}$ равным нулю милливольт.

6.9.2.3.2 Подать на вход первого канала первого мезонина модуля IDC32 от калибратора FLUKE-9100E последовательно значения напряжения в соответствии с таблицей 6.9.5 и провести измерения.

Таблица 6.9.5

Верхний предел измерений, мВ	Номинальные значения входного напряжения, U_{jn} , мВ					
	0	4	8	12	16	20
20	0	4	8	12	16	20

6.9.2.3.3 Основная приведенная погрешность γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / U_n) \cdot 100 \% , \quad (6.9.3)$$

где $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ – абсолютная погрешность каналов измерения входного напряжения с учетом начального сдвига нуля;

U_{jn} , мВ – номинальное значение входного напряжения в измеряемых точках;

$U_{jизм}$, мВ – измеренное значение входного напряжения;

J – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$U_n = 20$ мВ – нормирующее значение напряжения.

Основная приведенная погрешность не должна превышать $\pm 0,1 \%$.

6.9.2.3.4 Выполнить измерения на остальных семи каналах мезонина модуля IDC32.

6.9.2.3.5 Последовательно провести поверку всех каналов остальных трёх мезонинов модуля IDC32.

6.9.2.3.6 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля IDC32 выводится в конце измерений в форме таблицы 6.9.6.

Таблица 6.9.6

Модуль IDC32		Мезонин « »		Предел измерений – 20 мВ	
Номер измерительного канала	Номинальное значение входного тока U_{jn} , мВ	Измеренное значение входного сигнала $U_{jизм}$, мВ	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ	Основная приведенная погрешность $\pm \gamma$, %	

6.9.2.3.7 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,1 \%$. Если приведенная погрешность больше $\pm 0,1 \%$, то канал бракуется.

6.9.2.4 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля IDC32 при работе с источником постоянного напряжения в диапазоне от нуля до 2 В

6.9.2.4.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.9.1.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и програть их в течение одного часа.

Установить на калибраторе FLUKE-9100E напряжение $U_{вх}$ равным нулю милливольтам.

6.9.2.4.2 Подать на вход первого канала первого мезонина модуля IDC32 от калибратора FLUKE-9100E последовательно значения напряжения в соответствии с таблицей 6.9.7 и провести измерения.

Таблица 6.9.7

Верхний предел измерений, В	Номинальные значения входного напряжения U_{jn} , В				
	0	0,5	1,0	1,5	2,0
2,0					

6.9.2.4.3 Основная приведенная погрешность γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / U_n) \cdot 100 \% , \quad (6.9.4)$$

где $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ – абсолютная погрешность каналов измерения входного напряжения с учетом начального сдвига нуля;

U_{jn} , В – номинальное значение входного напряжения в измеряемых точках;

$U_{jизм}$, В – измеренное значение входного напряжения;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$U_n = 2$ В – нормирующее значение напряжения.

Предел основной приведенной погрешности $\gamma = \pm 0,1$ %.

6.9.2.4.4 Выполнить измерения на остальных семи каналах мезонина модуля IDC32.

6.9.2.4.5 Последовательно провести поверку всех каналов остальных трёх мезонинов модуля IDC32.

6.9.2.4.6 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля IDC32 выводится в конце измерений в форме таблицы 6.9.8.

Таблица 6.9.8

Модуль IDC 32		Мезонин « »		Предел измерений – 2 В	
Номер измерительного канала	Номинальное значение входного тока U_{jn} , В	Измеренное значение входного сигнала $U_{jизм}$, В	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, В	Основная приведенная погрешность, $\pm \gamma$, %	

6.9.2.3.7 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,1 \%$. Если приведенная погрешность больше значения $\pm 0,1 \%$, то канал бракуется.

6.10 Модуль RDC16

Назначение модуля – измерение сигналов с различных типов датчиков (токовая петля, термопары, терморезисторы, источники тока в диапазоне от нуля до 20 мА и источники напряжения в диапазонах от нуля до 20 мВ и от нуля до 2,5 В).

6.10.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования модуля RDC16 в составе ИВК. Опробование и поверка характеристик выполняется для модификации модуля, указанной пользователем.

6.10.1.1 Опробование каналов модуля RDC16 при работе с токовой петлей

6.10.1.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.10.1.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

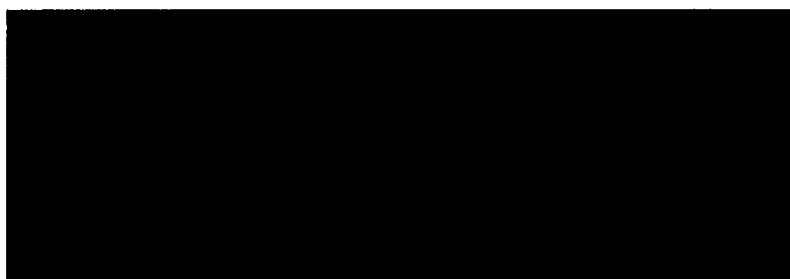


Рисунок 6.10.1 – Схема опробования и поверки канала модуля RDC16 для работы с токовой петлей

6.10.1.1.2 Подать на вход первого канала модуля от калибратора последовательно значения входного тока равными нулю и 20 мА и провести измерения.

6.10.1.1.3 Выполнить опробование остальных 15 каналов модуля.

6.10.1.1.4 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение измеренного тока составляет $(20 \pm 0,02)$ мА.

6.10.1.2 Опробование каналов модуля RDC16 при работе с терморезистором, соединенным по трёхпроводной схеме

6.10.1.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.10.2.



Рисунок 6.10.2 – Схема опробования и поверки канала модуля RDC16 для работы с терморезистором, соединенным по трёхпроводной схеме

6.10.1.2.2 Установить на вход первого канала модуля магазином сопротивлений последовательно значения 100 и 140 Ом и провести измерения.

6.10.1.2.3 Выполнить опробование остальных 15 каналов модуля.

6.10.1.2.4 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение разницы в измеренных значениях сопротивления ($40 \pm 0,04$) Ом.

6.10.1.3 Опробование каналов модуля RDC16 при работе с терморезистором, соединенным по четырёхпроводной схеме

6.10.1.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.10.3.

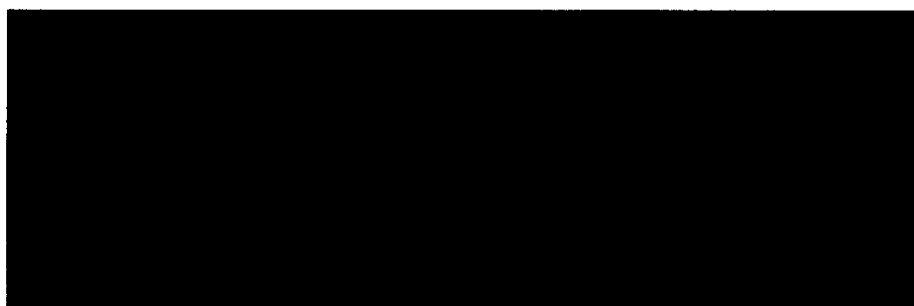


Рисунок 6.10.3 – Схема опробования и поверки канала модуля RDC16 для работы с терморезистором, соединенным по четырёхпроводной схеме

6.10.1.3.2 Установить на вход первого канала модуля с магазина сопротивлений последовательно значения равными 100 и 140 Ом и провести измерения.

6.10.1.3.2 Установить на вход первого канала модуля с магазина сопротивлений последовательно значения равными 100 и 140 Ом и провести измерения.

6.10.1.3.3 Выполнить опробование остальных 15 каналов модуля.

6.10.1.3.4 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение разницы в измеренных значениях сопротивления $R_{изм} = (40 \pm 0,02)$ Ом.

6.10.1.4 Опробование каналов модуля RDC16 при работе с источником постоянного напряжения в диапазоне от нуля до 20 мВ

6.10.1.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.10.4.



Рисунок 6.10.4 – Схема опробования и поверки канала модуля RDC16 для измерения постоянного напряжения в диапазонах от нуля до 20 мВ и от нуля до 2,5 В

6.10.1.4.2 Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

6.10.1.4.3 Подать на вход первого канала модуля от калибратора последовательно значения входного напряжения, равными нулю и 20 мВ, и произвести измерения.

6.10.1.4.4 Провести опробование остальных 15 каналов модуля.

6.10.1.4.5 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение измеренного напряжения составляет $U_{\text{изм}} = (20 \pm 0,01)$ мВ.

6.10.1.5 Опробование каналов модуля RDC16 при работе с источником постоянного напряжения в диапазоне от нуля до 2,5 В

6.10.1.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.10.4.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

6.10.1.5.2 Подать на вход первого канала модуля от калибратора последовательно значения входного напряжения равными нулю и 2,5 В и произвести измерения.

6.10.1.5.3 Выполнить опробование остальных 15 каналов модуля.

6.10.1.5.4 Результат опробования считается удовлетворительным, если значение измеренного напряжения составляет $U_{\text{изм}} = (2,500 \pm 1)$ мВ.

6.10.2 Определение основной приведенной погрешности

6.10.2.1 Определение основной приведенной погрешности для каналов модуля RDC16 при работе с токовой петлей

6.10.2.1.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.10.1. Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

Установить на калибраторе FLUKE-9100E ток $I_{\text{вх}}$ равным нулю миллиампер.

6.10.2.1.2 Подать на вход первого канала модуля RDC16 с тензокалибратора FLUKE-9100E последовательно значения тока в соответствии с таблицей 6.10.1 и провести измерения входного тока.

Таблица 6.10.1

Верхний предел измерений, мА	Номинальные значения входного тока I_{jn} , мА					
20	0	4	8	12	16	20

6.10.2.1.3 Основная приведенная погрешность измерения γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / I_n) \cdot 100 \% , \quad (6.10.1)$$

где $\Delta = \pm (I_{jизм} - I_{jn})$, мА – абсолютная погрешность измерения канала;

I_{jn} , мА – номинальное значение входного тока;

$I_{jизм}$, мА – измеренное значение входного тока с учетом начального сдвига нуля;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$I_n = 20$ мА – нормирующее значение тока.

Допускаемая основная приведенная погрешность γ не должна превышать значения $\pm 0,025$ %.

6.10.2.1.4 Выполнить измерения на остальных 15 каналах модуля RDC16.

6.10.2.1.5 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.10.2.

Таблица 6.10.2

Модуль RDC16			Предел измерений – 20 мА	
Номер измерительного канала	Номинальное значение входного тока I_{jn} , мА	Измеренное значение входного сигнала $I_{jизм}$, мА	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (I_{jизм} - I_{jn})$, мА	Допускаемая основная приведенная погрешность, $\pm \gamma$, %

6.10.2.1.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,025$ %. Если приведенная погрешность больше $\pm 0,025$ %, то канал бракуется.

6.10.2.2 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля RDC16 при работе с терморезистором, соединенным по трёхпроводной схеме

6.10.2.2.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.10.2.

Установить на образцовом магазине сопротивлений ММЭС Р3026-2 значение сопротивления R равным 100,000 Ом.

6.10.2.2.2 Установить на вход первого канала модуля RDC16 с магазина сопротивлений последовательно значения сопротивления в соответствии с таблицей 6.10.3 и произвести измерения.

Таблица 6.10.3

Верхний предел измерений, Ом	Номинальные значения входного сопротивления R_{jn} , Ом				
	100	110	120	130	140
140					

6.10.2.2.3 Основная приведенная погрешность γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / R_n) \cdot 100 \%, \quad (6.10.2)$$

где $\Delta = \pm (R_{jизм} - R_{jn})$, Ом – абсолютная погрешность каналов измерения сигналов термометров сопротивления с учетом поправки на начальное значение;

R_{jn} , Ом – номинальное значение измеряемого сопротивления;

$R_{jизм}$, Ом – измеренное значение сопротивления;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$R_n = 140$ Ом – нормирующее сопротивление терморезистора.

Допускаемая основная приведенная погрешность γ не должна превышать значения $\pm 0,1 \%$.

6.10.2.2.4 Выполнить измерения на остальных 15 каналах модуля RDC16

6.10.2.2.5 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.10.4.

Таблица 6.10.4

Модуль RDC16		Предел измерений – 140 Ом		
Номер измерительного канала	Номинальное значение сопротивления входного сигнала R_{jn} , Ом	Измеренное значение сопротивления входного сигнала $R_{jизм}$, Ом	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (R_{jизм} - R_{jn})$, Ом	Основная приведенная погрешность, $\pm \gamma$, %

6.10.2.2.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,1 \%$. Если приведенная погрешность больше значения $\pm 0,1 \%$, то канал бракуется.

6.10.2.3 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля RDC16 при работе с терморезистором, соединенным по четырёхпроводной схеме

6.10.2.3.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.10.3.

Установить на образцовом магазине сопротивлений значение сопротивления R равным 100,000 Ом.

6.10.2.3.2 Провести поверку модуля по методике п. 6.10.2.2.

6.10.2.3.3 Основная приведенная погрешность γ определяется аналогично п. 6.10.2.2.3.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma = \pm 0,1 \%$.

6.10.2.3.4 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.10.5.

Таблица 6.10.5

Модуль RDC16		Предел измерений—140 Ом		
Номер измерительного канала	Номинальное значение сопротивления входного сигнала R_{jn} , Ом	Измеренное значение сопротивления входного сигнала $R_{jизм}$, Ом	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (R_{jизм} - R_{jn})$, Ом	Основная приведенная погрешность, $\pm \gamma, \%$

6.10.2.3.5 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,1 \%$. Если приведенная погрешность больше значения $\pm 0,1 \%$, то канал бракуется.

6.10.2.4 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля RDC16 при работе с источником напряжения в диапазоне от нуля до 20 мВ

6.10.2.4.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.10.4.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

Установить на тензокалибраторе напряжение $U_{вх}$ равным нулю милливольт.

6.10.2.4.2 Подать на вход первого канала модуля с тензокалибратора последовательно значения входного напряжения в соответствии с таблицей 6.10.6 и произвести измерения.

Таблица 6.10.6

Верхний предел измерений, мВ	Номинальные значения входного напряжения U_{jn} , мВ					
	0	4	8	12	16	20
20						

6.10.2.4.3 Основная приведенная погрешность γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / U_n) \cdot 100 \%, \quad (6.10.3)$$

где $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ – абсолютная погрешность каналов измерения входного напряжения с учетом начального сдвига нуля;

U_{jn} , мВ – номинальное значение входного напряжения в измеряемых точках;

$U_{jизм}$, мВ – измеренное значение входного напряжения;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$U_n = 20$ мВ – нормирующее напряжение.

Основная приведенная погрешность γ не должна превышать значения $\pm 0,05$ %.

6.10.2.4.4 Выполнить измерения на остальных 15 каналах модуля RDC16.

6.10.2.4.5 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.10.7.

Таблица 6.10.7

Модуль RDC16		Предел измерений – 20 мВ		
Номер измерительного канала	Номинальное значение входного напряжения U_{jn} , мВ	Измеренное значение входного сигнала $U_{jизм}$, мВ	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, мВ	Основная приведенная погрешность, $\pm \gamma, \%$

6.10.2.4.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,05$ %. Если приведенная погрешность больше $\pm 0,05$ %, то канал бракуется.

6.10.2.5 Определение основной приведенной погрешности каналов модуля RDC16 при работе с источником напряжения в диапазоне от нуля до 2,5 В

6.10.2.5.1 Собрать схему измерения в соответствии с рисунком 6.10.4.

Включить в сеть ИВК и рабочий эталон-калибратор FLUKE-9100E и прогреть их в течение одного часа.

Установить на тензокалибраторе напряжение $U_{вх}$ равным нулю микровольт.

6.10.2.5.2 Подать на вход первого канала модуля от калибратора последовательно значения входного напряжения в соответствии с таблицей 6.10.8 и произвести измерения.

Таблица 6.10.8

Верхний предел измерений, В	Номинальные значения входного напряжения U_{jn} , В					
2,5	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5

6.10.2.5.5 Основная приведенная погрешность γ определяется из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / U_n) \cdot 100 \%, \quad (6.10.4)$$

где $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, В – абсолютная погрешность каналов измерения входного напряжения с учетом начального сдвига нуля;

U_{jn} , В – номинальное значение входного напряжения в измеряемых точках;

$U_{jизм}$ – измеренное значение входного напряжения;

j – номер поверяемой точки на диапазоне измерений;

$U_n = 2,5$ В – нормирующее напряжение.

Основная приведенная погрешность γ не должна превышать $\pm 0,025$ %.

6.10.2.5.4 Выполнить измерения на остальных 15 каналах модуля RDC16.

6.10.2.5.5 Протокол с результатами поверки каждого канала модуля выводится в конце измерений в форме таблицы 6.10.9.

Таблица 6.10.9

Модуль RDC16		Предел измерений – 2,5 В		
Номер измерительного канала	Номинальное значение входного напряжения U_{jn} , В	Измеренное значение входного сигнала $U_{jизм}$, В	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, В	Основная приведенная погрешность, $\pm \gamma$, %

6.10.2.5.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках диапазона измерений основная приведенная погрешность не превышает предела допускаемого значения $\pm 0,025$ %. Если приведенная погрешность больше значения $\pm 0,025$ %, то канал бракуется.

6.11 Модуль DAC32

Назначение модуля – формирование аналоговых выходных сигналов в диапазоне от минус 10 В до плюс 10 В в соответствии с шестнадцатиразрядным двоичным кодом на входе.

6.11.1 Опробование

При опробовании необходимо выполнить проверку функционирования каналов модуля DAC32 в составе ИВК.

6.11.1.1 Собрать схему поверки первого канала первого мезонина модуля в соответствии с рисунком 6.11.1.



Рисунок 6.11.1 – Схема опробования и поверки модуля DAC32

6.11.1.2 Подать на вход первого канала модуля последовательный десятичный код 32767 с комплекса ИВК М2М и провести измерение аналогового напряжения на его выходе.

6.11.1.3 Провести опробование остальных каналов в первом и втором мезонинах модуля по методике п.п. 6.11.1.1 – 6.11.1.2.

6.11.1.4 Результаты опробования каналов считаются удовлетворительными, если значения выходного напряжения находятся в пределах $(10 \pm 0,025)$ В.

6.11.2 Определение основной приведенной погрешности

6.11.2.1 Подключить на выход поверяемого канала цифровой вольтметр и задать на вход канала последовательность значений десятичных кодов, указанные в таблице 6.11.1 и произвести измерения напряжения на выходе канала.

Таблица 6.11.1

Номинальные значения входных десятичных кодов, (бит)	32767	24575	16383	8191	0,000	- 8191	- 16383	- 24575	- 32767
Номинальные значения выходного напряжения U_{jn} , (В)	10,000	7,500	5,000	2,500	0,000	- 2,500	- 5,000	- 7,500	- 10,000

6.11.2.2 Определить основную приведенную погрешность γ из формулы:

$$\gamma = \pm (\Delta / U_n) \cdot 100 \%, \quad (6.4.1)$$

где $\Delta = \pm (U_{jизм} - U_{jn})$, В – абсолютная погрешность;

U_{jn} – номинальное значение выходного напряжения при заданном входном коде;

$U_{jизм}$ – измеренное значение выходного напряжения;

j – номер измеренного значения входного напряжения;

$U_n = 10$ В – нормирующее значение выходного напряжения для верхнего значения предела измерений, указанного в таблице 6.11.1.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности не должен превышать $\gamma = \pm 0,25 \%$.

6.11.2.3 Определить основную приведенную погрешность на остальных каналах первого и второго мезонинов модуля DAC32, задавая значения входных кодов, приведенные в таблице 6.11.1. В качестве нормирующего напряжения применяется значение верхнего предела измерений. Данные измерения после обработки заносят в таблицу вида 6.11.2.

Таблица 6.11.2

Модуль DAC32					
Номер измерительного канала	Значения десятичного кода на входе	Номинальное значение выходного напряжения U_n , В	Измеренное значение выходного напряжения $U_{изм}$, В	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = \pm (U_{изм} - U_n)$, В	Основная приведенная погрешность $\pm \gamma$, %
	32767	10			
	24575	7,5			
	16383	5,0			
	8191	2,5			
	0	0			
	- 8191	- 2,5			
	- 16383	- 5,0			
	- 24575	- 7,5			
	- 32767	- 10			

6.11.2.4 Если измерения на всех каналах удовлетворяют требованию п. 6.11.2.2, то результаты поверки считаются положительными. Если приведенная погрешность больше значения $\pm 0,25$ %, то канал бракуется.

Примечание – Для модулей ADC64, ADC32, FDC16, RDC32, IDC32, RDC16, DAC32 допускается проводить поверку ограниченного количества каналов в ограниченном диапазоне измерения.

7 Оформление результатов поверки.

7.1 Положительные результаты поверки комплекса «ИВК М2М» оформляют свидетельством о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга РФ 1815.

7.2 При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики комплекса ИВК М2М к дальнейшей эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга РФ 1815. В извещении указывают причину непригодности и приводят указание о направлении в ремонт или невозможности их дальнейшего использования.

Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки «ИВК М2М»

Протокол поверки № _____

Дата: _____

1 Поверяющая организация: _____

2 Заказчик: _____

3 Поверяемое средство измерений

3.1 Наименование: _____

3.2 Заводской номер: _____

3.3 Изготовитель: _____

4 Применяемая методика поверки:

5 Вид поверки: _____

6 Условия поверки: _____

7 Применяемые средства поверки:

Наименование	Информация об аттестации, поверке, калибровке

8 Результаты поверки

8.1 Внешний осмотр показал: _____

8.2 При опробовании установлено: _____

8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик:

Определение допускаемой приведенной погрешности измерения.