

СОГЛАСОВАНО

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

А.Н. Щипунов

» 03 _____ 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

ИЗМЕРИТЕЛИ МОДУЛЯЦИИ СКЗ-50/2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-21-013 МП

р.п. Менделеево

2021 г.

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки измерителей модуляции СКЗ-50/2 РПИС.411166.013-02 (далее – измеритель модуляции, прибор), изготавливаемых ООО НПП «Радио, приборы и связь», г. Нижний Новгород, находящихся в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

1.2 Первичной поверке подлежат измерители модуляции, выпускаемые из производства и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат измерители модуляции, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 Интервал между поверками 2 (два) года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки измерителей модуляции должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Проверка соответствия программного обеспечения (ПО)	8.2	да	да
Опробование	8.3	да	да
Определение метрологических характеристик	8.4	да	да
Определение диапазона уровней входного сигнала прибора при измерении модуляционных параметров по входам « \ominus I» и « \ominus II»	8.4.1	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала по входу « \ominus I»	8.4.2	да	да
Определение диапазона модулирующих частот, пределов измерений и абсолютной погрешности измерений пиковых и средних квадратических значений (далее – СКЗ) девиации частоты	8.4.3	да	да
Определение СКЗ частотного шума и фона, вносимого трактом прибора в режиме «ЧМ»	8.4.4	да	да
Определение коэффициента гармоник частотной модуляции (далее – ЧМ) сигналов, вносимого трактом измерителя модуляции	8.4.5	да	да
Определение коэффициента преобразования ЧМ в амплитудную модуляцию (далее – АМ)	8.4.6	да	нет

Окончание таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение диапазона модулирующих частот, пределов измерений и абсолютной погрешности измерений пиковых и СКЗ коэффициента АМ	8.4.7	да	да
Определение СКЗ амплитудного шума и фона, вносимого трактом прибора в режиме «АМ»;	8.4.8	да	да
Определение коэффициента гармоник огибающей АМ сигналов, вносимого трактом измерителя модуляции	8.4.9	да	да
Определение коэффициента преобразования АМ в ЧМ	8.4.10	да	нет
Определение диапазона модулирующих частот, пределов измерений и абсолютной погрешности измерений пиковых и СКЗ индекса фазовой модуляции (далее – ФМ)	8.4.11	да	да
Определение СКЗ фазового шума и фона, вносимого прибором в режиме «ФМ»	8.4.12	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения частоты входного сигнала	8.4.13	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения частоты модулирующего сигнала	8.4.14	да	да
Определение диапазона частот и абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник модулирующего сигнала	8.4.15	да	да

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке на основании заявления владельца средства измерения.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта 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
8.4.1, 8.4.2, 8.4.4, 8.4.13, 8.4.15	Генератор сигналов SMB100A диапазон частот от 0,01 до 18000 МГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6} \cdot f$, (f - частота); выходное напряжение от 0,01 до 2 В; нестабильность опорного уровня $\pm 0,1$ дБ
8.4.1, 8.4.2	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18A, диапазон частот от 10 кГц до 18 ГГц; диапазон измеряемых мощностей от 0,05 до 80 мВт (от -13 до +19 дБм); пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности ± 5 %
8.4.3, 8.4.4, 8.4.5, 8.4.6, 8.4.7, 8.4.8, 8.4.9, 8.4.10, 8.4.11, 8.4.12, 8.4.14, 8.4.15	Калибратор модуляции K2-101, фиксированные частоты в режиме «ЧМ» 5; 50; 1000; 2000 и 4000 МГц; диапазон девиации частоты от 0,005 до 10000 кГц; диапазон модулирующих частот от 0,02 до 200 кГц; пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(0,3 - 0,7)$ %; фиксированные частоты в режиме «ГДЧ» 1; 10; 50; 250; 500; 1000; 2000 и 4000 МГц, фиксированные частоты в режиме «АМ» 1; 25 и 500 МГц; диапазон коэффициентов АМ от 0,1 до 100 %; диапазон модулирующих частот от 0,02 до 200 кГц; пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(0,3 - 0,5)$ %; фиксированные частоты в режиме «ГДЧ» 1; 25 и 500 МГц
8.4.5, 8.4.9, 8.4.15	Измеритель нелинейных искажений С6-22, диапазон частот от 0,02 до 200 кГц; диапазон измеряемых коэффициентов гармоник от 0,01 до 30 %; пределы допускаемой относительной погрешности измерения коэффициента гармоник ± 3 %

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

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

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, 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 руководством по эксплуатации (далее – РЭ) и документацией по поверке.

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, приведённые в эксплуатационной документации измерителя модуляции 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 следующие условия:

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

6.2 При отрицательных результатах поверки по любому из пунктов таблицы 1 измеритель модуляции бракуется и направляется в ремонт.

7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1 Проверить наличие эксплуатационной документации и срок действия свидетельств о поверке на средства поверки.

7.2 Подготовить средства поверки к проведению измерений в соответствии с руководством по эксплуатации СИ.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра измерителя модуляции проверить:

- отсутствие механических повреждений и чистоту соединительных разъемов;
- наличие и целостность наружных деталей и пломб (наклейки);
- полноту маркировки и её сохранность, все надписи должны быть читаемы.

8.1.2 Проверку комплектности проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в эксплуатационной документации.

8.1.3 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования, перечисленные в пунктах 8.1.1 и 8.1.2.

8.1.4 Измеритель модуляции, не удовлетворяющий положительным критериям внешнего осмотра, признается непригодным к применению.

8.2 Проверка соответствия программного обеспечения (далее - ПО)

8.2.1 Необходимо войти в окно «Меню», выбрать (выделить) кнопками «+», «-» в зоне «Настройка» передней панели прибора строку «Сведения о приборе» в списке режимов окна и с помощью кнопок «◀» или «▶» выбрать значения параметра в правом столбце строки и нажать кнопку «ВВОД» в зоне «НАСТРОЙКА». На экране измерителя модуляции в информационном окне меню «Сведения о приборе» (рисунок 1) должны отобразиться идентификационные данные измерителя модуляции и версия установленного ПО.

Сведения о приборе	
предыдущий раздел	<<<
Наименование ПО	SK3-50_2
Версия ПО	1.0
Серийный номер	00001
Время наработки, час	42
Количество включений	23

Рисунок 1

8.2.2 Результаты поверки считать положительными, если процедура самопроверки проходит успешно, идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведённым в информационном окне. В противном случае результат идентификации ПО считать отрицательным и измеритель модуляции признается непригодным к применению.

8.3 Опробование

8.3.1 Подключить поверяемый измеритель модуляции к сети питания согласно РЭ.

После включения прибора и загрузки программы на экране первым появляется окно программного интерфейса «Коэффициент АМ» и включается режим измерения параметров амплитудной модуляции.

Включение режима измерения вида модуляции и соответствующего ему окна производится нажатием кнопок «АМ», «ЧМ» или «ФМ» на передней панели прибора.

Вид информационных окон для измерения параметров АМ, ЧМ и ФМ приведен на рисунках 2, 3 и 4.

Коэффициент АМ		Настройка автоматическая
Усреднение \bar{b} +пик	69,96 %	Диапазон 0 - 3 ГГц
Усреднение \bar{b} СКЗ	49,43 %	Режим Pmax отключен
Частота ВЧ	2500,002 МГц	ПЧ: 1001,5 кГц
Уровень ВЧ	+0,1 дБм	НОРМА
Коэф. гармоник	0,460%	
Частота НЧ	1000,0 Гц	Выход НЧ: -
20 Гц	300 Гц	Полоса НЧ 1,5 кГц 3,4 кГц 20 кГц 60 кГц 200 кГц

Рисунок 2– Окно программного интерфейса прибора «Коэффициент АМ»

Девияция частоты		Настройка автоматическая
Усреднение \bar{b} +пик	1000,1 кГц	Диапазон 0 - 3 ГГц
Усреднение \bar{b} СКЗ	702,2 кГц	Режим Pmax отключен
Частота ВЧ	2500,002 МГц	ПЧ: 2002,3 кГц
Уровень ВЧ	-1,0 дБм	НОРМА
Коэф. гармоник	0,097%	
Частота НЧ	1,0000 кГц	Выход НЧ: -
20 Гц	300 Гц	Полоса НЧ 1,5 кГц 3,4 кГц 20 кГц 60 кГц 200 кГц

Рисунок 3– Окно программного интерфейса прибора «Девияция частоты»

Индекс ФМ		Настройка автоматическая
Усреднение 5	+пик 100,00 рад	Диапазон 0 - 3 ГГц
Усреднение 5	СКЗ 70,10 рад	Режим Pmax отключен
Частота ВЧ	2500,002 МГц	ПЧ: 1001,9 кГц
Уровень ВЧ	-0,9 дБм	НОРМА
Кэф. гармоник	0,019%	
Частота НЧ	1000,0 Гц	Выход НЧ: -
20 Гц	300 Гц	Полоса НЧ
		1,5 кГц 3,4 кГц 20 кГц 60 кГц 200 кГц

Рисунок 4— Окно программного интерфейса прибора «Индекс ФМ»

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

8.3.3 Результаты проверки работоспособности измерителя модуляции считать положительными, если при включении прибора устанавливаются исходные режимы, кнопки (органы управления) функционируют и после нажатия кнопок «АМ», «СМ», «ФМ» на экране прибора наблюдали соответствующее рабочее окно (рисунки 2 - 4).

В противном случае результаты опробования считать отрицательными и измеритель модуляции признается непригодным к применению.

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение диапазона уровней входного сигнала прибора при измерении модуляционных параметров по входам « \ominus I» и « \ominus II»

8.4.1.1 Определение диапазона уровней входного сигнала прибора при измерении модуляционных параметров по входам « \ominus I» и « \ominus II» проводят методом прямых измерений, путем подачи на поверяемый прибор сигнала с калиброванным значением уровня мощности от генератора SMB100A.

Сигнал от генератора SMB100A кабелем 685671.005 подать на вход прибора « \ominus I». На частоте 0,01 МГц установить уровень выходного сигнала генератора SMB100A минус 13 дБм. В поверяемом приборе включить вход « \ominus I». Включить режим «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ». На табло измерения уровня входного сигнала поверяемого прибора должно быть сообщение «НОРМА».

Повторить измерения на частотах 1, 10, 100, 1000 и 3000 МГц. На частоте 3000 МГц уровень выходного сигнала генератора устанавливать равным минус 7 дБм.

Примечание - На частотах 1000 и 3000 МГц необходимо учитывать потери сигнала в кабеле 685671.005. Поэтому уровень сигнала на конце кабеля следует контролировать через переход Э2-112/2 измерителем мощности NRP18A.

На частоте 10 МГц установить выходной сигнал генератора SMB100A равным 19 дБм. На табло измерения уровня входного сигнала поверяемого прибора должно быть сообщение «НОРМА».

Повторить измерения на частотах 100 МГц, 1000 МГц, и 3000 МГц.

Примечание - На частотах 1000 и 3000 МГц необходимо учитывать потери сигнала в кабеле 685671.005. Поэтому уровень сигнала 19 дБм на конце кабеля следует контролировать через переход Э2-112/2 измерителем мощности NRP18A.

В каждой проверяемой точке должна осуществляться настройка на частоту входного сигнала и при всех уровнях на табло измерения уровня входного сигнала должны отсутствовать сообщения «МАЛО» и «МНОГО».

Сигнал от генератора SMB100A кабелем 685671.005 подать на вход прибора « \ominus II». На поверяемом приборе включить вход « \ominus II». Включить режим «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ».

На частоте 3000 МГц установить уровень сигнала генератора SMB100A равным минус 3 дБм. На табло «Частота ВЧ» поверяемого прибора должно быть устойчивое измерение частоты и ПЧ должна быть в пределах (1000 ± 20) кГц.

Повторить измерения на частотах 10000 и 18000 МГц.

На частоте 3000 МГц установить сигнал генератора SMB100A равным 10 дБм. На табло «Частота ВЧ» поверяемого прибора должно быть устойчивое измерение частоты и ПЧ должна быть в пределах (1000 ± 20) кГц.

Повторить измерения на частотах 10000 и 18000 МГц.

Примечание - На этих частотах необходимо учитывать потери сигнала в кабеле 685671.005. Поэтому уровень сигнала на конце кабеля следует контролировать через переход Э2-112/2 измерителем мощности NRP18A.

В каждой проверяемой точке должна осуществляться настройка на частоту входного сигнала и значение ПЧ должна быть в пределах 1000 ± 20 кГц.

8.4.1.2 Результаты поверки считать положительными, если диапазон уровней входного сигнала прибора при измерении модуляционных параметров по входу « \ominus I» составляет:

по входу « \ominus I»

- от минус 13 до плюс 19 дБм в диапазоне частот от 0,01 до 1000 МГц;

- от минус 7 до плюс 19 дБм в диапазоне частот свыше 1000 до 3000 МГц;

по входу « \ominus II»

- от минус 3 до плюс 10 дБм.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и измеритель модуляции признается непригодным к применению.

8.4.2 Определение абсолютной погрешности измерения уровня сигнала по входу « \ominus I»

8.4.2.1 Определение абсолютной погрешности измерения уровня входного сигнала по входу « \ominus I» прибора проводят путем подачи на вход поверяемого измерителя модуляции калиброванных значений мощности от генератора сигналов SMB100A согласно структурной схемы, приведенной на рисунке 5.

На несущих частотах 0,01; 1; 10; 100; 500; 1000 и 1500 МГц на вход « \ominus I» поверяемого прибора подают калиброванные значения уровня сигнала с значениями минус 13; 0 и плюс 19 дБм.

К генератору сигналов через кабель 685671.005 и переход Э2-112/2 подключается ваттметр NRP18A, регулировкой уровня генератора сигналов на частоте 0,01 МГц устанавливают по ваттметру уровень сигнала (минус $13 \pm 0,1$) дБм. Затем, подключив кабель к поверяемому прибору, фиксируют показания его индикатора уровня сигнала в [дБм].

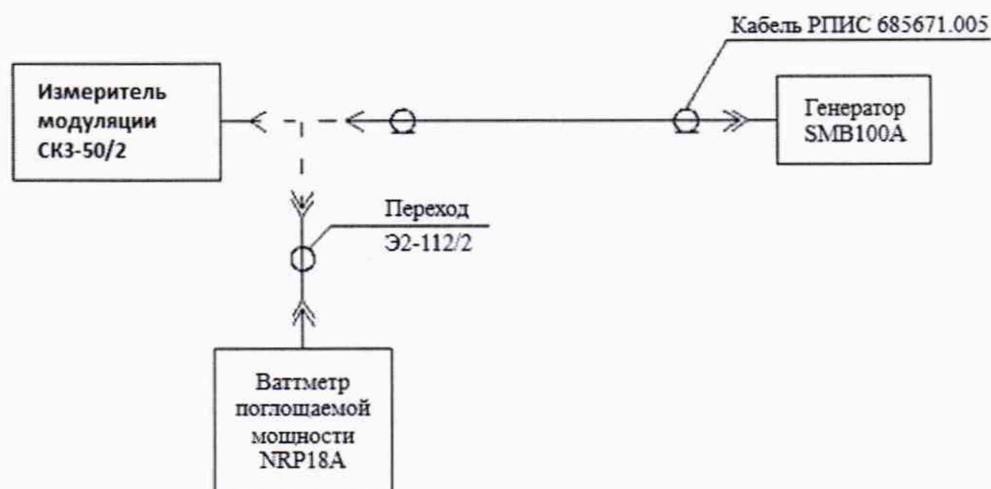


Рисунок 5 – Структурная схема измерения в диапазоне частот от 0,01 до 3000 МГц

Абсолютную погрешность измерения мощности в [дБ] определяют по формуле (1):

$$\Delta = P_{изм} - P_{к}, \quad (1)$$

где $P_{изм}$, $P_{к}$ – соответственно измеренное и калиброванное значения мощности в [дБм].

Аналогично проводят измерения при значениях мощности 0 и 19 дБм на частотах 1, 10, 100, 500, 1000 и 1500 МГц.

В диапазоне частот от 1500 до 3000 МГц измерения проводят на частотах 2000 и 3000 МГц при уровнях сигнала минус 10, 0, плюс 19 дБм.

8.4.2.2 Результаты поверки считать положительными, если на частотах от 0,01 до 1500 МГц и свыше 1500 до 3000 МГц значения абсолютной погрешности измерения уровня сигнала по входу « \ominus I» находятся в пределах ± 1 и ± 2 дБ соответственно.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и измеритель модуляции признается непригодным к применению

8.4.3 Определение диапазона модулирующих частот, пределов измерений и абсолютной погрешности измерений пиковых и СКЗ девиации частоты

Определение диапазона модулирующих частот, пределов измерений и абсолютной погрешности измерений пиковых и СКЗ девиации частоты проводят совместно путем подачи на поверяемый прибор сигнала с калиброванным значением девиации частоты от калибратора модуляции К2-101. Определение параметров проводится по входу « \ominus I» прибора на несущих частотах 5 и 50 МГц и по входу « \ominus II» прибора на несущей частоте 4000 МГц.

Сигнал с розетки «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 подают на розетку « \ominus I» измерителя модуляции кабелем 685671.005.

В прогретом калибраторе модуляции К2-101 установить режим «ЧМ», несущую частоту сигнала 50 МГц, значение выходного уровня 0 дБм и провести калибровку калибратора К2-101 и измерителя модуляции в режиме «ЧМ».

Значения девиации частоты, модулирующих частот и полос фильтров НЧ в режиме измерения пикового значения девиации частоты устанавливают в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Модулирующая частота, кГц	Девияция частоты, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц
0,02	100; 1000	0,02 – 20
0,06	100; 1000	
1	0,1; 1; 5; 30; 100; 1000	0,02 – 60
20	100; 1000	
30	100; 1000	0,02 – 200
60	1; 5; 30; 100; 1000	

Измерения малых значений девиации частоты 0,1 кГц и 1 кГц проводят на несущей частоте сигнала в калибраторе модуляции К2-101, равной 5 МГц.

Абсолютную погрешность измерения пиковых значений девиации частоты «вверх» $\Delta_{\text{вв}}$ и «вниз» $\Delta_{\text{вн}}$ вычисляют по формулам (2) и (3):

$$\Delta_{\text{вв}} = \Delta f_{\text{вв}} - \Delta f_{\text{к}}, \quad (2)$$

$$\Delta_{\text{вн}} = \Delta f_{\text{вн}} - \Delta f_{\text{к}}, \quad (3)$$

где $\Delta f_{\text{вв}}$ – измеренное значение пиковой девиации частоты «вверх», кГц;

$\Delta f_{\text{вн}}$ – измеренное значение пиковой девиации частоты «вниз», кГц;

$\Delta f_{\text{к}}$ – калиброванное значение девиации частоты, кГц, установленное в калибраторе.

Значения девиации частоты, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ в режиме измерения СКЗ девиации частоты устанавливают в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Модулирующая частота, кГц	Девияция частоты, кГц	Полоса фильтров НЧ, кГц
0,02	500	0,02 – 20
0,03	500	
1	0,002; 0,05; 0,3; 1; 30; 200; 500	0,3 – 3,4
6	500	0,02 – 20
60	500	0,02 – 200
100	0,3; 1; 30; 200; 500	
200	500	

Измерение СКЗ девиации частоты 0,002 кГц; 0,05 кГц; 0,3 кГц и 1 кГц на модулирующей частоте 1 кГц проводят, установив в калибраторе модуляции К2-101 несущую частоту сигнала 5 МГц.

Абсолютную погрешность измерения СКЗ девиации частоты $\Delta_{\text{СКЗ}}$ в килогерцах вычисляют по формуле (4):

$$\Delta_{\text{СКЗ}} = \Delta f_{\text{СКЗ}} - \Delta f_{\text{к}}, \quad (4)$$

где $\Delta f_{\text{СКЗ}}$ – измеренное СКЗ девиации частоты, кГц;

$\Delta f_{\text{к}}$ – калиброванное СКЗ девиации частоты, установленное в калибраторе, кГц.

Для определения параметров по входу « \ominus II» входную розетку прибора соединить кабелем 685671.005 с розеткой «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101. В калибраторе модуляции К2-101 установить несущую частоту 4000 МГц и выходной уровень мощности 0 дБм. В поверяемом приборе включить вход « \ominus II».

Значения девиации частоты, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ в режиме измерения пикового значения девиации частоты устанавливают в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Модулирующая частота, кГц	Девиация частоты, кГц	Полоса фильтров НЧ, кГц
0,02	5000; 10000	0,02 – 3,4
0,06	5000; 10000	
1	1; 10; 50; 300; 1000; 5000; 10000	
30	5000; 10000	0,02 – 60
60	50; 300; 1000; 5000; 10000	0,02 – 200

Погрешность измерения пиковых значений девиации частоты «вверх» $\Delta_{вв}$ и «вниз» $\Delta_{вн}$ вычисляют по формулам (3) и (4).

Значения девиации частоты, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ в режиме измерения СКЗ девиации частоты устанавливают в соответствии с таблицей 6. Абсолютную погрешность измерения СКЗ девиации частоты $\Delta_{скз}$ в килогерцах вычисляют по формуле (4).

Таблица 6

Модулирующая частота, кГц	Девиация частоты, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц
0,02	5000	0,02 – 20
0,03	5000	
0,09	5000	
1	0,1; 3; 10; 100; 1000; 5000	0,3 – 3,4
20	5000	0,02 – 60
60	5000	0,02 – 200
100	10; 100; 1000; 5000	
200	10; 100; 1000; 5000	

Результаты поверки считать положительными, если:

- диапазон модулирующих частот и пределы измерения девиации частоты соответствуют значениям, представленным в таблицах 7 и 8;

Таблица 7

Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц		
	для пиковых значений	для СКЗ	Полоса фильтра НЧ, кГц
от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,02 до 2	от 0,02 до 2	0,02 – 3,4
св. 0,2 до 1 включ.	от 0,02 до 10	от 0,02 до 10	0,02 – 20
св. 1 до 4 включ.	от 0,02 до 20	от 0,02 до 20	0,02 – 60
св. 4 до 10 включ.	от 0,02 до 60	от 0,02 до 60	0,02 – 200
св. 10 до 18000	от 0,02 до 60	от 0,02 до 200	0,02 – 200

Таблица 8

Вход прибора	Диапазон несущих частот, МГц	Пределы измерения пиковых значений девиации частоты, кГц	Пределы измерения СКЗ девиации частоты, кГц
« I»	от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,1 до 10	от 0,002 до 7
	св. 0,2 до 0,5 включ.	от 0,1 до 50	от 0,002 до 35
	св. 0,5 до 4 включ.	от 0,1 до 100	от 0,002 до 70
	св. 4 до 10 включ.	от 0,1 до 500	от 0,002 до 350
	св. 10 до 3000	от 0,1 до 1000	от 0,002 до 500
« II»	от 3000 до 18000	от 1 до 10000	не нормируется

- абсолютную погрешность измерений пикового значения девиации частоты (Δ_n) в нормальных условиях применения находится в пределах, определенных по формуле (5):

$$\Delta_n = \pm(A_n \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_u), \quad (5)$$

где A_n – множитель, значения которого приведены в таблице 9;

Δf_n – измеряемое пиковое значение девиации частоты, Гц;

Δf_u – СКЗ частотного шума и фона, вносимое прибором в установленной полосе фильтра НЧ, Гц.

Таблица 9

Диапазон несущих частот, МГц	Девиация частоты, кГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Множитель A_n
от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,1 до 10	от 0,06 до 1	0,02 – 3,4	0,01
св. 0,2 до 0,5 включ.	от 0,1 до 20	от 0,06 до 6	0,02 – 20	
св. 0,5 до 1 включ.	от 0,1 до 100	от 0,06 до 6	0,02 – 20	
св. 1 до 4 включ.	от 0,1 до 100	от 0,06 до 20	0,02 – 60	
св. 4 до 10 включ.	от 0,1 до 500	от 0,06 до 60	0,02 – 200	
св. 10 до 3000	св. 0,1 до 1000	от 0,06 до 60	0,02 – 200	
от 3000 до 18000	от 1 до 10000	от 0,06 до 60	0,02 – 200	

Примечания

1 В диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 0,06 кГц значение множителя $A_n = 0,03$.

2 Значения множителя A_n гарантируются для указанных фильтров НЧ, а также для фильтров нижних частот с меньшими граничными частотами в диапазоне модулирующих частот, не превышающем 0,5 от верхней граничной частоты включенного фильтра.

- абсолютную погрешность измерений СКЗ девиации частоты ($\Delta_{ск}$) в нормальных условиях применения находится в пределах, определенных по формуле (6):

$$\Delta_{ск} = \pm(A_{ск} \cdot \Delta f_{ск} + \Delta f_u), \quad (6)$$

где $A_{ск}$ – множитель, значения которого приведены в таблице 10;

$\Delta f_{ск}$ – измеряемое СКЗ девиации частоты, Гц;

Δf_u – СКЗ частотного шума и фона, вносимое прибором в установленной полосе фильтра НЧ, Гц.

Таблица 10

Диапазон несущих частот, МГц	Девияция частоты, кГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Множитель $A_{ск}$
от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,005 до 7	от 0,03 до 1	0,02 – 3,4	0,03
св. 0,2 до 0,5 включ.	от 0,005 до 10	от 0,03 до 10	0,02 – 20	
св. 0,5 до 1 включ.	от 0,005 до 70	от 0,03 до 10	0,02 – 20	
св. 1 до 4 включ.	от 0,05 до 70	от 0,03 до 30	0,02 – 60	
св. 4 до 10 включ.	от 0,002 до 300	от 0,03 до 60 включ.	0,02 – 200	
св. 10 до 3000	от 0,002 до 500	от 0,03 до 60 включ.	0,02 – 200	0,03
		св. 60 до 100 включ.		0,05
		св. 100 до 200		0,15
от 3000 до 18000	от 0,01 до 5000	от 0,03 до 60 включ.	0,02 – 200	0,03
		св. 60 до 100 включ.		0,05
		св. 100 до 200		0,15

Примечания

1 В диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 0,03 кГц значение множителя $A_{ск} = 0,05$.

2 Пределы допускаемой погрешности гарантируются для указанных фильтров НЧ, а также для фильтров с меньшими граничными частотами в диапазоне модулирующих частот, не превышающем 0,5 от верхней граничной частоты включенного фильтра.

В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

8.4.4 Определение СКЗ частотного шума и фона, вносимого трактом прибора в режиме «ЧМ»

8.4.4.1 Определение СКЗ частотного шума и фона, вносимого трактом прибора в режиме «ЧМ» проводят прямым методом измерений, путем подачи на вход прибора сигналов от калибратора модуляции К2-101.

Измерения по входу прибора «⊖ I» проводят с использованием калибратора модуляции К2-101 на несущих частотах 1; 10; 50; 250; 500; 1000 и 2000 МГц, а по входу «⊖ II» с использованием генератора сигналов SMB100A на частотах 3; 10 и 18 ГГц.

Розетку «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 соединяют с розеткой «⊖ I» измерителя модуляции кабелем 685671.005. В калибраторе модуляции К2-101 включают режим «ГДЧ» и устанавливают значение выходного уровня сигнала 0 дБм.

В поверяемом приборе включают режимы «ЧМ» и «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ». На несущей частоте 1 МГц измерения проводят в полосах НЧ (0,02 – 3,4) кГц, (0,02 – 20) кГц и (0,02 – 60) кГц, а на остальных частотах в полосах НЧ (0,3 – 3,4) кГц, (0,02 – 20) кГц, (0,02 – 60) кГц и (0,02 – 200) кГц. В качестве результата измерений берут показания с табло СКЗ поверяемого прибора.

При измерениях на частотах 3; 10; 18 ГГц в качестве источника сигнала с малым значением шума и фона используется генератор R&S SMB100A, подключенный к входу прибора «⊖ II» кабелем 685671.005. Значение выходного уровня в генераторе SMB100A устанавливают 0 дБм.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные СКЗ частотного шума и фона не превышают значений, установленных в таблице 11. В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

Таблица 11

Несущая частота, МГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Частотный шум и фон, Гц
св. 4 до 18000	0,3 – 3,4	$4 \cdot 10^{-9} \cdot f + 1$
	0,02 – 20	$4 \cdot 10^{-8} \cdot f + 2$
	0,02 – 60	$1 \cdot 10^{-7} \cdot f + 10$
	0,02 – 200	$2 \cdot 10^{-7} \cdot f + 40$
от 0,1 до 4	0,02 – 3,4	4
от 0,2 до 4	0,02 – 20	6
от 1 до 4	0,02 – 60	20
Примечание - Где f – несущая частота входного сигнала, Гц.		

8.4.5 Определение коэффициента гармоник ЧМ сигналов, вносимого трактом измерителя модуляции

8.4.5.1 Определение коэффициента гармоник ЧМ сигналов, вносимого трактом измерителя модуляции осуществляют методом подачи на вход поверяемого прибора сигнала с нормируемым коэффициентом гармоник ЧМ сигналов от калибратора модуляции К2-101.

К розетке « \ominus НЧ» поверяемого прибора подключить кабелем 685671.019 измеритель нелинейных искажений С6-22.

Значения девиации частоты, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ устанавливаются в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12

Девиация частоты, кГц	Модулирующая частота, кГц	Полоса фильтров НЧ, кГц
300; 1000; 10000	0,02	0,02 – 3,4
	6	0,3 – 20
	20	0,3 – 60
	60	0,3 – 200

Сигнал с розетки «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 подать на розетку « \ominus I» измерителя модуляции кабелем 685671.005.

Установить в калибраторе модуляции К2-101 режим «ЧМ», несущую частоту 50 МГц и выходной уровень 0 дБм.

Включить в поверяемом приборе режим «ЧМ» и режим «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ». Измерить измерителем нелинейных искажений С6-22 коэффициент гармоник ЧМ сигналов для значений девиации 300 и 1000 кГц на модулирующих частотах, указанных в таблице 12.

Сигнал от калибратора модуляции К2-101 подать на розетку « \ominus II» измерителя модуляции. Установить в калибраторе несущую частоту 4000 МГц и выходной уровень сигнала 0 дБм.

Аналогично вышеизложенному, измерить измерителем нелинейных искажений С6-22 коэффициент гармоник для значения девиации 10000 кГц на модулирующих частотах 0,02; 6 и 20 кГц.

8.4.5.2 Результаты поверки считаются положительными, если измеренные значения коэффициента гармоник не превышают значений, приведенных в таблице 13. В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

Таблица 13

Девияция частоты, кГц	Коэффициент гармоник, %, в диапазоне модулирующих частот кГц		
	от 0,02 до 6 включ.	св. 6 до 20 включ.	св. 20 до 60
300	0,1	0,2	0,3
1000	0,2	0,4	1,0
10000	0,6	0,6	-

8.4.6 Определение коэффициента преобразования ЧМ в АМ

8.4.6.1 Определение коэффициента преобразования ЧМ в АМ осуществляют путем подачи на вход поверяемого прибора частотно-модулированного сигнала с нормируемым значением сопутствующей амплитудной модуляции от калибратора модуляции К2-101.

Сигнал с розетки «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 подают на розетку «⊖ I» измерителя модуляции кабелем 685671.005.

Установить в калибраторе модуляции К2-101 несущую частоту равной 50 МГц, выходной уровень 0 дБм, модулирующую частоту 20 кГц и значение девиации частоты 200 кГц.

Включить в поверяемом приборе режим «АМ», полосу фильтров НЧ от 0,3 до 20 кГц, режим «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ».

Измерить значение пикового коэффициента АМ $M_{изм}$ «вверх» (при нажатой кнопке «+») и $M_{изм}$ «вниз» (при нажатой кнопке «-»). Коэффициент ЧМ в АМ $K_{ЧМ-АМ}$, в процентах на 1 кГц, рассчитать по формуле (7):

$$K_{ЧМ-АМ} = \frac{M_{изм}}{200}, \quad (7)$$

где $M_{изм}$ – максимальное значение из измеренных значений коэффициентов АМ $M_{изм}$ «вверх» или $M_{изм}$ «вниз», %.

8.4.6.2 Результаты поверки считать положительными, если коэффициент преобразования ЧМ в АМ в диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 20 кГц и девиациях частоты до 200 кГц не превышает 0,02 % на 1 кГц девиации частоты. В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

8.4.7 Определение диапазона модулирующих частот, пределов измерений и абсолютной погрешности измерения пиковых и СКЗ коэффициента АМ

8.4.7.1 Определение диапазона модулирующих частот, пределов измерений и абсолютной погрешности измерения пиковых и СКЗ коэффициента АМ проводят совместно путем подачи на поверяемый прибор сигнала с калиброванными значениями коэффициента АМ от калибратора модуляции К2-101.

Сигнал с розетки «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 подают на розетку «⊖ I» измерителя модуляции кабелем 685671.005.

Измерения проводят на несущих частотах 0,1; 1; 4 и 25 МГц. Значение выходного сигнала калибратора модуляции К2-101 устанавливают минус 6 дБм.

Установить в «МЕНЮ» измерителя модуляции режим «Постоянная времени АМ – Включено», в строке «УСРЕДНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ» значение, равное 5. На всех несущих частотах при коэффициентах АМ с значениями до 50 % включительно измерения проводят в режиме «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ», а при коэффициентах АМ с значениями более 50 % режиме «НАСТРОЙКА РУЧНАЯ».

Значения коэффициента АМ, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ в режиме измерения пиковых значений коэффициента АМ устанавливают в соответствии с таблицей 14.

Таблица 14

Несущая частота, МГц	Модулирующая частота, кГц	Коэффициент АМ, %	Полоса измерения НЧ, кГц
25	0,02	95	0,02 – 20
	0,06	95	
	1	1; 3; 10; 50; 95; 100	
	30	95	0,02 – 60
	60	95	0,02 – 200
4	1	95	0,02 – 20
1	0,02	95	0,02 – 20
	0,06	95	
	1	1; 3; 10; 50; 95; 100	
	6	95	
0,1	0,4	95	0,02 – 1,5

Абсолютную погрешность измерения пиковых значений коэффициента АМ «вверх» $\Delta M_{\text{вв}}$ и «вниз» $\Delta M_{\text{вн}}$ вычисляют по формулам (8) и (9):

$$\Delta M_{\text{вв}} = M_{\text{вв}} - M_{\text{к}}, \quad (8)$$

$$\Delta M_{\text{вн}} = M_{\text{вн}} - M_{\text{к}}, \quad (9)$$

где $M_{\text{вв}}$ – измеренное значение пикового коэффициента АМ «вверх», %;

$M_{\text{вн}}$ – измеренное значение пикового коэффициента АМ «вниз», %;

$M_{\text{к}}$ – калиброванное значение пикового коэффициента АМ, %.

В режиме измерения СКЗ коэффициента АМ значения коэффициентов амплитудной модуляции, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ устанавливают в соответствии с таблицей 15.

Таблица 15

Несущая частота, МГц	Модулирующая частота, кГц	Коэффициент АМ, %	Полоса измерения НЧ, кГц
25	0,02	50	0,02 – 20
	0,06	50	
	1	0,05; 0,1; 1; 5; 10; 50	
	30	50	0,02 – 60
	60	50	0,02 – 200
	100	50	
	200	50	
4	20	50	0,02 – 60
1	0,02	50	0,02 – 20
	0,06	50	
	1	0,05; 0,1; 1; 5; 10; 50	
	6	50	
0,1	0,4	50	0,02 – 1,5

Абсолютную погрешность измерения СКЗ коэффициентов АМ $\Delta M_{СКЗ}$ вычисляют по формуле (10):

$$\Delta M_{СКЗ} = M_{СКЗ} - M_k, \quad (10)$$

где $M_{СКЗ}$ – измеренное СКЗ коэффициента АМ, %;

M_k – калиброванное СКЗ коэффициента АМ, %.

8.4.7.2 Результаты поверки считать положительными, если:

- диапазон модулирующих частот в режиме «АМ» составляет от 0,02 до 200 кГц, измерения пикового значения коэффициента АМ осуществляется в диапазоне от 1 до 100 %, СКЗ коэффициента АМ в диапазоне от 0,02 до 50 %;

- абсолютной погрешности измерений пиковых значений коэффициента АМ (ΔM_n) в нормальных условиях применения находится в пределах, определенных по формуле (11):

$$\Delta M_n = \pm(B_n \cdot M_n + 3 \cdot \Delta M_{ш}), \quad (11)$$

где B_n – множитель, значения которого приведены в таблице 16;

M_n – измеряемое пиковое значение коэффициента АМ, %;

$\Delta M_{ш}$ – СКЗ амплитудного шума и фона, вносимое прибором в установленной полосе фильтра НЧ, %.

Таблица 16

Коэффициент АМ, %	Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Множитель B_n
от 1 до 100	от 0,01 до 3000	от 0,02 до 0,06	0,02 – 1,5	0,03
от 1 до 95	от 0,01 до 0,1 включ.	от 0,06 до 0,4	0,02 – 1,5	0,01
	от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,06 до 1,5	0,02 – 3,4	
	св. 0,2 до 1 включ.	от 0,06 до 6	0,02 – 20	
	св. 1 до 4 включ.	от 0,06 до 20	0,02 – 60	
	св. 4 до 3000	от 0,06 до 60	0,02 – 200	
св. 95 до 100	от 0,01 до 3000	от 0,02 до 60	0,02 – 200	0,03

Примечание - Пределы допускаемой погрешности гарантируются для указанных фильтров НЧ, а также для фильтров с меньшими граничными частотами в диапазоне модулирующих частот, не превышающем 0,5 от верхней граничной частоты включенного фильтра.

- абсолютной погрешности измерений СКЗ коэффициента АМ в нормальных условиях применения находится в пределах, определенных по формуле (12)

$$\Delta M_{СК} = \pm(B_{СК} \cdot M_{СК} + \Delta M_{ш}), \quad (12)$$

где $B_{СК}$ – множитель, значения которого приведены в таблице 17;

$M_{СК}$ – измеряемое СКЗ коэффициента АМ, %;

$\Delta M_{ш}$ – СКЗ амплитудного шума и фона, вносимое прибором в установленной полосе фильтра НЧ, %.

Таблица 17

Коэффициент АМ, %	Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Множитель $V_{СК}$
от 0,02 до 50	от 0,01 до 0,1 включ.	от 0,02 до 0,4	0,02 – 1,5	0,03
	от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,02 до 1,5	0,02 – 3,4	
	св. 0,2 до 1 включ.	от 0,02 до 6	0,02 – 20	
	св. 1 до 4 включ.	от 0,02 до 20	0,02 – 60	
	от 4 до 3000	от 0,02 до 60 включ.	0,02 – 200	0,03
		св. 60 до 100 включ.		0,05
св. 100 до 200		0,1		

Примечание - Пределы допускаемой погрешности гарантируются для указанных фильтров НЧ, а также для фильтров с меньшими граничными частотами в диапазоне модулирующих частот, не превышающем 0,5 от верхней граничной частоты включенного фильтра.

В противном случае приемник признается непригодным к применению.

8.4.8 Определение СКЗ амплитудного шума и фона, вносимого трактом прибора в режиме «АМ»

8.4.8.1 Определение СКЗ амплитудного шума и фона, вносимого трактом прибора в режиме «АМ» проводят путем подачи на вход прибора сигнала от калибратора модуляции К2-101.

Сигнал с розетки «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 подать на розетку «⊖ I» измерителя модуляции кабелем 685671.005. Измерения проводят на несущих частотах сигнала 0,01; 0,1, 1; 50; 500 и 2000 МГц при значении выходного уровня калибратора 0 дБм.

Измерения на несущей частоте сигнала 0,01 МГц в полосе НЧ (0,02 – 1,5) кГц проводят, включив в калибраторе модуляции К2-101 режимы «Калибратор АМ» и «Модуляция отключена». На несущих частотах сигнала 0,1 МГц и выше в калибраторе модуляции К2-101 использовать режим «ГДЧ».

В поверяемом приборе включают режимы «АМ» и «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ».

Измерения проводят:

- на несущей частоте 0,1 МГц в полосах НЧ (0,02 – 3,4) кГц и (0,3 – 3,4) кГц;
- на несущей частоте 1 МГц в полосах НЧ (0,02 – 3,4) кГц; (0,3 – 3,4) кГц; (0,02 – 20) кГц;
- на остальных частотах в полосах НЧ (0,3 – 3,4) кГц, (0,02 – 20) кГц, (0,02 – 60) кГц и (0,02 – 200) кГц.

В качестве результата измерений берут показания с табло СКЗ поверяемого прибора.

Результаты проверки считаются положительными, если измеренные СКЗ амплитудного шума и фона не превышают значений, указанных таблице 18. В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

Таблица 18

Несущая частота, МГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Амплитудный шум и фон, %
от 0,01 до 0,1 включ.	0,02 – 1,5	0,01
от 0,1 до 3000 включ.	0,3 – 3,4	0,008
	0,02 – 3,4	0,01
от 0,5 до 3000 включ.	0,02 – 20	0,03
от 4 до 3000 включ.	0,02 – 60	0,05
	0,02 – 200	0,1

8.4.9 Определение коэффициента гармоник огибающей АМ сигналов, вносимого трактом измерителя модуляции

8.4.9.1 Определение коэффициента гармоник огибающей АМ сигналов, вносимого трактом измерителя модуляции осуществляется путем подачи на вход поверяемого прибора сигнала с нормированным значением коэффициента гармоник огибающей от калибратора модуляции К2-101.

Сигнал с розетки «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 подают на розетку «⊖ I» измерителя модуляции кабелем 685671.005.

К розетке «⊕ НЧ» поверяемого прибора подключить кабелем 685671.019 измеритель нелинейных искажений С6-22.

Установить несущую частоту калибратора модуляции К2-101 равной 25 МГц, выходной уровень 0 дБм. На измерителе модуляции включить режим измерения «АМ» и режим «НАСТРОЙКА РУЧНАЯ». В меню измерителя модуляции установить режим «Постоянная времени АМ – Включено».

Значения коэффициентов АМ, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ устанавливаются в соответствии с таблицей 19.

Таблица 19

Коэффициент АМ, %	Модулирующая частота, кГц	Полоса фильтров НЧ, кГц
30	0,02	0,02 – 3,4
	0,09	0,02 – 3,4
	6	0,3 – 20
	60	0,3 – 200
95	0,02	0,02 – 3,4
	0,09	0,02 – 3,4
	6	0,3 – 20
	60	0,3 – 200

8.4.9.2 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения коэффициента гармоник не превышают значений, приведенных в таблице 20. В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

Таблица 20

Коэффициент АМ, %	Коэффициент гармоник, %, в диапазоне модулирующих частот, кГц, не более		
	от 0,02 до 0,09 включ.	св. 0,09 до 6 включ.	св. 6 до 60
30	0,15	0,2	0,3
95	0,3	0,3	0,4

Примечание - Коэффициент гармоник в диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 0,09 кГц включ. гарантируется в режиме «Постоянная времени АМ – Включено».

8.4.10 Определение коэффициента преобразования АМ в ЧМ

8.4.10.1 Определение коэффициента преобразования АМ в ЧМ осуществляют путем подачи на вход поверяемого прибора АМ сигнала с нормируемым значением ФМ от калибратора модуляции К2-101.

Сигнал с розетки «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 подают на розетку «⊖ I» измерителя модуляции кабелем 685671.005.

Установить несущую частоту равной 25 МГц, выходной уровень минус 7 дБм, коэффициент АМ 30 % на модулирующей частоте 20 кГц. Включить в поверяемом приборе режим «ЧМ», полосу фильтра НЧ (0,3 – 20) кГц, режим «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ».

Измерить значение пиковой девиации частоты $\Delta f_{изм}$ «вверх» (при нажатой кнопке «+») и $\Delta f_{изм}$ «вниз» (при нажатой кнопке «-»).

Коэффициент преобразования АМ в ЧМ $K_{АМ-ЧМ}$, Гц, на 1 % модуляции, рассчитать по формуле (13):

$$K_{АМ-ЧМ} = \frac{\Delta f_{изм}}{30}, \quad (13)$$

где $\Delta f_{изм}$ – максимальное из двух измеренных значений пиковой девиации частоты $\Delta f_{изм}$ «вверх» или $\Delta f_{изм}$ «вниз», Гц.

8.4.10.2 Результаты поверки считать положительными, если коэффициент преобразования АМ в ЧМ в диапазоне модулирующих частот до 20 кГц и коэффициентах АМ до 30 % не превышает 10 Гц на 1 % коэффициента АМ. В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

8.4.11 Определение диапазона модулирующих частот, пределов измерений и абсолютной погрешности измерений пиковых и СКЗ индекса ФМ

8.4.11.1 Определение диапазона модулирующих частот, пределов измерений и абсолютной погрешности измерений пиковых и СКЗ индекса ФМ проводят совместно методом прямых измерений, путем подачи на поверяемый прибор сигнала с калиброванными значениями индекса ФМ от калибратора модуляции К2-101.

Сигнал с розетки «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 подают на розетку «⊖ I» измерителя модуляции кабелем 685671.005.

В калибраторе модуляции К2-101 устанавливают режим модуляции «ФМ», значение выходного уровня сигнала 0 дБм и несущую частоту 50 МГц. Значения индекса ФМ, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ в режиме измерения пиковых и СКЗ индекса ФМ устанавливают в соответствии с таблицей 21.

Таблица 21

Модулирующая частота, кГц	Индекс ФМ, кГц						Полоса фильтров НЧ, кГц	
	пиковые значения			СКЗ				
0,3	1;	10;	100	0,05;	0,5;	5;	60	0,3 – 20
6	1;	10;	100	0,05;	0,5;	5;	60	0,3 – 60
60		1;	10		0,1;	1;	5	0,3 – 200

Абсолютная погрешность измерений пиковых значений индекса ФМ «вверх» $\Delta\varphi_{вв}$ и «вниз» $\Delta\varphi_{вн}$ вычисляют по формулам (14) и (15):

$$\Delta\varphi_{вв} = \varphi_{вв} - \varphi_{к}, \quad (14)$$

$$\Delta\varphi_{вн} = \varphi_{вн} - \varphi_{к}, \quad (15)$$

где $\varphi_{вв}$ – измеренное значение пикового индекса ФМ «вверх», рад;

$\varphi_{вн}$ – измеренное значение пикового индекса ФМ «вниз», рад;

$\varphi_{к}$ – калиброванное значение пикового индекса ФМ, рад.

Абсолютная погрешность измерений СКЗ индекса ФМ $\Delta\varphi_{ск}$ вычисляют по формуле (16):

$$\Delta\varphi_{ск} = \varphi_{ск} - \varphi_{к}, \quad (16)$$

где $\varphi_{ск}$ – измеренное СКЗ индекса ФМ, рад;

$\varphi_{к}$ – калиброванное СКЗ индекса ФМ, рад.

8.4.11.2 Результаты поверки считать положительными, если:

- диапазоны измерения пиковых и СКЗ индекса ФМ соответствуют значениям, приведенным в таблице 22;

Таблица 22

Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Диапазон измерений, рад	
		пиковые значения	СКЗ
от 1 до 4 включ.	от 0,3 до 1 включ.	от 0,2 до 100	от 0,02 до 60
	св. 1 до 30 включ.	от 0,2 до 100/Фм	от 0,02 до 60/Фм
св. 4 до 3000	от 0,3 до 6 включ.	от 0,5 до 100	от 0,05 до 60
	св. 6 до 60 включ.	от 0,5 до 600/Фм	от 0,05 до 300/Фм
от 3000 до 18000	от 0,3 до 6 включ.	от 1 до 1000	от 0,05 до 600
	св. 6 до 60	от 1 до 6000/Фм	от 0,05 до 3000/Фм

Примечание - Где Фм – модулирующая частота, кГц.

- абсолютная погрешность измерений пиковых значений индекса ФМ ($\Delta\varphi_n$) в нормальных условиях применения находится в пределах, определенных по формуле (17):

$$\Delta\varphi_n = \pm(0,02 \cdot \varphi_n + 3 \cdot \varphi_{ш}), \quad (17)$$

где φ_n – измеряемое пиковое значение индекса ФМ, рад;

$\varphi_{ш}$ – СКЗ фазового шума и фона (рад), вносимое прибором в установленной полосе фильтра НЧ.

- абсолютная погрешность измерений СКЗ индекса ФМ в нормальных условиях применения находится в пределах, определенных по формуле (18):

$$\Delta\varphi_c = \pm(0,03 \cdot \varphi_c + \varphi_{ш}), \quad (18)$$

где φ_c – измеряемое СКЗ индекса ФМ, рад;

$\varphi_{ш}$ – СКЗ фазового шума и фона (рад), вносимое прибором в установленной полосе фильтра НЧ.

В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

8.4.12 Определение СКЗ фазового шума и фона, вносимого трактом прибора в режиме «ФМ»

8.4.12.1 Определение СКЗ фазового шума и фона, вносимого трактом прибора в режиме «ФМ» проводят прямым методом измерений путем подачи на вход прибора сигналов от калибратора модуляции К2-101.

Измерения проводят по входу « \ominus I» прибора на несущих частотах сигнала 1; 10; 50; 250; 500; 1000 и 2000 МГц и по входу « \ominus II» прибора на несущей частоте 4000 МГц.

Розетку «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 соединяют с входными розетками измерителя модуляции кабелем 685671.005. В калибраторе модуляции К2-101 включают режим «ГДЧ» и устанавливают значение выходного уровня сигнала 0 дБм.

В поверяемом приборе включают режимы «ФМ» и «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ» в полосе НЧ (0,3 – 200) кГц. В качестве результата измерений берут показания с табло СКЗ измерителя модуляции.

8.4.12.2 Результаты поверки считать положительными, если измеренные СКЗ фазового шума и фона не превышают значений, приведенных в таблице 23. В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

Таблица 23

Несущая частота, МГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Значения фазового шума и фона, $\varphi_{ш}$, рад, не более
от 1 до 3000	0,3 – 200	$\varphi_{ш} = (0,01 \cdot f_n + 0,01)$
св.3000 до 18000	0,3 – 200	$\varphi_{ш} = (0,005 \cdot f_n + 0,005)$

Примечание - Где f_n – несущая частота входного сигнала, ГГц.

8.4.13 Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала

8.4.13.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала проводят методом поочередной подачи на розетки « \ominus I» и « \ominus II» поверяемого прибора сигнала от генератора SMB100A с нормированной погрешностью установки частоты несущей.

Сигнал от генератора подают на розетку « \ominus I» измерителя модуляции кабелем 685671.005. Измерения проводят на несущих частотах 0,1; 10; 100; 1000 и 3000 МГц. Напряжение на входе прибора устанавливают минус 10 дБм по показаниям индикатора уровня измерителя модуляции.

Измерения по входу прибора « \ominus II» проводятся на несущих частотах 3; 6; 12 и 18 ГГц. Сигнал от генератора подают на розетку « \ominus II» измерителя модуляции. Напряжение на выходе генератора SMB100A устанавливают 0 дБм.

Абсолютную погрешность измерений частоты входного сигнала вычисляют по формуле (19):

$$\Delta f = f_{изм} - f_{г}, \quad (19)$$

где Δf – абсолютная погрешность измерения частоты входного сигнала, Гц;

$f_{изм}$ – измеренное значение частоты входного сигнала поверяемым прибором, Гц;
 f_z – установленное значение частоты генератора, Гц.

8.4.13.2 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала в нормальных условиях применения при значениях модуляции, не превышающих 0,1 от максимально допустимого значения, не превышает значений, определяемых по формулу (20).

$$\Delta f = \pm (5 \cdot 10^{-6} \cdot f + 1), \quad (20)$$

где Δf – абсолютная погрешность измерения частоты входного сигнала, Гц;

f – частота входного сигнала, Гц.

В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

8.4.14 Определение абсолютной погрешности измерений частоты модулирующего сигнала

8.4.14.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты модулирующего сигнала проводят, подавая на вход поверяемого измерителя модуляции частотно-модулированный сигнал от калибратора модуляции К2-101, имеющего малую нормированную погрешность установки модулирующей частоты.

В калибраторе модуляции К2-101 устанавливают режим «ЧМ», уровень выходного сигнала 0 дБм и несущую частоту 50 МГц. В измерителе модуляции устанавливают полосу НЧ (0,02 – 200) кГц. Устанавливая в калибраторе модуляции К2-101 модулирующие частоты 20 Гц, 1; 6; 60 и 200 кГц и значения девиации частоты 100 и 1000 кГц, на каждой из модулирующих частот фиксируют показания табло «Частота НЧ» поверяемого прибора.

Абсолютную погрешность частоты на каждой из модулирующих частот определить по формуле (21):

$$\Delta F = F_{изм} - F_n, \quad (21)$$

где ΔF – абсолютная погрешность измерения частоты модулирующего сигнала, Гц;

$F_{изм}$ – измеренное значение модулирующей частоты поверяемым прибором, Гц;

F_n – значение частоты модулирующего сигнала, установленное в калибраторе, Гц.

Результаты поверки считать положительными, если на всех устанавливаемых модулирующих частотах значения абсолютной погрешности измерений частоты модулирующего сигнала при соотношении сигнал/шум не менее 40 дБ находится в пределах значений, определяемых по формуле (22):

$$\Delta F = \pm (1 \cdot 10^{-4} F + 0,1), \quad (22)$$

где ΔF – абсолютная погрешность измерения частоты модулирующего сигнала, Гц;

F – частота модулирующего сигнала, Гц.

В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

8.4.15 Определение диапазона частот и абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник модулирующего сигнала

8.4.15.1 Определение диапазона частот и абсолютной погрешности измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала проводят методом эталонного прибора. В качестве эталонного прибора использует измеритель нелинейных искажений С6-22, подключенный к розетке « Θ НЧ» поверяемого прибора. В качестве источника модулированного сигнала с малыми значениями коэффициента гармоник используют калибратор модуляции К2-101 в режиме «ЧМ», а в качестве источника модулированного сигнала с большими значениями (1 % и более) коэффициента гармоник используют генератор сигналов SMB100А в режиме «ЧМ» сигналом прямоугольной формы (меандр).

Сигнал с розетки «ВЫХОД» калибратора модуляции К2-101 подать на вход измерителя модуляции кабелем 685671.005.

В калибраторе модуляции К2-101 установить режим «ЧМ», несущую частоту сигнала 50 МГц, значение девиации частоты 500 кГц, модулирующую частоту 20 Гц и значение выходного уровня 0 дБм.

В измерителе модуляции установить режим «ЧМ», несущую частоту сигнала 50 МГц (в режиме ручной настройки), полосу фильтра НЧ (0,02- 3,4) кГц и режим измерения коэффициента гармоник. По табло измерителя модуляции провести отсчет ($K_{г\text{ изм}}$) измеренного значения коэффициента гармоник, а по табло измерителя нелинейных искажений С6-22 ($K_{гк}$) калиброванного значения коэффициента гармоник. Абсолютную погрешность измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала на модулирующей частоте 20 Гц определить по формуле (23):

$$\Delta K_g = K_{г\text{ изм}} - K_{гк}, \quad (23)$$

где $K_{г\text{ изм}}$ – измеренное значение коэффициента гармоник модулирующего сигнала, в процентах, по табло измерителя модуляции;

$K_{гк}$ – калиброванное значение коэффициента гармоник, в процентах, по табло С6-22.

Аналогично проводят измерения и определяют абсолютную погрешность измерения коэффициента гармоник на модулирующих частотах и в полосах фильтра НЧ, указанных в таблице 24.

Таблица 24

Модулирующая частота, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц
0,02	0,02 – 3,4
1	0,3 – 3,4
20	0,3 – 60
60	0,3 – 200

Для определения диапазона частот, диапазона измерений и погрешности измерения в области больших значений коэффициента гармоник на вход измерителя модуляции подают ЧМ сигнал с генератора сигналов SMB100А.

В генераторе сигналов установить режим «ЧМ», несущую частоту сигнала 50 МГц, режим модуляции меандром «Square», значение девиации частоты 500 кГц, модулирующую частоту 17,65 кГц и значение выходного уровня 0 дБм.

В измерителе модуляции установить режим «ЧМ», несущую частоту сигнала 50 МГц, полосу фильтра НЧ (0,02 – 20) кГц и режим измерения коэффициента гармоник.

По табло измерителя нелинейных искажений С6-22 плавной перестройкой модулирующей частоты в генераторе сигналов вблизи значения 17,65 кГц установить значение коэффициента гармоник ($1 \pm 0,1$) %. Абсолютную погрешность измерения коэффициента гармоник с значением 1 % на модулирующей частоте 17,65 кГц определить по формуле (21).

По табло измерителя нелинейных искажений С6-22 плавной перестройкой модулирующей частоты в генераторе сигналов вблизи значения 10,43 кГц установить значение коэффициента гармоник ($10 \pm 0,1$) %. Абсолютную погрешность измерения коэффициента гармоник с значением 10 % на модулирующей частоте 10,43 кГц определить по формуле (21).

Аналогично проводят измерения на модулирующей частоте 7,43 кГц при значении коэффициента гармоник ($30 \pm 0,3$) %.

8.4.15.2 Результаты поверки считать положительными, если диапазон частот измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала от 0,02 до 60 кГц и диапазон измерения коэффициента гармоник от 0,03 до 30 %, а абсолютная погрешность измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала находится в пределах, установленных формулой (24).

$$\Delta K_g = \pm(0,1 \cdot K_g + 0,03) \%, \quad (24)$$

где $\Delta K_{г}$ – абсолютная погрешность измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала, %.

В противном случае измеритель модуляции признается непригодным к применению.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Измеритель модуляции признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

9.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

9.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца прибора или лица, предъявившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в формуляр прибора вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки наносится на специальную мастику двух пломб, расположенных в крепежных отверстиях упоров задней панели прибора.

9.4 При выполнении сокращенной поверки (на основании решения или заявки на проведение поверки, эксплуатирующей организации) в свидетельстве о поверке указывать диапазон частот на котором выполнена поверка.

9.5 Измеритель модуляции, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается. На него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин бракования по установленной форме.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский