СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального директора - заместитель по научной работе ФГУП «ВНИИФТРИ»

_____ А.Н. Щипунов

«04» 08 20 25 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы многоканальные амплитудные АМА-01И
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП еМ2.800.004

пгт. Менделеево
2025 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 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 (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ 5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР 5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ 6
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 6
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ 7
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ 11

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы многоканальные амплитудные АМА-01И (далее – анализаторы), изготавливаемые открытым акционерным обществом «Пятигорский завод «Импульс», г. Пятигорск, Ставропольский край, и устанавливает объём, методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки необходимо руководствоваться эксплуатационной документацией на анализаторы «Анализаторы многоканальные амплитудные АМА-01И. Руководство по эксплуатации» (далее - еМ2.800.004 РЭ).

1.3 Передача размеров единиц величин при поверке осуществляется методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки анализаторов, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование характеристики	Значения
Диапазон измерений амплитуды импульсов напряжения, В	от 0,01 до 5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитуды импульсов напряжения, %	±5
Ширина канала при числе каналов 16384, мВ	0,3
Пределы допускаемой относительной погрешности ширины канала, %	±5
Положение начальной точки, мВ, не более	±0,2
Интегральная нелинейность измерений амплитуды импульсов напряжения, %, не более	±0,025
Максимальная частота следования импульсов напряжения при смещении пика не более ±10 каналов и амплитудного разрешения не более ±10 каналов, кГц	100

При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к первичному специальному эталону единицы импульсного электрического напряжения ГЭТ 182—2010 по государственной поверочной схеме для средств измерений импульсного электрического напряжения, утвержденной приказом Росстандарта №3463 от 31.12.2019.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7
2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
3 Опробование	Да	Да	8.3
4 Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
5 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

Продолжение таблицы 2.1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
6 Определение ширины канала при числе каналов 16384 и относительной погрешности ширины канала и положения начальной точки	Да	Да	10.1
7 Проверка диапазона измерений амплитуды импульсов напряжения и относительной погрешности измерений амплитуды импульсов напряжения	Да	Да	10.2
8 Определение интегральной нелинейности измерений амплитуды импульсов напряжения	Да	Да	10.3
9 Определение максимальной частоты следования импульсов напряжения при смещении пика не более ±10 каналов и амплитудного разрешения не более ±10 каналов	Да	Да	10.4
10 Оформление результатов поверки	Да	Да	11

2.2 Первичная поверка предусмотрена до ввода средства измерений в эксплуатацию. Вся последующая поверка средства измерений в процессе его эксплуатации относится к периодической поверке. После ремонта средства измерения периодическая поверка проводится в объеме первичной поверки.

2.3 Не допускается проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2.4 При получении отрицательных результатов при выполнении операций по п. 10 поверка прекращается до выявления и устранения причин.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку проводить при условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 15°С до плюс 30 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30% до 80 %;
- напряжение сети питания от 198 до 242 В;
- частота сети питания от 49,5 до 50,5 Гц.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, аттестованные на право проведения поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 30 °С с абсолютной погрешностью не более ±1 °С; Средства измерений атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30% до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±2 %;	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (рег. № 71394-18)
п.8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений напряжения сети питания от 200 до 240 В с относительной погрешностью не более ±1 %; Средства измерений частоты сети питания от 49,5 до 50,5 Гц с абсолютной погрешностью не более ±0,02 Гц;	Мультиметр цифровой 34401А (рег. № 54848-13)
п. 8 Подготовка к поверке и опробование п. 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы импульсного электрического напряжения, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений импульсного электрического напряжения, утвержденной приказом Росстандарта №3463 от 31.12.2019, частота следования импульсов от 1 до 100 кГц, длительность импульсов от 150 до 200 нс, амплитуда импульсов от 0,01 до 5В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды выходного напряжения ±(0,02 U+0.001)В	Генератор сигналов произвольной формы 33210А (рег. № 62209-15)

5.2 Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке.

5.3 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80 и требования безопасности, устанавливаемые эксплуатационной документацией на поверяемые анализаторы и используемое при поверке оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Перед распаковыванием анализатор необходимо выдержать в течение 4 ч в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С.

7.2 Распаковать анализатор, произвести внешний осмотр и установить выполнение следующих требований:

- соответствие комплектности и маркировки анализатора руководству по эксплуатации еМ2.800.004 РЭ;
- отсутствие видимых механических повреждений (в том числе дефектов покрытий), при которых эксплуатация недопустима;
- отсутствие ослабления крепления элементов конструкции;
- отсутствие изломов и повреждений кабелей.

7.3 Результаты поверки считать положительными, если указанные в п. 7.2 требования выполнены, надписи и обозначения маркировки анализатора имеют четкое видимое изображение.

7.4 В противном случае дальнейшие операции не выполнять, а анализатор признать непригодным к применению.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемые анализаторы и используемые средства поверки.

8.1.2 Перед проведением поверки используемое при поверке оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

8.2 Произвести контроль условий поверки в соответствии с требованиями, указанными в п 3. (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

8.3 Опробование

8.3.1 Соединить выход эталона единицы импульсного электрического напряжения (далее – генератор импульсов) со входом анализатора. Установить на генераторе импульсов следующие параметры:

- форма импульсов – прямоугольная;
- полярность – положительная;
- частота следования импульсов - 1 кГц;
- длительность импульсов - 200 нс;
- амплитуда импульсов - 2,5В.

8.3.2 Включить анализатор. Запустить на компьютере программу TESTAMA (далее - TESTAMA) и проконтролировать наличие связи с анализатором.

8.3.3 В TESTAMA запустить накопления спектра, нажать на кнопку «Старт».

8.3.4 Результаты опробования считать положительными, если устанавливается связь компьютера с анализатором и проводится накопление спектра.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1.1 Проверка программного обеспечения (далее ПО) производится при загрузке ПО анализатора.

9.1.2 Сведения о номере версии встроенного ПО выводятся на экран компьютера (см. таблицу 9.1).

9.1.3 Сведения о наименовании внешнего ПО и номере версии выводятся на экран компьютера (см. таблицу 9.2).

9.1.4 Результаты проверки ПО считать положительными, если наименование ПО и номер версии соответствуют приведенным в таблицах 9.1 и 9.2.

Таблица 9.1 - Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование встроенного ПО	АМА-01I
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v.1.1.01
Цифровой идентификатор (контрольная сумма) встроенного ПО	-

Таблица 9.2 – Идентификационные данные внешнего ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование внешнего ПО	TESTAMA
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v.1.1.01
Цифровой идентификатор (контрольная сумма) внешнего ПО	–

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение ширины канала при числе каналов 16384 и относительной погрешности ширины канала и положения начальной точки

10.1.1 Подключить компьютер через интерфейс Ethernet к анализатору, включить компьютер, запустить TESTAMA, прогреть аппаратуру в течении 10 минут.

10.1.2 Соединить выход генератора импульсов со входом анализатора. Установить на генераторе импульсов следующие параметры:

- форма импульсов – прямоугольная;
- полярность – положительная;
- частота следования импульсов - 1 кГц;
- длительность импульсов - 200 нс;
- амплитуда импульсов U_{pe} - 5В.

10.1.3 Запустить TESTAMA. Убедится, что в левом нижнем углу TESTAMA отображается состояние «Подключено».

10.1.4 В TESTAMA во вкладке «Вход» установить параметры в соответствии с рисунком 1 и нажать кнопку «Применить».

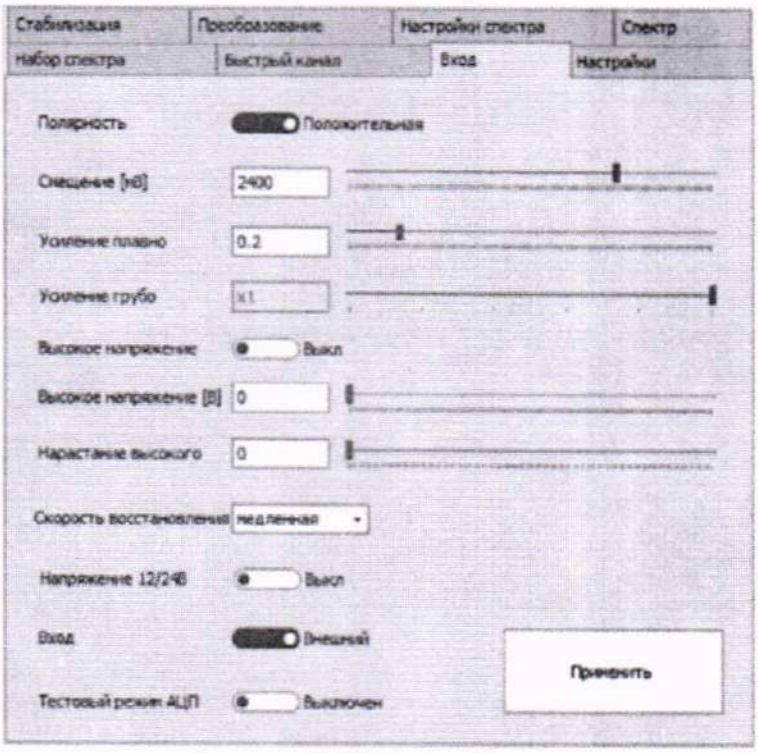

Рисунок 1- Вкладка «Вход»

10.1.5 В TESTAMA во вкладке «Настройки спектра» установить:

- «Количество каналов» - 16384;
- «ДНУ»[канал] – 0;
- «ДНУ»[канал] – 16384;
- «Время накопления [с]» - 120;
-«Накопление спектра»- Одиночное.

и нажать кнопку «Применить».

10.1.6 В TESTAMA во вкладке «Преобразование» установить параметры в соответствии с рисунком 2 и нажать кнопку «Применить».

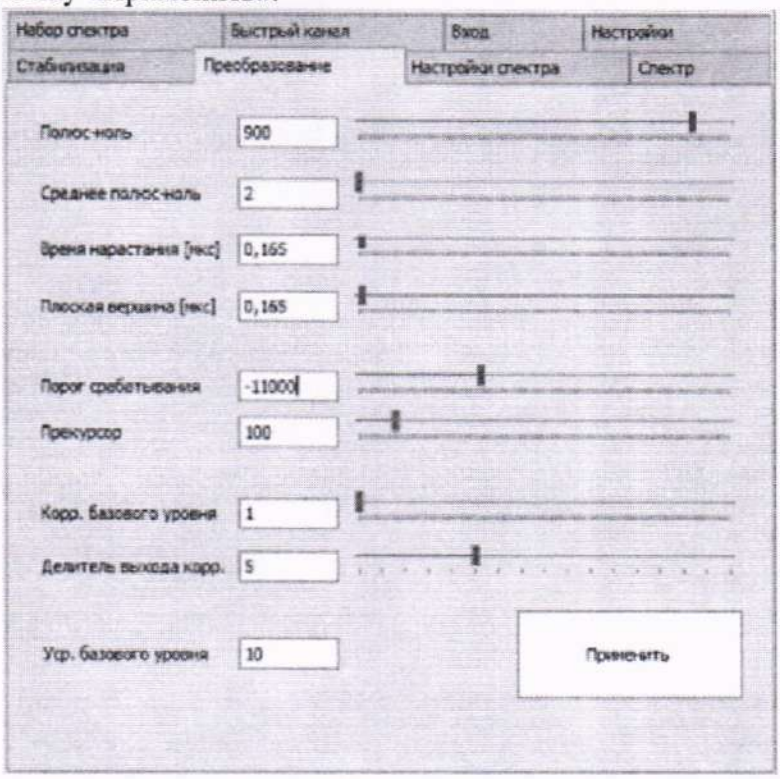

Рисунок 2 - Вкладка «Преобразование»

10.1.7 В TESTAMA во вкладке «Быстрый канал» установить «Порог дифференциатора» - 100.

10.1.8 В TESTAMA запустить накопления спектра, нажать на кнопку «Старт», по завершению накопления спектра выделите пик, и во вкладке «Спектр» в окне «Центр[канал]» зафиксировать номер канала пика.

10.1.9 При помощи «Усиление плавно» во вкладке «Вход» и выполняя операции по п. 10.1.8 добиться, чтобы номер канала пика находился в диапазоне от 16000 до 16200 канала.

10.1.10 В TESTAMA запустить накопления спектра, нажать на кнопку «Старт», по завершению накопления спектра выделить пик и во вкладке «Спектр» в окне «Центр[канал]» зафиксировать номер канала пика m_{pe}, соответствующий амплитуде U_{pe} равной 5В.

10.1.11 Установить на генераторе импульсов амплитуду импульсов U_{p0} равной 0,01 В, в TESTAMA во вкладке «Быстрый канал» установить «Порог дифференциатора» - 11.

10.1.12 В TESTAMA запустить накопления спектра, нажать на кнопку «Старт», по завершению накопления спектра выделить пик, и во вкладке «Спектр» в окне «Центр[канал]» зафиксировать номер канала пика m_{p0}, соответствующий амплитуде U_{p0}, равной 0,01 В.

10.1.13 Вычислить ширину канала Н, мВ, по формуле (1):

$$H = 1000 \cdot \frac{U_{pe} - U_{p0}}{m_{pe} - m_{p0}}, \qquad (1)$$

где U_{pe} – амплитуда импульсов равная 5 В;
U_{p0} – амплитуда импульсов равная 0,01 В;
m_{pe} – номер канала пика, полученный в п. 10.1.10;
m_{p0} – номер канала пика, полученный в п. 10.1.12.

10.1.14 Вычислить относительную погрешности ширины канала γ_H, %, по формуле (2):

$$\gamma_H = \frac{H - H_N}{H_N} \cdot 100, \qquad (2)$$

где H_N – номинальное значение ширины канала при числе каналов 16384 (H_N = 0,3 мВ);
Н – ширина канала полученная по формуле (1), В.

10.1.15 Вычислить начальную точку α, мВ, по формуле (3):

$$\alpha = 1000 \cdot \frac{U_{p0} \cdot m_{pe} - U_{pe} \cdot m_{p0}}{m_{pe} - m_{p0}}, \quad (3)$$

где U_{pe} – амплитуда импульсов равная 5 В;

U_{p0} – амплитуда импульсов равная 0,01 В;

m_{pe} – номер канала пика, полученный в п. 10.1.10;

m_{p0} – номер канала пика, полученный в п. 10.1.12.

10.1.16 Результаты поверки считать положительными, если ширина канала при числе каналов 16384 составила (0,3 ±0,015) мВ, что соответствует относительной погрешности ширины канала не более ±5,0 % и положение начальной точки α не выходит за пределы ±0,2 мВ.

10.2 Проверка диапазона измерений амплитуды импульсов напряжения и относительной погрешности измерений амплитуды импульсов напряжения

10.2.1 Повторить п. 10.1.1.

10.2.2 Соединить выход генератора импульсов со входом анализатора. Установить на генераторе импульсов следующие параметры:

- форма импульсов – прямоугольная;
- полярность – положительная;
- частота следования импульсов - 1 кГц;
- длительность импульсов - 200 нс;
- амплитуда импульсов U_{p0} - 0,01 В.

10.2.3 В TESTAMA во вкладке «Быстрый канал» установить «Порог дифференциатора» - 11 и запустить накопления спектра, нажать на кнопку «Старт», по завершению накопления спектра выделить пик, и во вкладке «Спектр» в окне «Центр[канал]» зафиксировать номер канала пика m_p, соответствующий установленной амплитуде U_{p0}.

10.2.4 Вычислить измеренное значение амплитуды U_p, В по формуле (4):

$$U_p = m_p \cdot H_N, \quad (4)$$

где m_p - номер канала пика, полученный в 10.2.3, канал;

H_N – номинальное значение ширины канала при числе каналов 16384 (H_N = 0,3 мВ).

10.2.5 Вычислить относительную погрешность измерений амплитуды импульсов напряжения δ, %, по формуле (5):

$$\delta = \frac{U_p - U_{p0}}{U_{p0}} \cdot 100. \quad (5)$$

10.2.6 В TESTAMA во вкладке «Быстрый канал» установить «Порог дифференциатора» - 100 и повторить операции пп. 10.2.3-10.2.5 устанавливая амплитуду импульсов 2,5 В, 5 В.

10.2.7 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерений амплитуды импульсов напряжения составляет от 0,01 В до 5 В, при этом относительная погрешность измерений амплитуды импульсов напряжения не превышает ±5 %.

10.3 Определение интегральной нелинейности измерений амплитуды импульсов напряжения

10.3.1 Повторить п. 10.1.1.

10.3.2 Соединить выход генератора импульсов со входом анализатора. Установить на генераторе импульсов следующие параметры:

- форма импульсов – прямоугольная;
- полярность – положительная;
- частота следования импульсов -1 кГц;
- длительность импульсов - 200 нс;
- амплитуда импульсов U_{p0} - 0,01 В.

10.3.3 В TESTAMA во вкладке «Быстрый канал» установить «Порог дифференциатора» - 11 и запустить накопления спектра, нажать на кнопку «Старт», по завершению накопления спектра выделить пик, и во вкладке «Спектр» в окне «Центр[канал]» зафиксировать номер канала пика m_{p0}, соответствующий установленной амплитуде U_{p0}.

10.3.4 В TESTAMA во вкладке «Быстрый канал» установить «Порог дифференциатора» - 100 и повторить операции п. 10.3.3 для амплитуд импульсов 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0, 4,5; 5,0 В, фиксируя номер канала m_{pi}, соответствующий амплитуде Upi.

10.3.5 Вычислить отклонение экспериментальных точек U_{pi}, В, от идеализированной линейной амплитудной характеристики преобразования ΔU_{pi}, В, по формуле (6):

$$\Delta U_{pi} = U_{pi} - \left[\frac{U_{pe} - U_{p0}}{m_{pe} - m_{p0}} m_{pi} + \frac{U_{p0} \cdot m_{pe} - U_{pe} \cdot m_{p0}}{m_{pe} - m_{p0}}\right], \quad (6)$$

где U_{pe} – амплитуда импульсов равная 5 В;

U_{p0} – амплитуда импульсов равная 0,01 В;

m_{pe} – номер канала пика, полученный в п. 10.1.10;

m_{p0} – номер канала пика, полученный в п. 10.1.12.

Вычислить интегральную нелинейность K_i, % по формуле (7):

$$K_i = \frac{\Delta U_{pimax}}{U_{max}} \cdot 100, \quad (7)$$

где ΔU_{pimax}– максимальное отклонение от идеализированной линейной амплитудной характеристики преобразования, В;

U_{max} – максимально измеряемая амплитуда, U_{max} = 5 В.

10.3.6 Результаты поверки считать положительными, если интегральная нелинейность измерений амплитуды импульсов напряжения не более ±0,025 %.

10.4 Определение максимальной частоты следования импульсов напряжения при смещении пика не более ±10 каналов и амплитудного разрешения не более ±10 каналов

10.4.1 Повторить п. 10.1.1.

10.4.2 Соединить выход генератора импульсов со входом анализатора. Установить на генераторе импульсов следующие параметры:

- форма импульсов – прямоугольная;
- полярность – положительная;
- частота следования импульсов - 1 кГц;
- длительность импульсов - 200 нс;
- амплитуда импульсов - 2,5 В.

10.4.3 В TESTAMA во вкладке «Быстрый канал» установить «Порог дифференциатора» - 100 и запустить накопления спектра, нажать на кнопку «Старт», по завершению накопления спектра выделить пик, и во вкладке «Спектр» в окне «Центр[канал]» зафиксировать номер канала пика m_{p0} и значение ширины пика $FWHM_0$ в окне «ПШПВ».

10.4.4 Установить на генераторе импульсов частоту следования импульсов - 100 кГц.

10.4.5 В TESTAMA запустить накопления спектра, нажать на кнопку «Старт», по завершению накопления спектра выделить пик, и во вкладке «Спектр» в окне «Центр[канал]» зафиксировать номер канала пика m_{p1} и значение $FWHM_1$ в окне «ПШПВ».

10.4.6 Вычислить смещение пика Δ_m, канал, по формуле (8):

$$\Delta_m = m_{p0} - m_{p1}, \quad (8)$$

10.4.7 Вычислить изменение амплитудного разрешения Δ_{FWHM} по формуле (9):

$$\Delta_{FWHM} = FWHM_0 - FWHM_1, \quad (9)$$

10.4.8 Результаты поверки считать положительными, если при частоте следования импульсов напряжения 100 кГц смещение пика Δ_m не более ±10 каналов и изменение амплитудного разрешения Δ_{FWHM} не более ±10 каналов.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Анализатор признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

11.2 Результаты поверки анализаторов подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца анализатора или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт анализатора вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению анализатора.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ» _____ О.В. Каминский

Начальник лаборатории 123
ФГУП «ВНИИФТРИ» _____ А.Е. Ескин