

**УТВЕРЖДАЮ**

**Руководитель ГЦИ СИ,**

**Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»**

**А.С. Евдокимов**

**« 26 » 12 2013 г.**



**Анализаторы спектра СК4-БЕЛАН 32М, СК4-БЕЛАН 70М**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП РТ 2028-2013**

**Начальник лаборатории  
441 ФБУ «Ростест-Москва»**

  
**С.Э. Баринов**

**Начальник сектора лаборатории  
441 ФБУ «Ростест-Москва»**

  
**Р.А. Осин**

**Заместитель генерального директора  
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»**

  
**Д.Р. Васильев**

г. Москва  
2013

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы спектра СК4-БЕЛАН 32М, СК4-БЕЛАН 70М (далее – приборы), изготавливаемые ЗАО ПФ «Элвира», и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1. Операции поверки

№	наименование операции	номер пункта методики	проведение операции при поверке	
			первичной	периодической
1	внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
2	опробование (функциональное тестирование)	7.2	да	да
3	определение усредненного уровня собственных шумов	7.3.1	да	да
4	определение уровня помех, не связанных с входом	7.3.2	да	нет
5	определение погрешности частоты опорного генератора	7.3.3	да	да
6	определение погрешности измерения уровня мощности на частоте 50 МГц	7.3.4	да	да
7	определение неравномерности АЧХ на частотах от 10 МГц до 7 ГГц	7.3.5	да	да
8	определение неравномерности АЧХ на частотах ниже 10 МГц	7.3.6	да	да
9	определение погрешности измерения уровня, связанной с переключением ослабления аттенюатора	7.3.7	да	да
10	определение коэффициента прямоугольности фильтров	7.3.8	да	нет
11	определение уровня фазовых шумов	7.3.9	да	да
12	определение погрешности измерения уровня, связанной с нелинейностью логарифмической шкалы	7.3.10	да	нет
13	определение уровня гармонических искажений второго порядка	7.3.11	да	нет
14	определение уровня интермодуляционных искажений третьего порядка	7.3.12	да	да
15	определение погрешности установки уровня мощности следящего генератора (опции 002, 020)	7.3.13	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Средства поверки

№	наименование средства поверки	номер пункта методики	требуемые технические характеристики	рекомендуемый тип средства поверки и его технические характеристики, примечания
				1 2 3 4 5
<b>эталонные средства измерений</b>				
1	стандарт частоты	7.3.3	относительная погрешность частоты 10 МГц не более $\pm 1 \cdot 10^{-9}$ ; уровень сигнала от 0 до + 10 дБм	стандарт частоты <u>рубидиевый Stanford ReПОИСК Systems FS725</u> относительный дрейф частоты 10 МГц за один год при температуре $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ ; уровень сигнала + 7 дБм
2	генератор сигналов ВЧ	7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.7 7.3.8 7.3.9 7.3.10 7.3.11 7.3.12	диапазон частот от 10 МГц до 7 ГГц; диапазон уровня от – 30 до + 10 дБм; уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 10 кГц не более – 130 дБн/Гц; вход синхронизации 10 МГц	генератор сигналов <u>Agilent E8257D с опциями 520, 1E1</u> диапазон установки уровня от – 135 до + 14 дБм на частотах от 10 МГц до 20 ГГц; уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 20 кГц не более – 130 дБн/Гц; вход синхронизации 10 МГц
3	генератор сигналов НЧ	7.3.6	неравномерность АЧХ в полосе частот от 10 кГц до 10 МГц не более $\pm 0,15$ дБ	генератор сигналов <u>произвольной формы Agilent 33250A</u> неравномерность АЧХ в полосе частот от 1 кГц до 10 МГц не более $\pm 0,1$ дБ
4	ваттметр проходящей СВЧ мощности	7.3.4 7.3.5	относительная погрешность измерения уровня мощности от – 30 до 0 дБм в диапазоне частот от 10 МГц до 7 ГГц не более $\pm 0,15$ дБ	ваттметр <u>проходящей мощности СВЧ Rohde &amp; Schwarz NRP-Z28</u> относительная погрешность измерения мощности от – 50 до + 20 дБм в диапазоне частот от 10 МГц до 18 ГГц не более $\pm 0,15$ дБ
5	генератор сигналов ВЧ	7.3.12	диапазон уровня от – 20 до – 10 дБм на частоте 1 ГГц; вход синхронизации 10 МГц	генератор сигналов <u>Agilent N9310</u> диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц; диапазон уровня от – 127 до + 13 дБм; вход синхронизации 10 МГц
6	аттенюатор ступенчатый	7.3.10	погрешность ослабления от 0 до 100 дБ на частоте 50 МГц не более $\pm 0,15$ дБ	комплект аттенюаторов <u>TRI-50N</u> погрешность действительных значений ослабления от 0 до 100 дБ на частоте 50 МГц не более $\pm 0,1$ дБ

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
7	ваттметр поглощаемой СВЧ мощности	7.3.13	относительная погрешность измерения уровня мощности от – 50 до + 5 дБм в диапазоне частот от 10 МГц до 3,3 ГГц не более ± 0,5 дБ	<u>преобразователь измерительный Rohde &amp; Schwarz NRP-Z21</u> относительная погрешность измерения мощности от – 50 до + 23 дБм в диапазоне частот от 10 МГц до 18 ГГц не более ± 0,25 дБ
<b>вспомогательные принадлежности</b>				
1	нагрузка согласованная	7.3.1 7.3.2	50 Ω тип N	Э9-159
2	набор фильтров нижних частот	7.3.11	частоты среза 50 МГц, 800 МГц уровень режекции не менее 30 дБ	полосовые фильтры из комплекта измерителя полных сопротивлений Р3-34 с полосой (32...53 МГц) и (620...1000 МГц)
4	делитель мощности	7.3.12	несимметричность плеч на частоте 1 ГГц не более 0,5 дБ	<u>делитель мощности Agilent 11667A</u> несимметричность плеч на частоте 1 ГГц не более 0,15 дБ
5	аксессуары (кабели, адаптеры)	раздел 7.3	BNC, N	в соответствии с разъемами прибора и поверочного оборудования

2.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, эталонные средства измерений поз. 1 – 7 таблицы 2 поверены и иметь документы о поверке.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные в соответствии с ПР50.2.012-94.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

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

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение поверяемого прибора к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля из комплекта прибора;
- заземление поверяемого прибора и средств поверки должно производиться посредством заземляющего провода сетевого кабеля;
- запрещается подавать на вход прибора сигнал с уровнем, превышающим максимально допускаемое значение;
- запрещается работать с поверяемым прибором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

## **5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха  $23 \pm 5$  °C;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

## **6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

### **6.1 Внешний осмотр**

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов, отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов;
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого прибора, его направляют в ремонт.

### **6.2 Подготовка к поверке**

6.2.1 Перед началом работы следует изучить руководство по эксплуатации поверяемого прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.3 Подсоединить прибор к сети 220 V; 50 Гц сетевым кабелем из комплекта прибора.

6.2.3 Включить питание прибора переключателем на задней панели, и клавишей в левой нижней части лицевой панели.

6.2.4 Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибора (раздел 7.3) используемые средства поверки и поверяемый прибор должны быть выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева прибора 30 min.

## **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **7.1 Общие указания по проведению поверки**

7.1.1 В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате прибор следует направить в сервисный центр изготовителя для проведения регулировки и/или ремонта.

7.1.2 В настоящем документе обозначения клавиш на лицевой панели прибора даны жирным шрифтом, обозначения функциональных сенсорных клавиш и вызываемых ими пунктов меню – обычным шрифтом.

## 7.2 Опробование (функциональное тестирование)

7.2.1 Выполнить идентификацию данных программного обеспечения прибора через меню **СИСТ., Информация**.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результаты проверки идентификационных данных.

7.2.2 Выполнить проверку правильности установки режимов в соответствии с руководством по эксплуатации прибора, путем последовательного нажатия клавиш на передней панели прибора, и функциональных сенсорных клавиш.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат проверки диагностики.

Таблица 7.2. Опробование (функциональное тестирование)

содержание проверки	результат проверки	критерий проверки
1	2	3
проверка идентификации ПО		номер версии ПО должен быть не ниже V32.02
проверка правильности установки режимов		режимы устанавливаются правильно, сообщения об ошибках отсутствуют

### 7.3.1 Определение усредненного уровня собственных шумов

7.3.1.1 Установить на разъем «ВХОД» прибора согласованную нагрузку тип N 50 Ω.

7.3.1.2 Сделать на приборе установки:

**НАЧ.УСТ**

**АМПЛ, Оп. уровень – 70 дБм, Аттенюатор 0 дБ**

**ОБЗОР 10 кГц**

**ФПЧ, ФИЛЬТР ПЧ, Фильтр ПЧ 1 кГц, Ф.Видео 100 Гц, Усред. 10**

7.3.1.3 Устанавливать на приборе центральную частоту клавишей **ЧАСТ**, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.1. После завершения усреднений нажимать клавишу **ПОИСК**, перемещать врачающейся ручкой маркер на середину шумовой дорожки, и записывать отсчет маркера в столбец 2 таблицы 7.3.1.

Таблица 7.3.1. Усредненный уровень собственных шумов

(стандартное исполнение; опции 005, 005 с выключенным предусилителем)

частота	отсчет маркера, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3
99 кГц		-105
5,0 МГц		-115
9,9 МГц		-115
50 МГц		-120
850 МГц		-120
1,5 ГГц		-120
1,99 ГГц		-120
2,10 ГГц		-115
3,19 ГГц		-115
следующие значения только для модели СК4-БЕЛАН 70М		
4,0 ГГц		-115
5,0 ГГц		-115
6,99 ГГц		-115

**ПРИМЕЧАНИЕ:** указанные в столбце 3 таблиц данной операции допускаемые значения отсчетов маркера соответствуют полосе пропускания 1 кГц. Нормализованные к полосе пропускания 1 Гц допускаемые значения уровня собственных шумов, указанные в описании типа, ниже на 30 дБ.

7.3.1.4 Для прибора без опций 005, 008 перейти к следующей операции.

Для прибора с опциями 005,008 нажать клавишу **АМПЛ**, и включить предусилитель.

Выполнить действия по пункту 7.3.1.3, устанавливая значения частоты, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.2, и записывать отсчет маркера в столбец 2 таблицы 7.3.2.1 (для опции 005) или таблицы 7.3.2.2 (для опции 008).

Таблица 7.3.2.1. Усредненный уровень собственных шумов с включенным предусилителем (опция 005)

частота	отсчет маркера, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
10.1 МГц		– 137
850 МГц		– 137
1,99 ГГц		– 137
2,10 ГГц		– 136
3,19 ГГц		– 136

Таблица 7.3.2.2. Усредненный уровень собственных шумов с включенным предусилителем (опция 008)

частота	отсчет маркера, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
10.1 МГц		– 132
850 МГц		– 132
1,99 ГГц		– 132
2,10 ГГц		– 127
3,19 ГГц		– 127

### 7.3.2 Определение уровня помех, не связанных с входом

Схема соединений – по предыдущей операции

7.3.2.1 Сделать на приборе установки:

#### НАЧ.УСТ

**АМПЛ, Оп. уровень – 50 дБм, Аттенюатор 0 дБ**

**ЧАСТ 10 МГц, Шаг ЦЧ 10 МГц**

**ОБЗОР 10 МГц; ФПЧ, Фильтр ПЧ, Фильтр ПЧ 10 кГц, Ф.Видео 100 Гц**

7.3.2.2 Убедиться в том, что уровень шумовой дорожки находится ниже горизонтальной линии шкалы – 105 дБм, и не наблюдается помехи, превышающих уровень – 100 дБм.

7.3.2.3 Нажать клавишу **ЧАСТ**, и поворотом вращающейся ручки устанавливать значения центральной частоты последовательно с шагом 10 МГц, начиная с 20 МГц, и заканчивая 3,2 ГГц.

Проверять отсутствие сигналов помехи с уровнем, превышающим – 100 дБм.

При наличии сигнала помехи с уровнем выше – 100 дБм записать в столбцы 1 и 2 таблицы 7.3.2 значение частоты и уровень помехи.

При отсутствии выявленных помех с уровнем выше – 100 дБм сделать запись «нет» в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.2.

7.3.2.4 Для модели СК4-БЕЛАН 32М перейти к следующей операции.

Для модели СК4-БЕЛАН 70М сделать установку шага клавишами **ЧАСТ 3, Шаг ЦЧ** 100 МГц.

7.3.2.5 Вращающейся ручкой устанавливать значения центральной частоты последовательно с шагом 100 МГц, начиная с 3,3 ГГц, и заканчивая 7,0 ГГц.

Выполнять действия, как указано в пункте 7.3.2.3.

Таблица 7.3.2. Уровень помех, не связанных с входом

значение частоты, на которой наблюдается помеха с уровнем $\geq -100$ дБм	измеренное значение уровня помехи, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3
от 10 МГц до 3,2 ГГц		-100
следующие значения для модели СК4-БЕЛАН 70М		
от 3,3 до 7 ГГц		-100

7.3.2.6 Отсоединить согласованную нагрузку от входа прибора.

### 7.3.3 Определение погрешности частоты опорного генератора

7.3.3.1 Соединить выход “10 МГц” стандарта частоты с входом “Ref In” генератора сигналов ВЧ.

Соединить, используя соответствующий адаптер и кабель, выход “RF OUTPUT” генератора сигналов ВЧ с разъемом «ВХОД» прибора.

7.3.3.2 Установить на генераторе ВЧ сигналов частоту 1 ГГц и уровень 0 дБм.

7.3.3.3 Сделать на приборе установки:

#### НАЧ.УСТ

**АМПЛ, Оп. уровень + 10 дБм**

**ЧАСТ 1 ГГц; ОБЗОР 20 кГц; ФПЧ, Фильтр ПЧ 1 кГц**

**ИЗМЕР., МРК Изм. Част.**

#### ПОИСК

7.3.3.4 Записать отсчет маркера прибора в столбец 2 таблицы 7.3.3.1 (для первичной поверки) или в столбец 2 таблицы 7.3.3.2 (для периодической поверки).

7.3.3.5 Отсоединить кабели от прибора.

Таблица 7.3.3.1. Погрешность частоты опорного генератора, первичная поверка

нижний предел допускаемых значений	измеренное значение частоты	верхний предел допускаемых значений
1	2	3
стандартное исполнение		
999,998 900 МГц		1,000 001 100 ГГц
опция 001		
999,999 870 МГц		1,000 000 130 ГГц

Таблица 7.3.3.2. Погрешность частоты опорного генератора, периодическая поверка

нижний предел допускаемых значений, ГГц	измеренное значение частоты, ГГц	верхний предел допускаемых значений, ГГц
1	2	3
1,000 000 000 – ΔF		1,000 000 000 + ΔF

$$\Delta F = \pm F \cdot (\delta_0 + N \cdot \delta_A)$$

$$F = 1 \text{ ГГц}$$

N – количество лет со дня выпуска или последней заводской подстройки

$$\underline{\text{стандартное исполнение: } \delta_0 = 0,1 \cdot 10^{-6}, \delta_A = 1 \cdot 10^{-6}}$$

$$\underline{\text{опция 001: } \delta_0 = 0,3 \cdot 10^{-7}, \delta_A = 1 \cdot 10^{-7}}$$

### 7.3.4 Определение погрешности измерения уровня мощности на частоте 50 МГц

7.3.4.1 Присоединить входной разъем кабеля ваттметра проходящей СВЧ мощности к выходу “RF OUT” генератора сигналов ВЧ, используя, если нужно, соответствующий адаптер.

Соединить выходной разъем ваттметра проходящей СВЧ мощности с разъемом «ВХОД» прибора, используя соответствующий адаптер.

7.3.4.2 Установить на генераторе сигналов ВЧ частоту 50 МГц и уровень + 6 дБм.

7.3.4.3 Сделать установки на приборе:

#### НАЧ.УСТ

**АМПЛ, Оп. уровень 0 дБм, Аттенюатор 10 дБ**

**ЧАСТ 50 МГц; ОБЗОР 20 кГц; ФПЧ, Фильтр ПЧ 1 кГц**

#### ПОИСК

7.3.4.4 Подстроить уровень на генераторе сигналов ВЧ таким образом, чтобы отсчет ваттметра проходящей СВЧ мощности на частоте 50 МГц был равен  $(0 \pm 0,05)$  дБм.

7.3.4.5 Записать отсчет маркера на приборе в столбец 3 таблицы 7.3.4.

7.3.4.6 Устанавливать уровень сигнала на генераторе таким образом, чтобы отсчет ваттметра проходящей СВЧ мощности был равен значениям, указанным в столбце 1 таблицы 7.3.4, с отклонением в пределах  $\pm 0,05$  дБ.

Нажимать на приборе клавишу **ПОИСК**, и записывать отсчет маркера в столбец 3 таблицы 7.3.4.

Таблица 7.3.4. Погрешность измерения уровня мощности на частоте 50 МГц

уровень мощности по ваттметру СВЧ, дБм	нижний предел допускаемых значений, дБм	измеренное значение уровня, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3	4
0	– 0,50		+ 0,50
– 10	– 10,50		– 9,50
– 20	– 20,50		– 19,50
– 30	– 30,50		– 29,50

### 7.3.5 Определение неравномерности АЧХ на частотах от 10 МГц до 7 ГГц

Схема соединений и установок на приборе – по предыдущей операции

7.3.5.1 Сделать на приборе установки:

**ОБЗОР** 500 кГц; **ФПЧ**, **Фильтр ПЧ** 10 кГц, **Ф.Видео** 100 Гц  
**ПОИСК**

7.3.5.2 Установить уровень на генераторе сигналов ВЧ – 4 дБм, и подстроить его таким образом, чтобы отсчет маркера на приборе был равен – (10 ± 0,03) дБм.

Зафиксировать отсчет ваттметра проходящей СВЧ мощности на частоте 50 МГц как **P1**, и в дальнейшем подстраивать уровень генератора ВЧ так, чтобы отсчет ваттметра проходящей СВЧ мощности был равен этому зафиксированному значению.

7.3.5.3 Вводить клавишой **ЧАСТ** значения центральной частоты на приборе, указанные в столбце 1 таблицы 7.3.5.

Устанавливать на генераторе сигналов ВЧ значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.3.5.

Вводить на ваттметре проходящей СВЧ мощности соответствующие значения частоты.

Подстраивать уровень на генераторе сигналов ВЧ таким образом, чтобы отсчет ваттметра был равен значению **P1**, зафиксированному в пункте 7.3.5.2.

Нажимать на приборе клавишу **ПОИСК**, и записывать отсчет маркера в столбец 3 таблицы 7.3.5.

7.3.5.5 Сделать на приборе установки:

**ЧАСТ** 50 МГц; **ОБЗОР** 20 кГц; **ФПЧ**, **Фильтр ПЧ** 300 кГц, **Ф.Видео** 10 Гц  
**ПОИСК**

7.3.5.6 Установить на генераторе сигналов ВЧ частоту 50 МГц, уровень – 4 дБм, и подстроить его таким образом, чтобы отсчет маркера на приборе был равен – (10 ± 0,03) дБм.

Зафиксировать отсчет ваттметра проходящей СВЧ мощности на частоте 50 МГц как **P2**.

7.3.5.7 Ввести на приборе клавишой **ЧАСТ** значение центральной частоты 10 МГц.

Подстроить уровень на генераторе ВЧ так, чтобы отсчет ваттметра проходящей СВЧ мощности был равен зафиксированному в предыдущем пункте значению **P2**.

Нажать на приборе клавишу **ПОИСК**, и записать отсчет маркера **M(10)** в столбец 3 таблицы 7.3.5. Это значение будет использоваться в следующей операции.

7.3.5.8 Отсоединить кабели и оборудование от входа прибора.

Таблица 7.3.5. Неравномерность АЧХ в диапазоне частот от 10 МГц до 7 ГГц

частота	нижний предел допускаемых значений, дБм	отсчет маркера, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3	4
ОБЗОР 500 кГц, ФПЧ, ФИЛЬТР ПЧ 10 кГц			
50 МГц	-	- 10,00	-
10 МГц	- 10,5		- 9,5
30 МГц	- 10,5		- 9,5
300 МГц	- 10,5		- 9,5
1 ГГц	- 10,5		- 9,5
2,0 ГГц	- 10,5		- 9,5
3,19 ГГц	- 10,5		- 9,5

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
следующие значения для модели СК4-БЕЛАН 70М			
3,3 ГГц	– 11,0		– 9,0
4 ГГц	– 11,0		– 9,0
5 ГГц	– 11,0		– 9,0
6 ГГц	– 11,0		– 9,0
6,99 ГГц	– 11,0		– 9,0
ОБЗОР 20 кГц, ФПЧ, ФИЛЬТР ПЧ 300 Гц			
50 МГц	-	– 10,00	-
10 МГц	– 10,5	M(10) =	– 9,5

### 7.3.6 Определение неравномерности АЧХ на частотах ниже 10 МГц

Установки на приборе – по предыдущей операции

7.3.6.1 Соединить выход “Output” генератора сигналов НЧ с разъемом «ВХОД» прибора, используя кабель BNC(m,m) и соответствующий адаптер.

7.3.6.2 Установить на генераторе сигналов НЧ частоту 10 МГц и уровень – 10 дБм.

7.3.6.4 Подстроить уровень на генераторе НЧ таким образом, чтобы отсчет маркера на приборе был равен значению **M(10)**, зафиксированному в пункте 7.3.5.7 предыдущей операции, и записать его в первую строку таблицы 7.3.6.

7.3.6.5 Не меняя уровень, устанавливать на генераторе НЧ значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.3.6.

Вводить на приборе соответствующие значения центральной частоты клавишей **ЧАСТ**. Нажимать клавишу **ПОИСК**, и записывать отсчеты маркера в столбец 3 таблицы 7.3.6.

7.3.6.6 Отсоединить кабели и оборудование от входа прибора.

Таблица 7.3.6. Неравномерность АЧХ на частотах ниже 10 МГц

<b>частота</b>	<b>нижний предел допускаемых значений, дБм</b>	<b>отсчет маркера, дБм</b>	<b>верхний предел допускаемых значений, дБм</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
10 МГц	– 10,5	M(10) =	– 9,5
3 МГц	– 10,5		– 9,5
100 кГц	– 10,5		– 9,5
30 кГц	– 10,5		– 9,5

### 7.3.7 Определение погрешности измерения уровня, связанной с переключением ослабления аттенюатора

7.3.7.1 Соединить, используя соответствующий адаптер и кабель, выход “RF OUTPUT” генератора сигналов ВЧ с разъемом «ВХОД» прибора.

7.3.7.2 Установить на генераторе ВЧ сигналов уровень – 20 дБм и частоту 50 МГц.

7.3.7.3 Сделать на приборе установки:

**НАЧ.УСТ**

**АМПЛ, Оп. уровень – 10 дБм, Аттенюатор 10 дБ**

**ЧАСТ 100 МГц; ОБЗОР 100 кГц; ФПЧ, Фильтр ПЧ 1 кГц**

7.3.7.4 Подстроить уровень на генераторе таким образом, чтобы отсчет маркера на приборе был равен – (20 ± 0,03) дБм.

7.3.7.5 Вводить клавишами **АМПЛ**, **Аттенюатор** значения ослабления аттенюатора, указанные в столбце 2 таблицы 7.3.7.

Выждать до окончания цикла развертки, нажимать клавишу **ПОИСК**, и записывать отсчеты маркера в столбец 3 таблицы 7.3.7.

7.3.7.6 Выполнить операцию на остальных частотах следующим образом.

1) Установить на генераторе ВЧ следующее значение частоты, указанное в столбце 1 таблицы 7.3.7.

2) Установить на приборе центральную частоту как указано в столбце 1 таблицы 7.3.7, значение полосы обзора и полосы пропускания в соответствии с таблицей:

центральная частота ЧАСТ	полоса обзора <b>ОБЗОР</b>	полоса пропускания <b>ФПЧ, ФИЛЬТР ПЧ</b>
3,19 ГГц	100 кГц	1 кГц
следующее значение для модели СК4-БЕЛАН 70М		
6,99 ГГц	1 МГц	100 кГц

3) Выполнить действия по пунктам 7.3.7.4, 7.3.7.5.

В случае значительных флуктуаций отсчетов маркера рекомендуется ввести усреднения клавишами **ФПЧ**, **Усред.** 10, и дождаться их завершения.

Таблица 7.3.7. Погрешность измерения уровня, связанная с переключением ослабления аттенюатора

частота	ослабление аттенюатора, дБ	отсчет маркера, дБм	пределы допускаемых значений, дБм
50 МГц	2	3	4
	10	– 20,00	-
	0		– (19,5 ... 20,5)
	20		– (19,5 ... 20,5)
	30		– (19,5 ... 20,5)
	40		– (19,5 ... 20,5)
3,19 ГГц	50		– (19,5 ... 20,5)
	10	– 20,00	-
	0		– (19,5 ... 20,5)
	20		– (19,5 ... 20,5)
	30		– (19,5 ... 20,5)
	40		– (19,5 ... 20,5)
6,99 ГГц	50		– (19,5 ... 20,5)
	10	– 20,00	-
	0		– (18,5 ... 21,5)
	20		– (18,5 ... 21,5)
	30		– (18,5 ... 21,5)
	40		– (18,5 ... 21,5)
следующие значения для модели СК4-БЕЛАН 70М			– (18,5 ... 21,5)
50		– (18,5 ... 21,5)	

### 7.3.8 Определение коэффициента прямоугольности фильтров

Схема соединений – по предыдущей операции

7.3.8.1 Установить на генераторе ВЧ сигналов уровень 0 дБм и частоту 50 МГц.

7.3.8.2 Сделать на приборе установки:

#### НАЧ.УСТ

**АМПЛ, Оп. уровень** 0 дБм, **Аттенюатор Авто, Масш./Дел.** 8 дБ

**ЧАСТ** 50 МГц; **ОБЗОР** 1,8 кГц; **ФПЧ, Фильтр ПЧ** 300 Гц, **Усред.** 10

7.3.8.3 Подстроить клавишами **АМПЛ, Оп. уровень** опорный уровень так, чтобы пик сигнала находился на верхней дисплейной линии.

Нажать на приборе клавиши **ПОИСК, МРК, МРК Дельта**. Убедиться в том, что отсчет дельта-маркера равен 0,0 дБм. Дождаться завершения 10-ти усреднений.

7.3.8.4 Используя врачающуюся ручку на приборе, переместить маркер вправо так, чтобы его отсчет был равен  $(3 \pm 0,2)$  дБм, и зафиксировать положительный отсчет частоты маркера F1(-3).

Переместить маркер влево так, чтобы его отсчет был равен  $(3 \pm 0,2)$  дБм, и зафиксировать отрицательный отсчет частоты маркера F2(-3).

Вычислить разность частот  $\Delta F(-3) = [F_2(-3) - F_1(-3)]$ , и записать результат в столбец 3 таблицы 7.3.8.

7.3.8.5 Переместить маркер вправо так, чтобы его отсчет был равен  $(60 \pm 0,5)$  дБм, и зафиксировать положительный отсчет частоты маркера F1(-60).

Переместить маркер влево так, чтобы его отсчет был равен  $(60 \pm 0,5)$  дБм, и зафиксировать отрицательный отсчет частоты маркера F2(-60).

Вычислить разность частот  $\Delta F(-60) = [F_2(-60) - F_1(-60)]$ , и записать результат в столбец 3 таблицы 7.3.8.

7.3.8.6 Отключить дельта-маркер клавишами **МРК, МРК Дельта**.

7.3.8.7 Рассчитать значение коэффициента прямоугольности по формуле

$$K = \Delta F(-60) / \Delta F(-3)$$

Записать вычисленное значение в столбец 5 таблицы 7.3.8.

7.3.8.8 Ввести на приборе:

**ОБЗОР** 1,8 МГц

**ФПЧ, Фильтр ПЧ** 300 кГц

7.3.8.9 Выполнить действия по пунктам 7.3.8.3 – 7.3.8.7.

Таблица 7.3.8. Коэффициент прямоугольности фильтров

полоса обзора <b>ОБЗОР</b>	полоса пропускания <b>ФПЧ,</b> <b>ФИЛЬТР ПЧ</b>	$\Delta F(-3)$ , Гц	$\Delta F(-60)$ , Гц	K	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5	6
1,8 кГц	300 Гц	F1(-3) = +	F1(-60) = +	5	5
		F2(-3) = -	F2(-60) = -		
		$\Delta F(-3) =$	$\Delta F(-60) =$		
1,8 МГц	300 кГц	F1(-3) = +	F1(-60) = +	5	5
		F2(-3) = -	F2(-60) = -		
		$\Delta F(-3) =$	$\Delta F(-60) =$		

### 7.3.9 Определение уровня фазовых шумов

Схема соединений – по предыдущей операции

7.3.9.1 Установить на генераторе уровень + 10 дБм и частоту 1 ГГц.

7.3.9.2 Сделать на приборе установки:

#### НАЧ.УСТ

**АМПЛ, Оп. уровень + 10 дБм, Масш./Дел. 15 дБ**

**ЧАСТ, 1 ГГц; ОБЗОР, 40 кГц; ФПЧ, Фильтр ПЧ 1 кГц, Ф.Видео 10 Гц, Усред. 10**

7.3.9.3 Найти пик сигнала клавишей **ПОИСК**, и ввести дельта-маркер клавишами **МРК**, **МРК Дельта**. Убедиться в том, что отсчет дельта-маркера равен 0,0 дБм.

7.3.9.4 Переместить при помощи вращающейся ручки маркер вправо на 10 кГц от центральной частоты, выждать до завершения 10-ти усреднений, и записать отсчет дельта-маркера в столбец 2 таблицы 7.3.9.

Таблица 7.3.9. Уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц

отстройка от центральной частоты	отсчет дельта-маркера, дБ	верхний предел допускаемых значений, дБ
1	2	3
10 кГц		- 85,0

ПРИМЕЧАНИЕ: указанные в столбце 3 допускаемые значения соответствуют полосе пропускания 1 кГц; при этом нормализованные к полосе пропускания 1 Гц допускаемые значения уровня фазовых шумов, указанные в описании типа, ниже на 30 дБ.

### 7.3.10 Определение погрешности измерения уровня, связанной с нелинейностью логарифмической шкалы

7.3.10.1 Соединить, используя соответствующий адаптер и кабель, выход “RF OUTPUT” генератора сигналов ВЧ с входом ступенчатого аттенюатора.

Соединить, используя соответствующий адаптер и кабель, выход ступенчатого аттенюатора с разъемом «ВХОД» прибора.

7.3.10.2 Установить на генераторе ВЧ сигналов уровень 0 дБм и частоту 50 МГц.

7.3.10.3 Установить на ступенчатом аттенюаторе ослабление 0 дБм.

7.3.10.4 Сделать на приборе установки:

#### НАЧ.УСТ

**АМПЛ, Оп. уровень 0 дБм, Аттенюатор 0 дБ**

**ЧАСТ 50 МГц; ОБЗОР 10 кГц; ФПЧ, Фильтр ПЧ 300 Гц**

**ПОИСК**

7.3.10.5 Подстроить уровень на генераторе ВЧ таким образом, чтобы отсчет маркера на приборе был равен  $(0 \pm 0,03)$  дБм.

7.3.10.6 Устанавливать на ступенчатом аттенюаторе значения ослабления, указанные в столбце 1 таблицы 7.3.10.

Нажимать на приборе клавишу **ПОИСК**, и записывать отсчеты маркера в столбец 3 таблицы 7.3.10.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** для уменьшения флюктуаций при значениях ослабления  $\geq 50$  дБ на каждом шаге следует вводить усреднения клавишами **ФПЧ**, **ФИЛЬТР ПЧ**, **Усред.** 10; после завершения усреднений нажимать клавишу **ПОИСК** для отсчета маркера; затем отключать усреднения клавишами **ФПЧ**, **ФИЛЬТР ПЧ**, **Усред.** 10.

7.3.10.7 Отсоединить аттенюатор от генератора и прибора.

Таблица 7.3.10. Погрешность измерения уровня, связанная с нелинейностью логарифмической шкалы

значение ослабления на аттенюаторе, дБ	нижний предел допускаемых значений, дБм	отсчет маркера, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3	4
0	-	0,00	-
10	- 10,5		- 9,5
20	- 20,5		- 19,5
30	- 30,5		- 29,5
40	- 40,5		- 39,5
50	- 50,5		- 49,5
60	- 60,5		- 59,5
70	- 70,5		- 69,5
80	- 80,5		- 79,5
90	- 90,5		- 89,5
100	- 100,5		- 99,5

### 7.3.11 Определение уровня гармонических искажений второго порядка

7.3.11.1 Соединить, используя соответствующий адаптер и кабель, выход “RF OUTPUT” генератора сигналов ВЧ с входом фильтра, тип которого указан в столбце 1 таблицы 7.3.11.

Соединить, используя соответствующий адаптер и кабель, выход фильтра с разъемом «ВХОД» прибора.

7.3.11.2 Установить на генераторе ВЧ сигналов уровень – 30 дБм и частоту 45 МГц.

7.3.11.3 Сделать установки на приборе:

**НАЧ.УСТ**

**АМПЛ, Оп. уровень 0 дБм, Аттенюатор – 30 дБ**

**ЧАСТ 45 МГц; ОБЗОР 10 кГц; ФПЧ, Фильтр ПЧ 300 Гц**

**ПОИСК**

7.3.11.4 Подстроить уровень на генераторе ВЧ таким образом, чтобы отсчет маркера на приборе был равен  $(0 \pm 0,03)$  дБм.

7.3.11.5 Ввести на приборе центральную частоту, указанную в столбце 3 таблицы 7.3.11, которая равна удвоенному значению частоты, установленной на генераторе.

Ввести на приборе усреднения клавишами **ФПЧ, Усред. 10**.

После завершения усреднений нажать клавишу **ПОИСК** для отсчета маркера, и записать отсчет маркера в столбец 4 таблицы 7.3.11.

Отключить усреднения клавишами **ФПЧ, Усред. 10**.

7.3.11.6 Выполнить операцию для остальных значений частоты следующим образом.

- 1) подключить, как описано в пункте 7.3.11.1, соответствующий фильтр, указанный в столбце 1 таблицы 7.3.11.
- 2) установить на генераторе ВЧ значение частоты, указанное в столбце 2 таблицы 7.3.11.
- 3) установить на приборе центральную частоту, равную значению частоты на генераторе, и найти пик сигнала клавишей **ПОИСК**.
- 4) выполнить действия по пунктам 7.3.11.4, 7.3.11.5.

Таблица 7.3.11. Уровень гармонических искажений второго порядка

тип фильтра	частота генератора	центральная частота на приборе	отсчет маркера, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3	4	5
32 ... 53 МГц	45 МГц	90 МГц		-70
620...1000 МГц	850 МГц	1,7 ГГц		-70

7.3.11.7 Отсоединить кабели и фильтр от прибора.

### 7.3.12 Определение уровня интермодуляционных искажений третьего порядка

7.3.12.1 Соединить выходы “10 МГц” стандарта частоты с входами “Ref In” первого и второго генераторов сигналов ВЧ.

Соединить, используя соответствующий адаптер и кабель, выход “RF OUTPUT” первого генератора сигналов ВЧ с одним из выходных плеч делителя мощности.

Соединить, используя соответствующий адаптер и кабель, выход “RF OUTPUT” второго генератора сигналов ВЧ с другим выходным плечом делителя мощности.

7.3.12.2 Соединить, используя соответствующий адаптер и кабель, входное плечо делителя мощности с разъемом «ВХОД» прибора.

7.3.12.3 Установить на генераторах ВЧ уровень сигнала – 14 дБм.

7.3.12.4 Установить на первом генераторе ВЧ частоту F1 = 1 ГГц.  
Установить на втором генераторе ВЧ частоту F2 = 1,000 013 ГГц.

7.3.12.5 Сделать установки на приборе:

#### НАЧ.УСТ

**АМПЛ, Оп. уровень** – 15 дБм, **Аттенюатор** 0 дБ

**ЧАСТ** Fc = [(F1 + F2)/2] = 1,000 015 ГГц

**ОБЗОР** 200 кГц; **ФПЧ, Фильтр ПЧ** 300 Гц

**ПОИСК**

7.3.12.6 Убедиться в том, что маркер прибора находится на пике одного из сигналов генераторов с частотой F1 или F2.

Подстроить уровень сигнала соответствующего генератора так, чтобы отсчет маркера был равен ( $-20 \pm 0,2$  дБ).

Переместить маркер на пик сигнала другого генератора.

Подстроить уровень сигнала этого генератора так, чтобы отсчет маркера был равен ( $-20 \pm 0,2$  дБ).

7.3.12.8 Ввести на приборе усреднения клавишами **ФПЧ, Усред. 10**.

Дождаться завершения усреднений (это займет несколько минут), после чего нажать клавишу **ПОИСК**.

Переместить маркер на пик сигнала комбинационной частоты  $[2F_1 - F_2] = 0,999\ 970$  ГГц, и записать отсчет маркера в столбец 1 таблицы 7.3.12.

Переместить маркер на пик сигнала комбинационной частоты  $[2F_2 - F_1] = 1,000\ 060$  ГГц, и записать отсчет маркера в столбец 2 таблицы 7.3.12.

Таблица 7.3.12. Уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка

отсчет дельта-маркера на частоте $[2F_1 - F_2]$ , дБм	отсчет маркера на частоте $[2F_2 - F_1]$ , дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
1	2	3
		- 100

7.3.12.7 Отсоединить кабели и оборудование от прибора.

### 7.3.13 Определение погрешности установки уровня мощности следящего генератора (опции 002, 020)

7.3.13.1 Присоединить на выход «СЛЕД. ГЕН» прибора преобразователь ваттметра поглощаемой СВЧ мощности.

7.3.13.2 Войти в меню генератора на приборе нажатием клавиши **СЛЕД. ГЕН**.

7.3.13.3 Устанавливать на генераторе значения уровня и частоты, указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.13.

Устанавливать соответствующие значения частоты на ваттметре СВЧ.  
Записывать отсчеты на ваттметре СВЧ в столбец 4 таблицы 7.3.13.

7.3.13.4 Отсоединить ваттметр поглощаемой СВЧ мощности от прибора.

Таблица 7.3.13. Погрешность установки уровня мощности следящего генератора

установки прибора		нижний предел допускаемых значений, дБм	отсчет уровня на ваттметре, дБм	верхний предел допускаемых значений, дБм
частота	уровень, дБм	3	4	5
<b>опции 002, 020</b>				
10 МГц	+ 5	+ 2.5		+ 7.5
1 ГГц	+ 5	+ 2.5		+ 7.5
2 ГГц	+ 5	+ 2.5		+ 7.5
3.19 ГГц	+ 5	+ 2.5		+ 7.5
10 МГц	- 5	- 7.5		- 2.5
1 ГГц	- 5	- 7.5		- 2.5
2 ГГц	- 5	- 7.5		- 2.5
3.19 ГГц	- 5	- 7.5		- 2.5
<b>только для опции 020</b>				
10 МГц	- 25	- 27.5		- 22.5
1 ГГц	- 25	- 27.5		- 22.5
2 ГГц	- 25	- 27.5		- 22.5
2.99 ГГц	- 25	- 27.5		- 22.5
10 МГц	- 50	- 52.5		- 47.5
1 ГГц	- 50	- 52.5		- 47.5
2 ГГц	- 50	- 52.5		- 47.5
2.99 ГГц	- 50	- 52.5		- 47.5

## **8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Протокол поверки**

При выполнении операций поверки оформляется протокол в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения, установленные опции;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7.

### **8.2 Свидетельство о поверке**

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР50.2.007-2001.

### **8.3 Извещение о непригодности**

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.