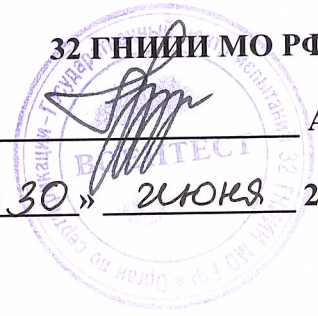


1102

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»

32 ГНИИ МО РФ



А.Ю. Кузин

«30» июля 2006 г.

ИНСТРУКЦИЯ

**ПРИЕМНИК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ESI3
ФИРМЫ «RONDE & SCHWARZ», ГЕРМАНИЯ**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,
2006 г.

1 Введение

1.1 Данная методика распространяется на приемник измерительный ESP13, зав. № 101233, (далее – приемник) и устанавливает порядок проведения его первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал - один год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в табл.1.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.1	да	да
2	Опробование	8.2	да	да
3	Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1	Определение частоты опорного генератора	8.3.1	да	да
3.2	Определение диапазона рабочих частот и абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала	8.3.2	да	да
3.3	Определение уровня подавления побочных каналов приема: - зеркальных каналов; - каналов промежуточных частот	8.3.3	да	да
3.4	Определение уровня нелинейных искажений: - уровня интермодуляционных искажений третьего порядка; - уровня гармонических искажений второго порядка	8.3.4	да	да
3.5	Определение характеристик фильтров промежуточной частоты: - определение погрешности установки уровня полос пропускания по 3 дБ, 6 дБ, быстрого преобразования Фурье; - определение относительной погрешности установки ширины полос пропускания по 3 дБ, 6 дБ, Быстрого Преобразования Фурье (БПФ); - определение коэффициентов формы (3 дБ) и (6 дБ)	8.3.5	да	да
3.6	Определение уровня собственных шумов	8.3.6	да	да
3.7	Определение погрешности измерений амплитуды входного синусоидального сигнала на частоте 128 МГц	8.3.7	да	да
3.8	Определение неравномерности АЧХ при ослаблении аттенюатора от 10 до 40 дБ	8.3.8	да	да
3.9	Определение погрешности измерений уровня из-за нелинейности индикатора в диапазоне от 0 до 80 дБ	8.3.9	да	да
3.10	Определение погрешности установки входного высокочастотного аттенюатора	8.3.10	да	да
3.11	Определение погрешности установки опорного уровня	8.3.11	да	да

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
	усилителя промежуточной частоты (ПЧ)			
3.12	Определение уровня фазового шума	8.3.12	да	да

3 Средства поверки

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

Таблица 2.

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3.1	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (диапазон частот от 10 до $37,5 \cdot 10^9$ Гц, погрешность измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$)
8.3.2	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66, генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122 (диапазон частот от 10^{-3} до $2 \cdot 10^6$ Гц, погрешность установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ Гц, выходное напряжение от $2 \cdot 10^{-6}$ до 2,5 В, погрешность выходного напряжения ± 4 %), генератор сигналов высокочастотный Г4-201/1 (диапазон частот от 0,1 до 2560 МГц, погрешность установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ %, выходное напряжение от $0,1 \cdot 10^{-6}$ до 1 В, погрешность установки выходного напряжения ± 4 %), генератор сигналов высокочастотный РГ4-05 (диапазон частот от 2 до 3,2 ГГц, погрешность установки частоты $\pm 0,5 \cdot 10^{-7} \cdot f$ Гц, выходная мощность 0,2 Вт, погрешность установки выходной мощности $\pm 0,2$ дБ)
8.3.3	Генератор сигналов Г4-201/1, генератор сигналов высокочастотный РГ4-05, генератор сигналов высокочастотный РГ4-06 (диапазон частот от 3,2 до 5,6 ГГц, погрешность установки частоты $\pm 0,5 \cdot 10^{-7} \cdot f$ Гц, выходная мощность до 0,04 Вт, погрешность установки выходной мощности $\pm 0,2$ дБ), генератор сигналов высокочастотный РГ4-07 (диапазон частот от 5,6 до 8,15 ГГц, погрешность установки частоты $\pm 0,5 \cdot 10^{-7} \cdot f$ Гц, выходная мощность до 0,02 Вт, погрешность установки выходной мощности $\pm 0,2$ дБ)
8.3.4	Генератор сигналов Г4-201/1, генератор сигналов высокочастотный РГ4-05, вольтметр переменного тока ВЗ-63 (диапазон частот от 10 Гц до 1500 МГц, диапазон измеряемых напряжений от 0,01 до 100 В, погрешность измерений напряжения $\pm [0,2 + 0,008 \cdot (U_k/U_x - 1)]$), ваттметр поглощаемой мощности МЗ-90 (диапазон частот от 0,02 до 17,85 ГГц, диапазон измеряемых уровней мощности от 10^{-7} до 10^{-2} Вт, погрешность измерений мощности $\pm (4 - 6)$ %)
8.3.5	Генератор сигналов Г4-201/1
8.3.6	Нагрузка согласованная 50 Ом СР-50-74П (КСВН в полосе частот от 9 кГц до 3 ГГц не более 1,1)
8.3.7	Генератор сигналов Г4-201/1, вольтметр переменного тока ВЗ-63
8.3.8	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122, генератор сигналов Г4-201/1, вольтметр переменного тока ВЗ-63, ваттметр поглощаемой мощности МЗ-90
8.3.9	Генератор сигналов Г4-201/1, вольтметр переменного тока ВЗ-63, установка для поверки аттенуаторов Д1-14/1 (диапазон рабочих частот от 100 кГц до 17,44 ГГц, диапазон установки затухания от 0 до 100 дБ, погрешность установки уровня затухания 0,64 дБ)

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3.10	Генератор сигналов Г4-201/1, вольтметр переменного тока ВЗ-63, установка для поверки аттенюаторов Д1-14/1
8.3.11	Генератор сигналов Г4-201/1, вольтметр переменного тока ВЗ-63, установка для поверки аттенюаторов Д1-14/1
8.3.12	Генератор сигналов Г4-201/1

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в табл. 2

3.3 Полученные при поверке значения метрологических характеристик должны быть не хуже значений, приведенных в табл. 3.

Таблица 3.

Характеристика	Значение
Диапазон рабочих частот, МГц	от $9 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^9$
Частота опорного генератора, МГц	$10 \pm 0,00001$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала, Гц: где: $f_{вх}$ - частота входного сигнала, Гц; $V_{ст}$ - скорость старения элементов ($2 \times 10^{-6}/\text{Год}$); $T_{эксп}$ - срок эксплуатации (лет); $\Delta_{уст}$ - погрешность установки частоты ($\pm 5 \times 10^{-7}$); $\Delta_{т^{\circ}}$ - температурная нестабильность ($\pm 5 \times 10^{-6}$); $P_{обз}$ - полоса обзора, Гц; $P_{пр}$ - полоса пропускания, Гц	$\pm (f_{вх} \times (V_{ст} \cdot T_{эксп} + \Delta_{уст} + \Delta_{т^{\circ}}) + 0,005 \cdot P_{обз} + 0,15 \cdot P_{пр} + 10)$
Уровень подавления побочных каналов приема, дБ, не менее: - зеркальных каналов - каналов промежуточных частот	70; 70
Уровень нелинейных искажений: - уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ТОИ) на частотах, дБм, не менее: - менее 200 МГц - от 200 МГц до 3 ГГц - уровень гармонических искажений второго порядка (SHI) на частотах, дБм, не менее: - менее 100 МГц - от 100 МГц до 3 ГГц	5; 7; 25; 35
Пределы допускаемой погрешности установки уровня полосы пропускания по уровню 3 дБ при полосе пропускания, дБ: - менее 300 кГц - от 300 кГц до 10 МГц	$\pm 0,1$; $\pm 0,2$
Пределы допускаемой погрешности установки уровня полосы пропускания по уровню 6 дБ при полосе пропускания, дБ: - 200 Гц, 9 кГц, 120 кГц - 1 МГц	$\pm 0,1$; $\pm 0,2$
Пределы допускаемой погрешности установки уровня полосы пропускания быстрого преобразования Фурье (БПФ), при полосе пропускания 1 Гц – 3 кГц, дБ	$\pm 0,2$

Характеристика	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности установки ширины полосы пропускания по уровню 3 дБ при полосе пропускания, %: - менее 300 кГц - от 300 кГц до 3 МГц - 10 МГц	± 3 ; ± 10 ; от минус 30 до 10
Пределы допускаемой относительной погрешности установки ширины полосы пропускания по уровню 6 дБ при полосе пропускания, %: - 200 Гц, 9 кГц, 120 кГц - 1 МГц	± 3 ; ± 10
Коэффициент формы (3 дБ) при полосе пропускания, не более: - от 100 Гц до 100 кГц - от 300 кГц до 3 МГц - 10 МГц	5; 15; 7
Коэффициент формы (6 дБ) при полосе пропускания, не более: - 200 Гц, 9 кГц, 120 кГц - 1 МГц	5; 7
Уровень собственных шумов при частоте, дБм/Гц, не более: - 9 кГц - 100 кГц - 1 МГц - от 10 МГц до 1 ГГц - от 1 ГГц до 3 ГГц	минус 95; минус 100; минус 120; минус 139; минус 139
Пределы допускаемой погрешности измерений амплитуды входного сигнала на частоте 128 МГц и уровне входного сигнала минус 30 дБм, дБ	$\pm 0,2$
Неравномерность АЧХ при ослаблении аттенюатора от 10 до 40 дБ в полосе частот, дБ: - от 9 до 50 кГц - от 50 кГц до 2990 МГц	от минус 1,0 до 0,5; $\pm 0,7$
Пределы допускаемой погрешности измерений уровня из-за нелинейности индикатора в диапазоне от 0 до 80 дБ, дБ	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой погрешности установки ослабления входного высокочастотного аттенюатора в диапазоне ослабления от 0 до 70 дБ, дБ	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой погрешности установки опорного уровня усилителя промежуточной частоты (ПЧ), дБ	$\pm 0,2$
Уровень фазового шума при частоте отстройки, дБн/Гц, не более: - 100 Гц - 1 кГц - 10 кГц - 100 кГц - 1 МГц	минус 84; минус 100; минус 106; минус 110; минус 120
КСВН входа, не более	1,5
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм, не более	412 x 197 x 417
Масса, кг, не более	10,5
Потребляемая мощность, Вт, не более	70
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	2000
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре 20°С, %, не более - атмосферное давление, мм рт. ст.	от 5 до 45; 80; от 630 до 800

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки приемника допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей по ГОСТ 50.2.012-94).

5 Требования безопасности

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

5.2 К работе на приемнике допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления приемника.

6 Условия поверки

6.1 Поверка проводится при нормальных условиях (составляющая погрешности измерений любой из характеристик от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % допускаемой основной погрешности).

6.2 Приемник обеспечивает работоспособность и измерение характеристик сигналов с заданными точностными характеристиками при следующих климатических условиях:

- температура окружающей среды от 5 до 45 °С;
- относительная влажность воздуха 80% при 20 °С;
- атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст.;

6.3 Электропитание приемника осуществляется от промышленной сети 220/380 В ± 5 %, частота 50 ± 1 Гц. Потребляемая мощность не более 70 Вт.

7 Подготовка к поверке

7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- проверить готовность приемника в целом согласно технической документации фирмы – изготовителя;
- выполнить пробное непродолжительное (10 – 15 мин.) включение приемника.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие состава приемника технической документации фирмы-изготовителя;
- панели и кабели межблочных соединений на предмет отсутствия механических повреждений.

8.2 Опробование.

Включить приемник и дать прогреться в течение 30 минут.

Выполнить процедуру диагностики приемника в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя.

8.3 Определение метрологических характеристик.

8.3.1 Определение частоты опорного генератора.

Определение частоты опорного генератора выполнить в следующей последовательности:

- подготовить к работе частотомер ЧЗ-66;
- соединить частотомер ЧЗ-66 с выходом опорного генератора 10 МГц на задней па-

нели приемника;

- установить следующие параметры приемника:

[SETUP: REFERENCE INT/EXT] в положение «INT»;

- выполнить измерения частоты опорного генератора, зафиксировав показания частотомера;

- вычислить значение абсолютной погрешности измерений частоты опорного генератора по формуле:

$$\Delta_{OG} = |f_{OG} - f_{ИЗМ}|, \quad (1)$$

где: f_{OG} - частота опорного генератора, 10 МГц;

$f_{ИЗМ}$ - показания частотомера, МГц.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение Δ_{OG} не более 0,00001 МГц.

8.3.2 Определение диапазона рабочих частот и абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала.

Погрешность измерений частоты входного синусоидального сигнала определить методом сравнения показаний приемника f_{ac} с показаниями эталонного средства измерений f_c . В качестве источников сигнала применить генераторы ГЗ-122, Г4-201/1, РГ4-05. В качестве компаратора применить частотомер электронно-счетный ЧЗ-66.

Абсолютную погрешность измерений частоты Δ_f , рассчитать по формуле:

$$\Delta_f = |f_c - f_{ac}|. \quad (2)$$

Диапазон частот приемника определить измерением начальной f_i и конечной f_e частот при подаче сигнала известной частоты и уровня 0 дБм на вход приемника.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если $f_i = 9$ кГц, $f_e = 3$ ГГц, а значения Δ_f не превышают вычисленных по формуле:

$$\pm (f_{вх} \times (V_{ст} T_{эксн} + \Delta_{уст} + \Delta_{f^\circ}) + 0,005 P_{обз} + 0,15 P_{пр} + 10), \quad (3)$$

где: $f_{вх}$ - частота входного сигнала, Гц;

$V_{ст}$ - скорость старения элементов (2×10^{-6} / Год);

$T_{эксн}$ - срок эксплуатации (лет);

$\Delta_{уст}$ - погрешность установки частоты ($\pm 5 \times 10^{-7}$);

Δ_{f° - температурная нестабильность ($\pm 5 \times 10^{-6}$);

$P_{обз}$ - полоса обзора, Гц;

$P_{пр}$ - полоса пропускания, Гц.

8.3.3 Определение уровня подавления побочных каналов приема.

8.3.3.1 *Определение уровня подавления зеркальных каналов приема.*

Определение уровня подавления зеркальных каналов приема провести в следующей последовательности:

- подготовить к работе генераторы ГЗ-122, Г4-201/1, РГ4-05, РГ4-06, РГ4-07;

- соединить ВЧ-выход генератора и ВЧ-вход приемника;

- установить уровень выходного сигнала генератора минус 10 дБм;

- установить следующие параметры приемника:

- **[PRESET]**

- **[AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 дБ]**

- **[AMPT: REF LEVEL: -30 dBm]**

- **[SPAN: 100 kHz]**

- **[BW: RES BW MANUAL: 3 kHz];**

- для определения уровня ослабления зеркального канала приема по первой ПЧ подать с генератора сигнал частоты $f_{in} + 3476,4$ МГц (f_{in} последовательно установить 11, 100, 1701, 2999 МГц);

- установить параметр приемника [FREQ: CENTER: { f_{in} }];
- установить маркер приемника в положение [MKR: PEAK];
- зафиксировать уровень маркера L;
- вычислить ослабление зеркального канала по первой ПЧ по формуле:

$$A_{1i}^{3K} = -(10 + L); \quad (4)$$

- для определения уровня ослабления зеркального канала приема по второй ПЧ подать с генератора сигнал частоты $f_{in} + 808,8$ МГц (f_{in} установить 100 МГц);

- установить параметры приемника [FREQ: CENTER: { f_{in} }];
- установить маркер приемника в положение [MKR: PEAK];
- зафиксировать уровень маркера L;
- вычислить ослабление зеркального канала по второй ПЧ по формуле:

$$A_2^{3K} = -(10 + L); \quad (5)$$

- для определения уровня ослабления зеркального канала приема по третьей ПЧ подать с генератора сигнал частоты $f_{in} + 40,8$ МГц (f_{in} установить 100 МГц);

- установить параметр приемника [FREQ: CENTER: { f_{in} }];
- установить маркер приемника в положение [MKR: PEAK];
- зафиксировать уровень маркера L;
- вычислить ослабление зеркального канала по третьей ПЧ по формуле:

$$A_3^{3K} = -(10 + L). \quad (6)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения A_{11}^{3K} , A_{12}^{3K} , A_{13}^{3K} , A_{14}^{3K} , A_2^{3K} , A_3^{3K} превышают 70 дБ.

8.3.3.2 Определение уровня подавления каналов приема промежуточных частот.

Определение уровня подавления канала приема по первой ПЧ выполнить в следующей последовательности:

- подготовить к работе генераторы Г4-201/1, РГ4-06;
- соединить ВЧ-выход генератора и ВЧ-вход приемника;
- установить уровень выходного сигнала генератора минус 10 дБм;
- подать с генератора сигнал частоты 3476,4 МГц;
- последовательно установить параметр приемника [FREQ: CENTER: { f_{in} }], равным 11, 100, 1701, 2999 МГц;
- установить маркер приемника в положение [MKR: PEAK];
- зафиксировать уровень маркера L;
- вычислить ослабление зеркального канала по первой ПЧ по формуле:

$$A_{1i}^{ПЧ} = -(10 + L). \quad (7)$$

Определение уровня подавления канала приема по второй ПЧ выполнить в следующей последовательности:

- подать с генератора сигнал частоты 404,4 МГц;
- установить параметр приемника [FREQ: CENTER: { f_{in} }], равным 100 МГц;
- установить маркер приемника в положение [MKR: PEAK];
- зафиксировать уровень маркера L;
- вычислить ослабление зеркального канала по второй ПЧ по формуле:

$$A_2^{ПЧ} = -(10 + L). \quad (8)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения $A_{11}^{ПЧ}$, $A_{12}^{ПЧ}$, $A_{13}^{ПЧ}$, $A_{14}^{ПЧ}$, $A_2^{ПЧ}$ превышают 70 дБ.

8.3.4 Определение уровня нелинейных искажений.

Определение уровня нелинейных искажений выполнить путем определения уровня интермодуляционных искажений третьего порядка и уровня гармонических искажений второго порядка.

Определение уровня интермодуляционных искажений третьего порядка TOI (Third-Order Intercept Point) провести в следующей последовательности:

- подготовить к работе две пары генераторов Г4-201/1, РГ4-05, вольтметр ВЗ-63, ваттметр МЗ-90;

- соединить ВЧ выходы генераторов через аттенюаторы 10 дБ со входами ВЧ тройника;

- соединить выход тройника с входом приемника;

- синхронно установить выходной уровень генераторов таким образом, чтобы на входе приемника обеспечить уровень минус 20 дБм (в диапазоне частот от 9 кГц до 1500 МГц устанавливать по вольтметру ВЗ-63, в диапазоне частот от 1500 МГц до 3 ГГц устанавливать по ваттметру МЗ-90);

- установить частоту сигнала одного генератора $f_{g1} = f_{in} - 50$ кГц, другого генератора $f_{g2} = f_{in} + 50$ кГц (значение f_{in} последовательно устанавливать 28, 106, 261, 640, 1000, 1700, 2500, 2990 МГц);

- установить следующие параметры приемника:

- [PRESET]

- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 дБ]

- [AMPT: REF LEVEL: -10 dBm]

- [SPAN: 500 kHz]

- [BW: RES BW MANUAL: 3 kHz]

- [FREQ: CENTER: { f_{in} }];

- провести измерения, установив [MEAS: TOI];

величина TOI, относящаяся к входному сигналу, отображается в поле маркера, обозначенном [TOI].

Определение уровня гармонических искажений второго порядка провести путем проверки величины IP_{k2} в следующей последовательности:

- соединить ВЧ выход генератора (по возможности через полосовой фильтр) с ВЧ входом приемника;

- установить на генераторе уровень минус 10 дБм и частоту f_{in} (значение f_{in} последовательно устанавливать равным 28, 106, 261, 640, 1000, 1490 МГц);

- установить параметры приемника:

- [PRESET]

- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 дБ]

- [AMPT: REF LEVEL: -10 dBm]

- [SPAN: 3 kHz]

- [BW: RES BW MANUAL: 1 kHz]

- [FREQ: CENTER: { f_{in} }];

- установить маркер приемника в положение [MKR: PEAK];

- зафиксировать уровень маркера L;

- установить центральную частоту приемника равной второй гармонике частоты генератора [FREQ: CENTER: { $2 \times f_{in}$ }]

- установить маркер на максимум сигнала [MKR: PEAK] и зафиксировать показания уровня маркера L_{k2} ;

- вычислить IP_{k2} по формуле:

$$IP_{k2} = 2L_{in} - L_{k2}. \quad (9)$$

Результаты проверки считать удовлетворительными, если:

- уровень интермодуляционных искажений третьего порядка на частотах менее 200 МГц составляет более 5 дБм, на частотах от 200 МГц до 3 ГГц составляет более 7 дБм;

- уровень гармонических искажений второго порядка на частотах менее 100 МГц составляет более 25 дБм, на частотах от 100 МГц до 3 ГГц составляет более 35 дБм.

8.3.5 Определение характеристик фильтров промежуточной частоты.

Определение характеристик фильтров промежуточной частоты выполнить путем определения погрешности установки уровня полос пропускания, определения погрешности установки ширины полос пропускания и определения коэффициентов формы.

8.3.5.1 *Определение погрешности установки уровня полос пропускания провести в следующей последовательности:*

- подготовить к работе генератор Г4-201/1;
- соединить ВЧ выход генератора с ВЧ входом приемника;
- установить частоту сигнала генератора 128 МГц и уровень минус 30 дБм;
- установить следующие параметры приемника:

- [PRESET]
- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 дБ]
- [AMPT: -20 dBm]
- [SPAN: 5 kHz]
- [BW: RBW MANUAL: 10 kHz]
- [FREQ: CENTER: 128 MHz];

- установить маркер на максимум сигнала [MKR: PEAK] и зафиксировать маркер на максимуме сигнала [MKR: REFERENCE FIXED].

Для определения погрешности установки уровня полос пропускания по уровню 3 дБ последовательно установить параметры приемника (RBW 100, 300 Гц, 1, 3, 10, 30, 100, 300 кГц, 1, 3, 10 МГц):

- [SPAN: {0.5×RBW}]
- [BW: RBW MANUAL: {RBW}: ENTER]
- [MKR: PEAK]

и зафиксировать искомую величину B_i^3 в поле маркера 'Delta [T1 FXD] {xxx} dB'.

Для определения погрешности установки уровня полос пропускания по уровню 6 дБ последовательно установить параметры приемника (RBW 200 Гц, 9, 120 кГц, 1 МГц):

- [BW: FILTER TYPE: NORMAL 6 dB];
- [BW: RBW MANUAL: {RBW}: ENTER];
- [MKR: PEAK]

и зафиксировать искомую величину B_i^6 в поле маркера 'Delta [T1 FXD] {xxx} dB'.

Для определения погрешности установки уровня полос пропускания БПФ последовательно установить параметры приемника (RBW 1, 3, 10, 30, 100, 300 Гц, 1, 3 кГц):

- [BW: FILTER TYPE: FFT]
- [BW: RBW MANUAL: {RBW}: ENTER]
- [MKR: PEAK]

и зафиксировать искомую величину B_i^{FFT} в поле маркера 'Delta [T1 FXD] {xxx} dB'.

8.3.5.2 *Определение относительной погрешности установки ширины полос пропускания провести в следующей последовательности:*

- подготовить к работе генератор Г4-201/1;
- соединить ВЧ выход генератора с ВЧ входом приемника;
- установить частоту сигнала генератора 128 МГц и уровень минус 10 дБм;
- установить параметры приемника:

- [PRESET]
- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 дБ]
- [AMPT: 0 dBm]
- [FREQ: CENTER: 128 MHz]
- [BW: COUPLING RATIO: SPAN/RBW MANUAL: 3: ENTER].

Для определения относительной погрешности установки ширины полос пропускания по уровню 3 дБ выполнить следующие операции (последовательно $S_i^{УСТЗ}$ для RBW 100, 300 Гц, 1, 3, 10, 30, 100, 300 кГц, 1, 3, 10 МГц):

- [BW: FILTER TYPE: NORMAL 3 dB];

- задать полосу пропускания по уровню 3 дБ, установив [MKR FCTN: N DB DOWN 3 dB];

- [SPAN: {3×RBW}]

- [BW: RES BW MANUAL: { $S_i^{УСТ3}$ } MHz]

- [MKR: PEAK];

- зафиксировать ширину полосы пропускания $S_i^{ИЗМ3}$ по уровню 3 дБ в окне 'BW {bandwidth}'.

Относительную погрешность установки ширины полос пропускания по уровню 3 дБ определить по формуле:

$$\delta_i^{ППЗ} = \frac{S_i^{УСТ3} - S_i^{ИЗМ3}}{S_i^{УСТ3}} \cdot 100\%. \quad (10)$$

Для определения относительной погрешности установки ширины полос пропускания по уровню 6 дБ выполнить следующие операции (последовательно $S_i^{УСТ6}$ для RBW 200 Гц, 9, 120 кГц, 1 МГц):

- [BW: FILTER TYPE: NORMAL 6 dB];

- задать полосу пропускания по 6 дБ, установив [MKR FCTN: N DB DOWN 6 dB];

- [SPAN: {3×RBW}]

- [BW: RES BW MANUAL: { $S_i^{УСТ6}$ } MHz]

- [MKR: PEAK];

- зафиксировать ширину полосы пропускания $S_i^{ИЗМ6}$ по уровню 6 дБ в окне 'BW {bandwidth}'.

Относительную погрешность установки ширины полос пропускания по уровню 6 дБ определить по формуле:

$$\delta_i^{ПП6} = \frac{S_i^{УСТ6} - S_i^{ИЗМ6}}{S_i^{УСТ6}} \cdot 100\% \quad (11)$$

8.3.5.3 *Определение коэффициента формы провести после определения параметров полос пропускания по уровню 3 и 6 дБ.*

Для определения коэффициента формы выполнить следующие операции:

- установить частоту сигнала генератора 128 МГц и уровень минус 30 дБм;

- установить параметры приемника:

- [PRESET]

- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 дБ]

- [AMPT: 0 dBm]

- [FREQ: CENTER: 128 MHz]

- [BW: COUPLING RATIO: SPAN/RBW MANUAL: 20 ENTER]

- [BW: COUPLING RATIO: RBW/VBW NOISE [10]]

- [MKR FCTN: N DB DOWN 60 dB]

- [SPAN: {20× RBW}]

- [BW: RES BW MANUAL: 10 MHz]

- [MKR: PEAK];

- зафиксировать значение полосы пропускания $S_i^{ИЗМ60}$ по уровню 60 дБ в поле 'BW {bandwidth}';

- коэффициент формы вычислить по формуле:

$$K_i^3 = \frac{S_i^{ИЗМ60}}{S_i^{ИЗМ3}}; \quad (12)$$

- установить дополнительно параметры приемника:

- [BW: FILTER TYPE: NORMAL 6 dB];

- определить ширину полосы пропускания по уровню 60 дБ, для чего установить:

- [MKR FCTN: N DB DOWN 60 dB]

- [SPAN: {3×RBW}]
- [MKR: PEAK];
- зафиксировать значение полосы пропускания $S_i^{ИЗМ60}$ по уровню 60 дБ в поле 'BW {bandwidth}';
- коэффициент формы вычислить по формуле:

$$K_i^6 = \frac{S_i^{ИЗМ60}}{S_i^{ИЗМ6}} \quad (13)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если вычисленные значения параметров и погрешностей находятся в пределах, указанных в табл. 4.

Таблица 4.

Параметр	Значение параметра
$B_1^3 \div B_7^3$	$\pm 0,1$
$B_8^3 \div B_{11}^3$	$\pm 0,2$
$B_1^6 \div B_3^6$	$\pm 0,1$
B_4^6	$\pm 0,2$
$B_1^{FFT} \div B_8^{FFT}$	$\pm 0,2$
$\delta_1^{ППЗ} \div \delta_7^{ППЗ}$	± 3
$\delta_8^{ППЗ} \div \delta_{10}^{ППЗ}$	± 10
$\delta_{11}^{ППЗ}$	от 10 до минус 30
$\delta_1^{ПП6} \div \delta_3^{ПП6}$	± 3
$\delta_4^{ПП6}$	± 10
$K_1^3 \div K_7^3$	не более 5
$K_8^3 \div K_{10}^3$	не более 15
K_{11}^3	не более 7
$K_1^6 \div K_3^6$	не более 5
K_4^6	не более 7

8.3.6 Определение уровня собственных шумов приемника.

Средний уровень собственных шумов определить измерением уровня с усреднением показаний отсчетных устройств приемника в полосе пропускания, при отсутствии сигнала на входе приемника.

Определение уровня собственных шумов приемника выполнить в следующей последовательности:

- подсоединить нагрузку согласованную 50 Ом к входу приемника;
- установить параметры приемника:
 - [PRESET]
 - [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 дБ]
 - [SPAN: 0 Hz]
 - [BW: RES BW MANUAL: 10 Hz]
 - [BW: VIDEO BW MANUAL: 10 Hz]
 - [BW: SWEEP TIME MANUAL: 2 s]
 - [AMPT: 0 dBm]
 - [FREQ: CENTER: 1677.73 MHz]
 - [MEAS: TIME DOM POWER: MEAN];
- зафиксировать показания приемника под маркером "MEAN" N^{10Hz} ;
- [BW: RES BW MANUAL: 1 kHz]

- [BW: SWEEP TIME MANUAL: 0.1 s];
- [AMPT: {RefLev}] (установить в соответствии с табл. 5)
- [FREQ: CENTER: {f}] (установить в соответствии с табл. 5);

Таблица 5.

Частота, {f}	9 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	1 ГГц	3 ГГц
RefLev, dBm	Минус 10	Минус 20	Минус 30	Минус 60	Минус 60	Минус 60

- зафиксировать показания приемника под маркером "MEAN" N_i^{kHz} .

Искомый уровень собственных шумов приемника вычислить по следующей формуле:

$$N_i = N_i^{kHz} - N^{10Hz}. \quad (14)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если вычисленные значения уровня собственных шумов приемника не превышают указанных в табл. 6.

Таблица 6.

Частота	9 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	1 ГГц	3 ГГц
Уровень, дБм/Гц, не более	минус 95	минус 100	минус 120	минус 139	минус 139	минус 139

8.3.7 Определение погрешности измерений амплитуды входного синусоидального сигнала на частоте 128 МГц.

Определение погрешности измерений амплитуды входного синусоидального сигнала произвести в следующей последовательности:

- подготовить к работе генератор Г4-201/1 и вольтметр ВЗ-63;
- установить частоту сигнала генератора 128 МГц;
- установить уровень сигнала генератора L_G минус 30 дБм по вольтметру ВЗ-63;
- соединить выход генератора со ВЧ входом приемника;
- установить на приемнике параметры:
 - [PRESET]
 - [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
 - [AMPT: -20 dBm]
 - [SPAN: 30 kHz]
 - [BW: RES BW MANUAL: 10 kHz]
 - [TRACE: DETECTOR: RMS]
 - [FREQ: CENTER: 128 MHz];
- установить маркер на максимуме сигнала [MKR: PEAK] и зафиксировать уровень

$L_{ПРМ}$;

- определить погрешность измерений уровня по формуле:

$$\Delta_L = |L_G - L_{ПРМ}|. \quad (15)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения Δ_L находятся в пределах $\pm 0,2$ дБ.

8.3.8 Определение неравномерности АЧХ при ослаблении аттенюатора от 10 до 40 дБ.

Неравномерность АЧХ в установленной полосе частот определить методом «постоянного входа» последовательно на частотах $\{f_{in}\}$ 9, 10, 20, 50, 100, 500 кГц, 1, 5, 10, 100, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 МГц;

- подготовить к работе генераторы ГЗ-122, Г4-201/1, РГ4-05, вольтметр ВЗ-63, ваттметр МЗ-90;

- установить на генераторе частоту $\{f_{in}\}$ и уровень 0 дБм (в диапазоне частот от 9 кГц до 1500 МГц уровень сигнала устанавливать по вольтметру ВЗ-63, в диапазоне частот от 1500 МГц до 3 ГГц уровень сигнала устанавливать по ваттметру МЗ-90);

- соединить ВЧ выход генератора с ВЧ входом приемника;

- установить параметры приемника:
- [PRESET]
- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
- [AMPT: 0 dBm]
- [SPAN: 100 kHz]
- [BW: RES BW MANUAL: 10 kHz]
- [TRACE: DETECTOR: RMS]
- [FREQ: CENTER: {f_{in}} MHz]
- установить маркер на максимуме сигнала [MKR: PEAK] и зафиксировать показания

приемника L_i ;

- найти максимальное $L_{MAX}^{<50}$ и минимальное значения $L_{MIN}^{<50}$ ансамбля реализаций $\{L_i\}^{<50}$;

- найти максимальное $L_{MAX}^{>50}$ и минимальное значения $L_{MIN}^{>50}$ ансамбля реализаций $\{L_i\}^{>50}$;

- вычислить неравномерность АЧХ приемника диапазоне частот от 9 кГц до 50 кГц по формуле:

$$\Delta_{AЧХ}^{<50} = \pm \frac{|L_{MAX}^{<50} - L_{MIN}^{<50}|}{2}; \quad (16)$$

- вычислить неравномерность АЧХ приемника диапазоне частот от 50 кГц до 3 ГГц по формуле:

$$\Delta_{AЧХ}^{>50} = \pm \frac{|L_{MAX}^{>50} - L_{MIN}^{>50}|}{2}. \quad (17)$$

При этом неисключенная систематическая погрешность определения АЧХ равна:

$$\delta' = 1,1\sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2}, \quad (18)$$

где: δ_1 - абсолютная погрешность поддержания постоянного уровня сигнала на входе приемника (равна абсолютной погрешности измерителя уровня в определяемой полосе частот);

δ_2 - абсолютная погрешность отсчетного устройства приемника;

δ_3 - абсолютная погрешность, связанная с наличием гармоник входного сигнала (приводимая в ТО на измеритель напряжения (мощности)).

Аналогичные измерения и расчеты провести для ослабления входного аттенюатора 20, 30 и 40 дБ.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если $\Delta_{AЧХ}^{<50}$ находится в пределах от минус 1,0 до 0,5 дБ и $\Delta_{AЧХ}^{>50}$ находится в пределах $\pm 0,7$ дБ.

8.3.9 Определение погрешности измерений уровня из-за нелинейности индикатора в диапазоне от 0 до 80 дБ.

Определение погрешности измерений уровня из-за нелинейности индикатора выполнить при полосах пропускания 300 Гц и 300 кГц в следующей последовательности:

- подготовить к работе генератор Г4-201/1, вольтметр ВЗ-63 и установку Д1-14/1;
- установить на генераторе частоту 128 МГц и уровень 10 дБм по вольтметру ВЗ-63;
- соединить ВЧ выход генератора сигналов с входом установки Д1-14/1;
- соединить выход установки Д1-14/1 с ВЧ входом приемника;
- установить ослабление 10 дБ на установке Д1-14/1;
- установить параметры приемника:
- [PRESET]
- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
- [AMPT: 0 dBm]
- [FREQ: CENTER: 128 MHz]
- [SPAN: 0 Hz]
- [TRACE: DETECTOR: RMS]

- [BW: RES BW MANUAL: 300 Hz];

- последовательно устанавливая ослабление установки Д1-14/1 A_i^{ATT} , от 10 до 90 дБ с шагом 10 дБ, установить маркер на максимуме сигнала [MKR: PEAK] и зафиксировать уровень L_i^{PPM} ;

- аналогичные измерения произвести для полосы пропускания 300 кГц [BW: RES BW MANUAL: 300 kHz];

- погрешность измерений уровня из-за нелинейности индикатора определяется по формуле:

$$\Delta_i^{НЛИ} = \left| 10 - A_i^{ATT} + L_i^{PPM} \right|. \quad (19)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если наибольшее значение по ансамблю реализаций $\{ \Delta_i^{НЛИ} \}$ не превосходит 0,2 дБ.

8.3.10 Определение погрешности установки ослабления входного высокочастотного аттенюатора в диапазоне ослаблений от 0 до 70 дБ.

Определение погрешности установки входного высокочастотного аттенюатора выполнить на частоте 128 МГц в следующей последовательности:

- подготовить к работе генератор Г4-201/1, вольтметр ВЗ-63 и установку Д1-14/1;
- установить на генераторе частоту 128 МГц и уровень 0 дБм по вольтметру ВЗ-63;
- соединить ВЧ выход генератора сигналов с входом установки Д1-14/1;
- соединить выход установки Д1-14/1 с ВЧ входом приемника;
- установить ослабление 70 дБ на установке Д1-14/1;
- установить параметры приемника:

- [PRESET]
- [FREQ: CENTER: 128 MHz]
- [SPAN: 500 Hz]
- [BW: RES BW MANUAL: 1 kHz]
- [TRACE: DETECTOR: RMS]
- [BW: VIDEO BW MANUAL: 100 Hz]
- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
- [AMPT: -30 dBm]
- [MKR: PEAK]
- [MKR: REFERENCE FIXED];

- последовательно устанавливая ослабление аттенюатора {80 дБ - A_{ESPI} } и параметры приемника в соответствии с табл. 7:

Таблица 7.

A_i^{ATT} , дБ	80	70	60	50	40	30	20	10
A_{ESPI} , дБ	0	10	20	30	40	50	60	70
ref level, дБ	минус 40	минус 30	минус 20	минус 10	0	10	20	30

- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: { A_{ESPI} }]
- [AMPT: {-40 + A_{ESPI} } dBm]
- [MKR: PEAK];

- зафиксировать различие Δ_i^{ATT} между уровнем входного сигнала и показаниями приемника в поле 'Delta [T1 FXD]'.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если наибольшее значение по ансамблю реализаций $\{ \Delta_i^{ATT} \}$ не превосходит 0,2 дБ.

8.3.11 Определение погрешности установки опорного уровня усилителя промежуточной частоты (ПЧ).

Определение погрешности установки опорного уровня усилителя промежуточной частоты (ПЧ) произвести на частоте 128 МГц в следующей последовательности:

- подготовить к работе генератор Г4-201/1, вольтметр ВЗ-63 и установку Д1-14/1;

В3-63; - установить на генераторе частоту 128 МГц и уровень минус 10 дБм по вольтметру

- соединить ВЧ выход генератора сигналов с входом установки Д1-14/1;
- соединить выход установки Д1-14/1 с ВЧ входом приемника;
- установить ослабление $A^{ATT} = 20$ дБ на установке Д1-14/1;
- установить параметры приемника:
 - [PRESET]
 - [FREQ: CENTER: 128 MHz]
 - [SPAN: 2 kHz]
 - [BW: RES BW MANUAL: 1 kHz]
 - [BW: VIDEO BW MANUAL: 100 Hz]
 - [TRACE: DETECTOR: RMS]
 - [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
 - [AMPT: -10 dBm]
 - [MKR: PEAK]
 - [MKR: REFERENCE FIXED];
- установить ослабление аттенюатора A^{ATT} и параметры приемника:
 - [AMPT: {10 - A^{ATT} } dBm]
 - [MKR: PEAK];
- зафиксировать различие Δ^{ATT} между уровнем входного сигнала и показаниями приемника в поле поле 'Delta [T1 FXD]'.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если значение Δ^{ATT} не превосходит 0,2 дБ.

8.3.12 Определение уровня фазового шума.

Определение уровня фазового шума выполнить при частотах отстройки 100 Гц, 1, 10, 100 Гц, 1 МГц в следующей последовательности:

- соединить ВЧ выход генератора Г4-201/1 с ВЧ входом приемника;
- соединить выход синхронизации генератора Г4-201/1 с входом приемника EXT REF;
- установить на генераторе частоту 498 МГц и уровень 0 дБм;
- установить следующие параметры приемника:
 - [PRESET]
 - [FREQ: CENTER: 498 MHz]
 - [AMPT: 0 dBm]
 - [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
 - [SPAN: {span}] (устанавливается по табл. 8);
 - [BW: COUPLING RATIO: RBW/VBW: 10: ENTER]
 - [BW: RBW MANUAL: {RBW}] (устанавливается в по табл. 8);
 - [BW: VIDEO BW MANUAL: 100 Hz]
 - [TRACE 1: AVERAGE]
 - [SWEEP: SWEEP COUNT: 20: ENTER]
- активировать маркер фазового шума [MKR FCTN: PHASE NOISE]
- установить [FREQ: CENTER: 498 МГц + { $\Delta f_{от}$ }] (устанавливается по табл. 8);
- [AMPT: {ref level}] (устанавливается по табл. 8);
- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: { A_{ESPI} }] (устанавливается по табл. 8);
- установить маркер фазового шума [MKR: MARKER 2: { $\Delta f_{от}$ }] и зафиксировать уровень фазового шума PN_i в поле 'Delta 2 [T1 PHN]'.

Таблица 8.

Частота отстройки { $\Delta f_{от}$ }	Полоса частот, параметр {span}	Полоса пропускания, параметр {RBW}	Опорный уровень, параметр {ref level}	Ослабление входного аттенюатора, { A_{ESPI} }
100 Гц	20 Гц	10 Гц	0 дБм	10 дБ

Частота отстройки $\{\Delta f_{от}\}$	Полоса частот, параметр $\{span\}$	Полоса пропускания, параметр $\{RBW\}$	Опорный уровень, параметр $\{ref\ level\}$	Ослабление входного аттенюатора, $\{A_{ESPI}\}$
1 кГц	200 Гц	100 Гц	0 дБм	10 дБ
10 кГц	2 кГц	300 Гц	Минус 10 дБм	10 дБ
100 кГц	10 кГц	3 кГц	Минус 20 дБм	0 дБ
1 МГц	100 кГц	30 кГц	Минус 20 дБм	0 дБ

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения PN_1 не более значения минус 84 дБ, PN_2 не более значения минус 100 дБ, PN_3 не более значения минус 106 дБ, PN_4 не более значения минус 110 дБ, PN_5 не более значения минус 120 дБ.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки приемник признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленного образца, которое заверяется поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма. На оборотной стороне свидетельства записываются результаты поверки.

9.2 В случае отрицательных результатов поверки применение приемника запрещается, и на него выдается извещение о непригодности его к применению с указанием причин.

Начальник отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

И.М. Малай

Младший научный сотрудник
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

В.Р. Ручкин