

682

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ



В. Н. Храменков

«29» апреля 2004 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА
ИЗМЕРЕНИЙ**

**ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ IFR 2032
фирмы IFR Ltd, Великобритания**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи, 2004 г.

1 Введение

1.1 Данная методика распространяется на генераторы сигналов измерительные IFR 2032 фирмы «IFR Ltd.» (далее – IFR 2032), Великобритания, и устанавливает порядок проведения его первичной и периодической поверок, проводимых в соответствии с ПР 50.2.006 "ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений".

1.2 Межповерочный интервал - два года.

2 Операции поверки

При поверке выполняют операции в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1.

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	да	да
3.1 Проверка диапазона частот.	8.3.1	да	да
3.2 Определение погрешности установки частоты.	8.3.2	да	да
3.3 Определение относительной погрешности установки ослабления встроенного аттенюатора	8.3.3	да	да
3.4 Проверка частоты и уровня выходного сигнала опорной частоты.	8.3.4	да	да
3.5 Проверка содержания гармоник и субгармоник	8.3.5	да	да
3.6 Определение погрешности установки девиации частоты.	8.3.6	да	да
3.7 Определение погрешности установки девиации фазы.	8.3.7	да	да
3.8 Определение погрешности установки коэффициента АМ.	8.3.8	да	да
3.9 Проверка КСВН.	8.3.9	да	да

3 Средства поверки

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

Таблица 2.

№ пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.2, 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66, диапазон частот от $5 \cdot 10^{-3}$ до $1,5 \cdot 10^9$ Гц; относительная погрешность по частоте встроенного кварцевого генератора не более $\pm 5 \cdot 10^{-7}$.
8.3.2, 8.3.4	Стандарт частоты и времени Ч1-83/2; номинальные значения частоты выходных сигналов 1; 5, 10 МГц; относительная погрешность воспроизведения частоты не более $\pm 2 \cdot 10^{-11}$.
8.3.3, 8.3.5, 8.3.8	Анализатор спектра С4-60; частотный диапазон 10 МГц - 39,6 ГГц; относительная погрешность частоты составляющих спектра не более $\pm (10^{-2} + 1 \text{ МГц})$.
8.3.5	Анализатор спектра С4-74; частотный диапазон 100 кГц – 10 МГц; относительная погрешность частоты составляющих спектра не более $\pm 10^{-2}$.

№ пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.8	Измеритель коэффициента амплитудной модуляции вычислительный СК2-24; диапазон несущих частот (0,01 – 500) МГц; диапазон модулирующих частот (0,02–200) кГц; основная погрешность измерений, не более: (0,3-100) – пиковые значения; (0,1-70) – средние квадратические значения; (0,3-100) – средние значения.
8.3.9	Измеритель КСВН панорамный Р2-83; частотный диапазон (0,1–18) ГГц; диапазон измерений от 1,03 до 5; погрешность измерений не более $\pm(3K_{ст} + 1) \%$.
8.3.9	Измеритель КСВН панорамный Р2-73; частотный диапазон (0,01–1,25) ГГц; диапазон измерений от 1,03 до 5; погрешность измерений не более $\pm(3K_{ст} + 1) \%$.
8.3.6, 8.3.7	Измеритель модуляции вычислительный СК3-45; диапазон несущих частот: (0,1–1000) МГц, с блоком Я4С-104 (1000 – 10000) МГц; диапазон модулирующих частот (0,02–200) кГц; пределы и основная погрешность измерения ЧМ: (0,1-1000) кГц – пиковые значения; (0,005-300) кГц – средние квадратические значения; $\pm(A_0 \cdot 10 - 2\Delta f + \Delta f_{ш})$ кГц ($A_0 = 2 - 15$); АМ: 1 – 100, $\pm(A \cdot M + \Delta M_{ш})$.
8.3.5	Генератор сигналов программируемый Г4-192; частотный диапазон 10 кГц – 1,3 ГГц; относительная погрешность установки частоты не более $\pm 10^{-5}$.
8.3.5	Генератор сигналов высокочастотный Г4-193; частотный диапазон (1– 4) ГГц; относительная погрешность установки частоты не более 10^{-5} .
8.3.5	Генератор сигналов высокочастотный Г4-194; частотный диапазон (2– 8,3) ГГц; относительная погрешность установки частоты не более $\pm 10^{-5}$.
8.3.4	Вольтметр переменного тока диодный компенсационный В3-49, диапазон частот от 20 Гц до 1000 МГц, диапазон измерений от 10 мВ до 100 В, погрешность не более $\pm 0,2 \%$

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

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки IFR 2032 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 проведение поверочных работ.

5 Требования безопасности

5.1 К работе на IFR 2032 допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры, входящей в состав IFR 2032.

6 Условия поверки

6.1 Поверка проводится при нормальных условиях:

температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	20 ± 5 ;
относительная влажность воздуха, %	65 ± 15 ;
атмосферное давление, кПа	100 ± 4 (750 ± 30 мм рт ст);
питание от сети переменного тока:	
напряжение, В	$220 \pm 4,4$;
частота, Гц	$50 \pm 0,5$.

6.2 Генератор IFR 2032 обеспечивает работоспособность с заданными точностными характеристиками при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха от 0 до 55 °С;
- относительная влажность воздуха при температуре до 40 °С не более 93 %;
- атмосферное давление 630-800 мм рт. ст.

7 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие операции:
проверяют готовность генератора IFR 2032 к проведению измерений согласно руководству по эксплуатации;
выполняют пробное (10-15 мин.) включение генератора IFR 2032.

8 Проведение поверки.

8.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- сохранность пломб;
- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей (если они имеются снаружи прибора);
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления элементов конструкции;
- сохранность механических органов управления (если они имеются) и четкость фиксации их положения.

8.2 Опробование.

При проведении опробования собрать структурную схему в соответствии с рис.1
С генератора IFR 2032 подать сигнал частотой 100 МГц на частотомер ЧЗ-66. Если на ЧЗ-66 осуществляется измерение частоты сигнала, то генератор IFR 2032 работоспособен.

8.3 Определение метрологических характеристик.

8.3.1 Проверка диапазона частот.

Проверку диапазона частот провести измерением частоты сигнала на основном выходе генератора частотомером ЧЗ-66. Собрать структурную схему измерения в соответствии с рис.1.

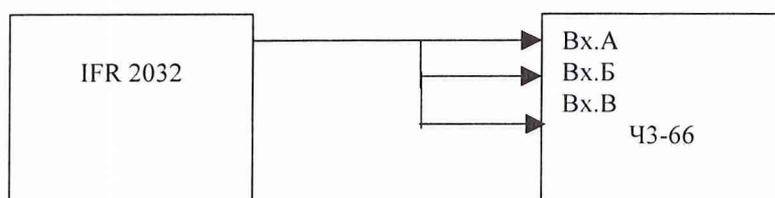


Рис.1.

На генераторе установить уровень выходного сигнала минус 10 дБм и подать выходной сигнал либо на вход А частотомера при измерении сигнала до 150 МГц, на вход Б при измерении частот от 150 МГц до 2 ГГц, на выход В при измерении частот от 2 ГГц до 5,4 ГГц.

На генераторе последовательно установить частоты 0,0100000; 10,0000000; 104,4444444; 107,7777777; 112,2222222; 117,3333333; 122,6666666; 147,8888888; 225,5555555; 249,0000000; 269,9999999; 411,1111111; 450,9999999; 501,0000000; 635,6666666; 878,3333333; 1000,0000000; 1,5555555 2,0000000; 2,1111111; 3,0000000; 3,9999999; 4,5555555; 4,9999999; 5,4000000 МГц.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если во всем диапазоне устойчиво работает система синхронизации, а измеренные значения частот отличаются от установленных не более чем на $\pm 0,1$ МГц. В противном случае генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.2 Определение погрешности установки частоты.

Собрать схему в соответствии с рис .2 .

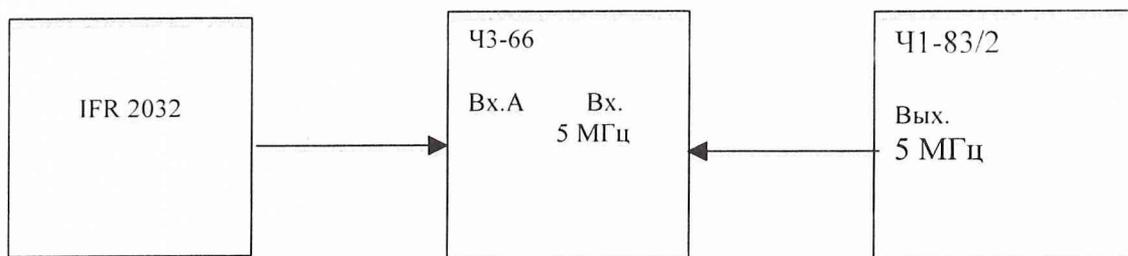


Рис.2

На генераторе установить частоту 100 МГц, уровень выходного сигнала минус 10 дБм и подать его на вход А частотомера. Частотомер перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подать от стандарта частоты и времени Ч1-83/2.

До проведения измерений Ч1-83/2 прогреть не менее 2 часов.

По истечении времени самопрогрева генератора, измерить частоту на выходе прибора.

Погрешность установки частоты (δ_f) в процентах вычислить по формуле (1):

$$\delta F = \frac{F_{изм} - F_{ном}}{F_{ном}} * 100\%, (1)$$

где $F_{ном}$ – установленное значение частоты;

$F_{изм}$ – измеренное значение частоты.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки частоты не превышает $\pm 3 \cdot 10^{-6} \%$. В противном случае генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.3 Определение относительной погрешности установки ослабления встроенного аттенюатора.

Определение относительной погрешности установки ослабления встроенного аттенюатора осуществить при помощи анализатора спектра С4-60 в соответствии с рис.3.

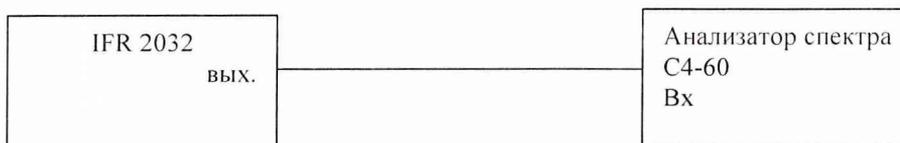


Рис.3.

Измерение ослабления встроенного аттенюатора с генератора IFR 2032 во всем динамическом диапазоне провести на частотах 10 МГц, 1,5 ГГц, 5,0 ГГц.

С выхода генератора подать сигнал на вход анализатора спектра.

Произвести измерение ослабления встроенного аттенюатора в точках минус 1, минус 2, минус 3, минус 4, минус 5, минус 6, минус 7, минус 8, минус 9, минус 10, минус 20, минус 30, минус 40, минус 50, минус 60, минус 70, минус 80, минус 90, минус 100, минус 110, минус 126, минус дБм.

Погрешность для каждой отметки выходного сигнала (δAf) вычислять по формуле(2):

$$\delta Af = A_n - Af, (2)$$

где A_n - номинальное значение ослабления установленного встроенным аттенюатором;

A_f – измеренное значение ослабления встроенного аттенюатора на частоте.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки ослабления встроенного аттенюатора не превышают:

$\pm 0,85$ дБ на частотах до 1,35 ГГц;

$\pm 1,0$ дБ на частотах до 2,7 ГГц;

$\pm 1,5$ дБ на частотах до 5,4 ГГц.

В противном случае генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.4 Проверка частоты и уровня выходного сигнала опорной частоты.

Определение частоты сигнала на опорном выходе генератора осуществить непосредственным измерением частоты сигнала с опорного выхода частотомером ЧЗ-66 по рис. 4.

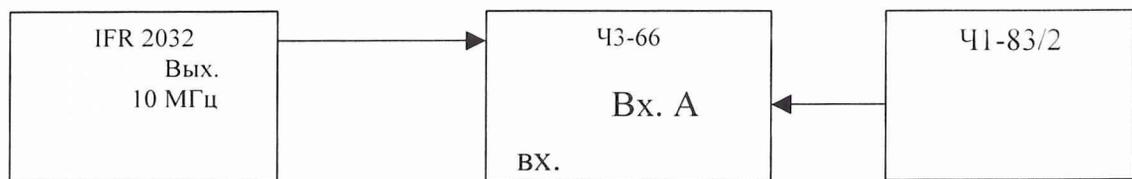


Рис. 4.

Частотомер перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подают от стандарта частоты и времени Ч1-83/2.

До проведения измерений Ч1-83/2 прогреть не менее 2 часов.

По истечении времени самопрогрева генератора измерить частоту на выходе прибора.

Погрешность установки частоты (δ_f) в процентах вычислить по формуле (1).

Определение выходного напряжения на дополнительном выходе генератора провести непосредственным измерением напряжения вольтметром ВЗ-49 на частоте 10 МГц по рис.5.

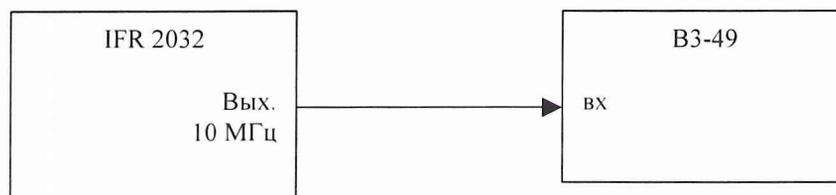


Рис.5

Дополнительный выход генератора соединить с вольтметром кабелем.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если погрешность установки частоты не превышает значения $\pm 5 \cdot 10^{-6} \%$, а выходное напряжение на дополнительном выходе генератора более 0,5 В. В противном случае генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.5 Проверка содержания гармоник и субгармоник.

Определение содержания гармоник и субгармоник провести анализатором спектра С4-74 (в диапазоне частот от 0,1 до 10 МГц), С4-60 (в диапазоне частот от 10 до 5400 МГц), следующим образом:

1. На вход анализатора спектра подать с генератора (Г4-192, Г4-193, Г4-194) сигнал частоты, $F/2$, $F/3$, $2F$ и $3F$ и уровнем минус 23 дБм. Аттенюатором анализатора спектра установить максимальный размер изображения на шкале экрана и отметить показания A_1 аттенюатора.

2. Переключить анализатор спектра на проверяемый генератор, на которой устанавливают сигнал частоты F и уровнем 0 дБм. По анализатору спектра провести отсчет уровней гармоник ($2F$ и $3F$ и субгармоник $F/2$, $F/3$) – A_2 и A_3 соответственно, дБ.

Уровень гармоник A рассчитать по формулам (3):

$$A = - [A_1 - A_2 + 23 \text{ дБ}], \quad (3)$$

$$A = - [A_1 - A_3 + 23 \text{ дБ}],$$

где 23 дБ учитывают разницу в уровнях сигналов при калибровке и измерении. Результаты поверки считать удовлетворительными, если уровни гармоник не превышают:

на частотах до 1 ГГц	минус 30 дБм;
на частотах до 1,35 ГГц	минус 27 дБм;
на частотах до 2,7 ГГц	минус 27 дБм;
на частотах до 5,4 ГГц	минус 30 дБм;

уровни выходных субгармоник не превышают:

на частотах до 1,35 ГГц	минус 90 дБм;
на частотах до 2,3 ГГц	минус 40 дБм;
на частотах до 5,4 ГГц	минус 30 дБм.

В противном случае генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.6 Определение погрешности установки девиации частоты.

Определение погрешности установки девиации частоты, определение погрешности установки девиации частоты в диапазоне модулирующих частот провести непосредственно измерением величины девиации частоты измерителем СКЗ-45.

Определение погрешности установки девиации частоты провести следующим образом:

1. Установить на СКЗ-45 режим измерения «ЧМ», «КИ» и полосу НЧ 0, - 3,4 кГц;
2. Установить на генераторе режим «внутренняя ЧМ», выход – минус 10 дБм, частоту несущей 250 МГц, частоту модулирующего сигнала 1000 Гц;
3. Установить последовательно на генераторе значения девиации частоты 0,5; 5,0; 50; 250 кГц и измерить действительное значение девиации частоты $\Delta F_{д+}$ и $\Delta F_{д-}$. Аналогичные измерения провести при модулирующей частоте 400 Гц.
4. Установить на генераторе девиацию частоты 1000 кГц, модулирующую частоту 400 либо 1000 Гц и измерить девиацию частоты $\Delta F_{д+}$ и $\Delta F_{д-}$ на несущих частотах 10, 100, 300, 500, 650, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5400 МГц.

Погрешность установки девиации частоты определить по формуле (4):

$$\delta F = \frac{\Delta F_{изм} - \Delta F_{уст}}{\Delta F_{уст}} * 100\%, \quad (4)$$

где $\Delta F_{уст}$ – установленное значение девиации частоты;

$\Delta F_{изм}$ – значение девиации частоты, определяемое по формуле (5)

$$\Delta F_{изм} = \frac{(\Delta F_{д+}) + (\Delta F_{д-})}{2} \quad (5)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение погрешности установки девиации частоты не превышает $\pm 5\%$. В противном случае генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.7 Определение погрешности установки девиации фазы.

Определение погрешности установки девиации фазы провести измерением соответствующих параметров измерителем модуляции СКЗ-45 следующим образом:

1. Установить на СКЗ-45 режим измерения «ЧМ», «МИ» и полосу НЧ 0,3 – 3,4 кГц;
2. Установить на генераторе режим «внутренняя ФМ», частоту модуляции 1000 Гц и измерить соответствующие значения девиации частоты при установке девиации фазы 1 и 5 рад на несущих частотах 10, 249, 250, 500, 501, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5400 МГц, а так же на несущих частотах 250 и 500 МГц значение девиации фазы 10 рад:

Погрешность установки девиации фазы ($\delta\phi$) в процентах вычислить по формуле (6):

$$\delta\varphi = \frac{\Delta F_{д} - \Delta F_{н}}{\Delta F_{н}} * 100, (6)$$

где $\Delta F_{н}$ – номинальное значение девиации частоты соответствующее установленной девиации фазы ($\Delta\varphi F_{н}$);

F – частота модуляции, установленная с точностью до $\pm 1\%$;

$\Delta F_{д} = \Delta\varphi_{д} F$ – среднее значение измеренной девиации частоты, соответствующее действительному значению установленной девиации фазы ($\Delta\varphi_{д}$).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение погрешности установки девиации фазы не превышает $\pm 5\%$. В противном случае генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.8 Определение погрешности установки коэффициента АМ.

Определение погрешности установки коэффициента АМ и погрешности установки коэффициента АМ в диапазоне несущих частот до 500 МГц провести непосредственным измерением коэффициента АМ измерителем коэффициента АМ СК2-24, а в диапазоне частот выше 500 МГц измерением коэффициента модуляции анализатором спектра С4-60.

Определение погрешности установки коэффициента АМ провести на несущих частотах 0,4; 1,5; 10; 500; 1000 МГц следующим образом:

1) Установить на СК2-24 режим измерения «МСР», «АВТ» и полосу НЧ 0,3-3,4 кГц при измерениях на всех несущих частотах, кроме 0,4 МГц, при измерениях на частоте 0,4 МГц установить полосу 0,02-20кГц.

2) Установить на генераторе режим «внутренняя АМ», частоту модуляции 1 кГц и подать сигнал на вход «0,1-1,5 МГц» прибора СК2-24 на частотах 0,4 и 1,5 МГц и на вход «1,5-500 МГц» на частотах 10 и 500 МГц.

3) Измерить действительные значения коэффициента АМ при устанавливаемых на поверяемом генераторе значениях коэффициента модуляции 5; 10; 30; 70; 80 и 90 % и двух значениях уровня выходного сигнала минус 9,9 и минус 10 дБм.

4) На частоте 1000 МГц поверяемый генератор подключить к анализатору спектра С4-60

5) На поверяемом генераторе установить частоту 1000 МГц, уровень выхода минус 30 дБм, режим «внутренняя АМ», частоту модуляции 1000 Гц.

6) Последовательно установить величину коэффициента АМ 5; 10; 30; 70; 80 и 90 %. С помощью анализатора спектра измерить амплитуду напряжения несущей частоты A_0 и амплитуду боковой составляющей A_6 . Значение коэффициента модуляции вычислить по формуле (7):

$$M = 2 \frac{A_6}{A_0}, (7)$$

7) Повторить измерения при уровне выходного сигнала минус 29,9 дБм.

Определить погрешность коэффициента АМ (ΔM) по формуле:

$$\Delta M = M_{д} - M_{н}$$

где $M_{д}$ – измеренное значение коэффициента АМ;

$M_{н}$ – установленное значение коэффициента АМ.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность установки коэффициента АМ не превышает значений $\pm 5\%$. В противном случае генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.9 Проверка КСВН.

Определение КСВН основного выхода генератора провести измерителем КСВН панорамным P2-73 (P2-83) следующим образом:

1. Собрать схему в соответствии с рис.6

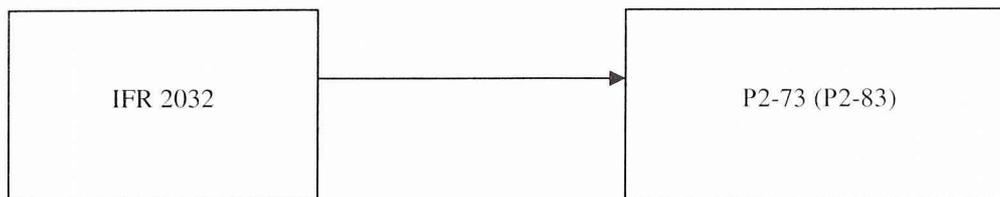


Рис.6

2. Измерить КСВН в диапазоне частот (20 – 5400) МГц при установке выходного уровня сигнала на поверяемом генераторе минус 10 дБм и минус 20 дБм.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения КСВН не превышают:

- на частотах до 2.2 ГГц 1,25;
- на частотах до 2.7 ГГц 1,4;
- на частотах до 5,4 ГГц 1,5.

В противном случае генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительным результатом поверки считают соответствие полученных технических характеристик генератора IFR 2032 характеристикам, приведенным в описании типа на генератор IFR 2032.

9.2 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке с указанием полученных технических характеристик.

9.3 При отрицательных результатах поверки генератор IFR 2032 бракуется и отправляется в ремонт.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

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

Two handwritten signatures in blue ink are present. The top signature is more stylized and corresponds to the name И.Ю. Блинов. The bottom signature is more legible and corresponds to the name А.С. Бондаренко.

И.Ю. Блинов

А.С. Бондаренко