

Содержание

1	Вводная часть	3
2	Операции поверки	3
3	Средства поверки	3
4	Требования к квалификации поверителей	4
5	Требования безопасности	4
6	Условия поверки	4
7	Подготовка к проведению поверки	4
8	Проведение поверки	5
8.1	Внешний осмотр	5
8.2	Опробование	5
8.3	Определение номинальных значений установки несущих частот	6
8.4	Определение номинального уровня и диапазона изменений выходного напряжения АМ сигналов	6
8.5	Определение диапазона модулирующих частот в режиме работы от встроенного генератора	7
8.6	Определение диапазона устанавливаемых значений коэффициента амплитудной модуляции, абсолютной погрешности воспроизведения пиковых и средних квадратических значений коэффициента амплитудной модуляции	8
8.7	Определение случайной погрешности передачи размера единицы коэффициента амплитудной модуляции	11
9	Оформление результатов поверки	12

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок установок поверочных для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции РЭКАМ-2 (далее – установки РЭКАМ-2), изготавливаемых ООО «НПП «Радио, приборы и связь», г. Нижний Новгород, находящейся в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

1.2 Первичной поверке подлежат установки РЭКАМ-2, выпускаемые из производства и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат установки РЭКАМ-2, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 Интервал между поверками 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки установок РЭКАМ-2 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Опробование	8.2	да	да
Определение номинальных значений установки несущих частот	8.3	да	нет
Определение номинального уровня и диапазона изменений выходного напряжения сигналов амплитудной модуляции (далее – АМ) калибратора коэффициентов АМ (далее – КАМ)	8.4	да	нет
Определение диапазона модулирующих частот в режиме работы от встроенного генератора	8.5	да	да
Определение диапазона устанавливаемых значений КАМ, абсолютной погрешности воспроизведения пиковых и средних квадратических значений КАМ	8.6	да	да
Определение случайной составляющей абсолютной погрешности передачи размера единицы КАМ	8.7	да	нет

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки установок РЭКАМ-2 должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.6 8.7	Государственный первичный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний ГЭТ 180-2010, фиксированные частоты 0,01; 0,035; 0,1; 0,35; 1; 4 и 25 МГц; диапазон коэффициентов АМ от 0,1 до 100 %; диапазон модулирующих частот от 0,02 до 200 кГц; неисключенная систематическая погрешность не более $\pm 0,1$ %
8.3 8.5	Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64, диапазон измерений от 5 Гц до 1,0 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты f_x непрерывных сигналов $\pm [\delta_0 + (f_x \cdot t_{сч})^{-1}]$, где δ_0 – относительная погрешность по частоте опорного генератора, $t_{сч}$ – установленное время счета
8.4	Осциллограф цифровой запоминающий WaveRunner 104Xi, полоса пропускания 1 ГГц, диапазон коэффициента отклонения (K_0) при нагрузке 50 Ом от 2 мВ/дел до 1В/дел, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения (U) при нагрузке 50 Ом $\pm (1,5 \cdot 10^{-2} \cdot U + 0,5 \cdot 8 \cdot 10^{-2} \cdot K_0)$ В

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, которые обеспечат измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

3.4 При поверке использовать персональный компьютер (далее – ПК) с установленным компакт-диска, входящего в комплект поставки, программным обеспечением (далее – ПО) для установок РЭКАМ-2.

Требования к ПК: процессор с тактовой частотой 1 ГГц или выше, оперативная память не менее 1 Гб, пространство на жестком диске до 150 МБ, наличие дисководов для CD-дисков или DVD-дисков, наличие интерфейсов USB (обязательно) и RS-232 (опционально).

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом «Установка поверочная для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции РЭКАМ-2. Руководство по эксплуатации. РПИС.411166.022 РЭ» (далее – РПИС.411166.022 РЭ).

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации установки РЭКАМ-2 и средств поверки.

5.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в одной точке в соответствии с документацией.

5.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Влияющая величина	Значение
Температура окружающей среды, °С	от 15 до 25
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 795
Напряжение питающей сети, В	от 215,6 до 224,4
Частота питающей сети по ГОСТ 13109-97, Гц	от 49,8 до 50,2

7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в РПИС.411166.022 РЭ и руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Внешний осмотр установки РЭКАМ-2 проводить визуально без вскрытия. При этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку согласно эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, низкочастотных и высокочастотных разъемов, сетевого выключателя;
- состояние соединительных кабелей, шнура питания.

8.1.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность соответствуют документу «Установка поверочная для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции РЭКАМ-2. Формуляр РПИС.411166.022 ФО» (далее – ФО);
- маркировка и пломбировка соответствуют РПИС.411166.022 РЭ;
- отсутствуют видимые механические повреждения низкочастотных и высокочастотных разъемов, сетевого выключателя;
- соединительные кабели, шнур питания не имеют видимых повреждений.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.2 Опробование

8.2.1 Подсоединить ПК к установке РЭКАМ-2.

8.2.2 Включить питание ПК и установки РЭКАМ-2. После загрузки ОС Windows установить формат даты и времени: ДД.ММ.ГГ и ЧЧ.ММ.СС и запустить рабочую программу.

8.2.3 После 15-минутного прогрева запустить программу самодиагностики нажатием виртуальной кнопки «ДА». При положительном результате самодиагностики (через ≈ 5 минут) на экране ПК наблюдать рабочее окно (рисунок 1).

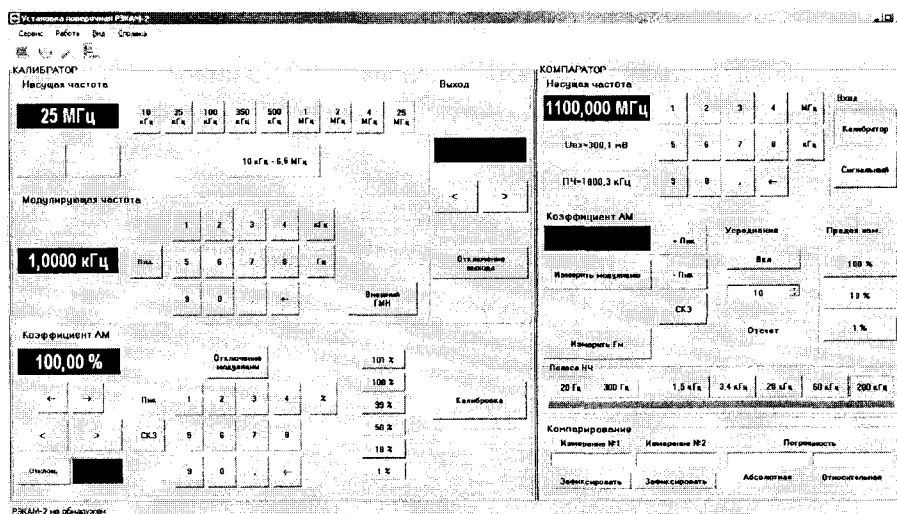


Рисунок 1

8.2.4 Выполнить проверку идентификационных данных ПО установки РЭКАМ-2 для этого в меню «Справка» выбрать строку «О программе» и наблюдать окно с идентификационными данными ПО установки РЭКАМ-2 (для получения CRC32 встроенного ПО (ПО контроллера) нажать кнопку «Получить» в окне «О программе» и на экране ПК наблюдать информацию об идентификационных данных ПО установки РЭКАМ-2.

Результаты проверки идентификационных данных (признаков) ПО считать положительными, если:

- встроенное ПО (ПО контроллера) имеет версию: **02.03.11**, контрольную сумму по CRC32: **BA52FF25**;
- метрологически значимые файлы внешнего ПО:

- файл Metrology.dll имеет версию: **1.0.0.0** и контрольную сумму по CRC32: **3182AE28**;
- файл Chv.Classes.dll имеет версию: **1.0.0.0** и контрольную сумму по CRC32: **1C0E4DE1**.


В противном случае результаты проверки идентификационных данных (признаков) ПО установки РЭКАМ-2 считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.2.5 Убедиться в том, что все виртуальные кнопки (органы управления) функционируют.

8.2.6 Результаты опробования установки РЭКАМ-2 считать положительными, если после выполнения самодиагностики на экране ПК наблюдали рабочее окно (рисунок 1), результаты проверки идентификационных данных ПО положительные, виртуальные кнопки ПО (органы управления) функционируют.

В противном случае результаты опробования считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.3 Определение номинальных значений установки несущих частот

8.3.1 Определение номинальных значений установки несущих частот калибратора КАМ в режимах воспроизведения КАМ проводить с помощью частотомера электронно-счетного ЧЗ-64 (далее – частотомер ЧЗ-64), подключенного к розетке « Калибратор» на передней панели установки РЭКАМ-2.

8.3.2 Измерения проводить при выключенной модуляции на несущих частотах $f_n^{\text{уст}}$: 0,01; 0,035; 0,1; 0,35; 1; 4 и 25 МГц.

8.3.3 Последовательно с помощью виртуальных кнопок устанавливать значения несущих частот $f_n^{\text{уст}}$, приведенных в п. 8.3.2, и измерять их значения с помощью ЧЗ-64. Результаты измерений $f_n^{\text{изм}}$ фиксировать в рабочем журнале.

8.3.4 Рассчитать абсолютную погрешность установки несущей частоты $\Delta f_n^{\text{уст}}$ по формуле

$$\Delta f_n^{\text{уст}} = f_n^{\text{уст}} - f_n^{\text{изм}}. \quad (1)$$

Результат вычислений зафиксировать в рабочем журнале.


8.3.5 Результаты поверки считать положительными, если для всех значений $f_n^{\text{уст}}$ значения $\Delta f_n^{\text{уст}}$ находятся в пределах, определяемых по формуле

$$\Delta f_n^{\text{уст}} = \pm 1 \cdot 10^{-5} \cdot f_n^{\text{уст}}. \quad (2)$$

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.4 Определение номинального уровня и диапазона изменений выходного напряжения АМ сигналов калибратора КАМ

8.4.1 Определение номинального уровня и диапазона изменений выходного напряжения АМ сигналов калибратора КАМ проводить с помощью осциллографа на несущих частотах 0,01; 1; 4; 25 МГц при выключенной АМ.

8.4.2 Измерения проводить на конце штатного кабеля (и входном сопротивлении осциллографа 50 Ом), подключенного к розетке « Калибратор».

8.4.3 На каждой из несущих частот, приведенных в п. 5.6.1 в калибраторе КАМ устанавливать номинальный уровень выходного напряжения 220 мВ и фиксировать показания осциллографа $U_{\text{ном}}$, в мВ, в рабочем журнале.

8.4.4 На каждой из несущих частот, приведенных в п. 8.4.1, кнопками «>» «<» в зоне «ВЫХОД» калибратора КАМ уменьшать уровень выходного напряжения до минимального и фиксировать показания осциллографа $U_{\text{мин}}$, в мВ, в рабочем журнале.

Рассчитать диапазон изменений выходного напряжения АМ сигналов $U_{\text{диапазон}}$, в дБ, по формуле

$$U_{\text{диапазон}} = 20 \cdot \lg \left(\frac{U_{\text{мин}}}{U_{\text{ном}}} \right). \quad (3)$$

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

8.4.5 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения номинального уровня АМ сигналов $U_{\text{ном}}$ на всех несущих частотах, приведенных в п. 8.4.1, находятся в пределах (220 ± 22) мВ, а регулировка выходного напряжения АМ сигналов относительно номинального значения $U_{\text{диапазон}}$ осуществляется в пределах от 0 до минус 20 дБ.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.5 Определение диапазона модулирующих частот в режиме работы от встроенного генератора

8.5.1 Диапазон модулирующих частот в режиме работы от встроенного генератора определять с помощью эталонного компаратора из состава Государственного первичного эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний ГЭТ 180-2010 (далее – ГЭТ 180-2010).

8.5.2 Установить на поверяемой установке РЭКАМ-2:

- минимальную модулирующую частоту $F_{\text{мод1}}^{\text{уст}} = 20$ Гц;
- значение КАМ в пределах от 90 до 100 %;
- несущую частоту 25 МГц.

8.5.3 Подать АМ сигнал с выхода калибратора испытываемой установки РЭКАМ-2 на вход «Компаратор» эталонного компаратора из состава ГЭТ 180-2010.

В окне компаратора «Измерение Fм» отсчитать действительное значение модулирующей частоты $F_{\text{мод1}}^{\text{изм}}$. Результат зафиксировать в рабочем журнале.

8.5.4 Установить на поверяемой установке РЭКАМ-2 модулирующую частоту $F_{\text{мод2}}^{\text{уст}} = 1,0$ кГц, В окне компаратора «Измерение Fм» отсчитать действительное значение модулирующей частоты $F_{\text{мод2}}^{\text{изм}}$. Результат зафиксировать в рабочем журнале.

8.5.5 Установить на поверяемой установке РЭКАМ-2 модулирующую частоту $F_{\text{мод3}}^{\text{уст}} = 200$ кГц. В окне компаратора «Измерение Fм» отсчитать действительное значение модулирующей частоты $F_{\text{мод3}}^{\text{изм}}$. Результат зафиксировать в рабочем журнале.

8.5.6 Рассчитать абсолютную погрешность установки частоты встроенного модулирующего генератора $\Delta_{\text{Fмод}}$, в Гц, по формуле

$$\Delta_{\text{Fмод}} = F_{\text{мод}i}^{\text{уст}} - F_{\text{мод}i}^{\text{изм}}, \quad (4)$$

где $i = 1, 2, 3$.

8.5.7 Результаты поверки считать положительными, если значения $\Delta_{F_{\text{мод}}}$, в Гц, в диапазоне модулирующих частот от 20 Гц до 200 кГц находятся в пределах, определяемых по формуле

$$\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot F_{\text{мод}}^{\text{уст}} + 0,1). \quad (5)$$

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.6 Определение диапазона устанавливаемых значений КАМ, абсолютной погрешности воспроизведения пиковых и средних квадратических значений КАМ

8.6.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения пиковых значений КАМ проводить на ГЭТ 180-2010 на несущих, модулирующих частотах и при значениях КАМ, приведенных в таблице 4.

Таблица 4

Модулирующая частота	КАМ, %	Полоса компаратора
Несущая частота 25 МГц		
20 Гц	100	(0,02 – 3,4) кГц
	50	
	5	
	1	
1 кГц	100	(0,3 – 3,4) кГц
	95 (вниз)	
	50	
	5	
30 кГц	100	(0,02 – 60) кГц
	50	
	1	
	1	
60 кГц	100	(0,02 – 200) кГц
	50	
	10	
	1	
100 кГц	100	(0,02 – 200) кГц
	50	
	10	
	1	
200 кГц	100	(0,02 – 200) кГц
	50	
	10	
	1	
Несущая частота 4 МГц		
20 Гц	100	(0,02 – 3,4) кГц
	50	
	1	
1 кГц	100	(0,3 – 3,4) кГц
	50	
	10	
	1	
20 кГц	100	(0,02 – 60) кГц
	50	
	1	

Модулирующая частота	КАМ, %	Полоса компаратора
60 кГц	100	(0,02 – 200) кГц
	50	
	10	
	1	
Несущая частота 1 МГц		
30 кГц	100	(0,02 – 60) кГц
	50	
	1	
Несущая частота 10 кГц		
400 Гц	100	(0,02 – 1) кГц
	50	
	1	


8.6.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения средних квадратических значений КАМ проводить на несущих, модулирующих частотах и при значениях КАМ, приведенных в таблице 5.

Таблица 5

Модулирующая частота	КАМ, %	Полоса компаратора
Несущая частота 25 МГц		
20 Гц	50	(0,02 – 3,4) кГц
	5	
	1	
1 кГц	50	(0,3 – 3,4) кГц
	5	
	1	
	0,1	
30 кГц	50	(0,02 – 60) кГц
	1	
60 кГц	50	(0,02 – 200) кГц
	10	
	1	
100 кГц	50	(0,02 – 200) кГц
	10	
	1	
200 кГц	50	(0,02 – 200) кГц
	10	
	1	
Несущая частота 4 МГц		
20 Гц	50	(0,02 – 3,4) кГц
	1	
1 кГц	50	(0,3 – 3,4) кГц
	10	
	1	
	0,1	
20 кГц	50	(0,02 – 60) кГц
	1	
60 кГц	50	(0,02 – 200) кГц

Модулирующая частота	КАМ, %	Полоса компаратора
	10	
	1	
Несущая частота 1 МГц		
30 кГц	50	(0,02 – 60) кГц
	1	
Несущая частота 10 кГц		
400 Гц	50	(0,02 – 1) кГц
	1	

8.6.3 Для проведения измерений:

- розетку « Калибратор» соединить с входом компаратора, входящего в состав ГЭТ 180-2010;
- розетку «RS-232» интерфейса установки соединить со свободным СОМ-портом ПК, входящего в состав ГЭТ 180-2010.

8.6.4 Выполнить операцию «Полная калибровка» калибратора поверяемой установки РЭКАМ-2.

8.6.5 Устанавливая в калибраторе КАМ поверяемой установки РЭКАМ-2 параметры АМ сигнала в соответствии с таблицами 4, 5 и, используя калибратор КАМ и компаратор ГЭТ 166-2004, в соответствии с правилами эксплуатации ГЭТ 180-2010, определять во всех точках, приведенных в таблицах 4 и 5, значения абсолютной погрешности воспроизведения пиковых значений КАМ $\Delta_M^П$, в %, и среднеквадратических значений КАМ $\Delta_M^{СКЗ}$, в %.

8.6.6 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне воспроизводимых значений КАМ от 0,1 до 100 %, значения $\Delta_M^П$ и $\Delta_M^{СКЗ}$ находятся в пределах, определяемых по формулам

$$\Delta_M^П = \pm (A_0 \cdot M + 3 \cdot \Delta M_{Ш}); \quad (6)$$

$$\Delta_M^{СКЗ} = \pm (A_0 \cdot M + \Delta M_{Ш}); \quad (7)$$

где A_0 – множитель в относительных единицах, значения которого приведены в таблице 6;

M – значение КАМ, воспроизводимое калибратором испытываемой установки РЭКАМ-2;

$\Delta M_{Ш}$ – значения составляющей погрешности за счет амплитудного шума и фона АМ сигналов, значения которой приведены в таблице 7.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

Таблица 6

Несущая частота f_n , МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Множитель A_0
0,01	от 0,02 до 0,40	0,0020
0,035	от 0,02 до 1,00	0,0020
0,1; 0,35	от 0,02 до 20,00	0,0020
1	от 0,02 до 100,00	0,0020
4	от 0,02 до 100,00	0,0020
25	от 0,02 до 100,00	0,0015
	св. 100 до 200	0,0020

Таблица 7

Несущая частота f_n , МГц	Амплитудный шум и фон сигналов, $\Delta M_{ш}$, % (эфф)			
	полоса от 0,3 до 3,4 кГц	полоса от 0,02 до 20 кГц	полоса от 0,02 до 60 кГц	полоса от 0,02 до 200 кГц
25	0,007	0,015	0,025	0,045
1; 4	0,01	0,02	0,035	0,06
0,35	0,01	0,02	0,035	-
0,1	0,01	0,02	-	-
0,035	0,01	-	-	-
0,01	0,01 % в полосе от 0,02 – до 1,5 кГц			

8.7 Определение случайной составляющей абсолютной погрешности передачи размера единицы КАМ

8.7.1 Определение случайной погрешности (СКО) передачи единицы КАМ проводить на несущей частоте 25 МГц при значениях модулирующих частот и КАМ, приведенных в таблице 8.

Таблица 8

Модулирующая частота, кГц	Полоса фильтра, кГц	КАМ, %
0,02	0,02 – 20	95
		30
		1
1	0,3 – 3,4	95
		30
		1
20	0,02 – 60	95
		30
		1
200	0,02 - 200	95
		30
		1

8.7.2 Для каждого значения несущей частоты, модулирующей частоты и значения КАМ, приведенных в таблице 8, выполнить N измерений КАМ от калибратора поверяемой установки РЭКАМ-2 компаратором поверяемой установки в режиме текущего усреднения десяти значений, результатами которых являются N показаний компаратора M_1, M_2, \dots, M_N .

8.7.3 Вычислить среднее арифметическое значение Δf_{cp} из N показаний по формуле

$$M_{cp} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N M_i. \quad (8)$$

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

8.7.4 Вычислить отклонения Δ_{M_i} , в %, от среднего арифметического значения по формуле

$$\Delta_{M_i} = M_i - M_{cp}, \quad (9)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, 10$.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

8.7.5 Определить среднее квадратическое отклонение случайной составляющей абсолютной погрешности передачи размера единицы КАМ σ_M , в %, по формуле

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \left(\sum_{i=1}^N (\Delta_M)^2 \right)}. \quad (10)$$

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

5.8.6 Результаты поверки считать положительными, если значения σ_M , в %, находятся в пределах, определяемых по формуле

$$\sigma_M = \pm (3 \cdot 10^{-4} \cdot M + \Delta M_{\text{ш}}), \quad (11)$$

где M – компарируемое значение единицы КАМ в %;

$\Delta M_{\text{ш}}$ – значения составляющей погрешности за счет остаточного частотного шума и фона АМ сигналов, значения которых приведены в таблице 7.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

9 ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Установка РЭКАМ-2 признается годной, если в ходе поверки все результаты положительные.

9.2 На установку РЭКАМ-2, которая признана годной, выдается Свидетельство о поверке по установленной форме.

9.3 Установка РЭКАМ-2, имеющая отрицательные результаты поверки в обращение не допускается, и на нее выдается Извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности.

Начальник НИО-2 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 203 НИО-2 ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.А. Тищенко

А.В. Мыльников