

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУ

«32 ГНИИИ Минобороны России»



С.И. Донченко

2010 г.

СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТ Г7М-20, Г7М-40

Методика поверки

ЖНКЮ.467875.014 ДЗ

г.Мытищи
2010 г.

Содержание

1 Введение.....	4
2 Операции поверки.....	4
3 Средства поверки.....	5
4 Требования к квалификации поверителей.....	8
5 Требования безопасности.....	9
6 Условия поверки.....	9
7 Подготовка к поверке.....	9
8 Проведение поверки.....	10
8.1 Внешний осмотр.....	10
8.2 Опробование.....	10
8.2.1 Проверка работоспособности синтезатора.....	10
8.2.2 Проверка присоединительных размеров выхода «СВЧ».....	11
8.3 Определение метрологических характеристик.....	11
8.3.1 Определение частоты внутреннего опорного генератора и относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора.....	11
8.3.2 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты выходного синусоидального сигнала.....	12
8.3.3 Определение КСВН выхода «СВЧ».....	14
8.3.4 Определение диапазона и основной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала.....	14
8.3.5 Определение относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов выходного синусоидального сигнала.....	18
8.3.6 Определение относительных уровней гармонических, субгармонических и комбинационных, а также побочных (негармонических) составляющих в спектре выходного сигнала.....	20
9 Оформление результатов поверки.....	23

1 Введение

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на синтезаторы частот Г7М-20 (зав. №№ 08006001 ÷ 08006010, 10008011 ÷ 10008040) и синтезаторы Г7М-40 (зав. №№ 11008001 ÷ 11008040) (далее – синтезаторы), и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал – 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
2.1 Проверка работоспособности синтезатора	8.2.1	да	да
2.2 Проверка присоединительных размеров выхода «СВЧ»	8.2.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3	да	да
3.1 Определение частоты внутреннего опорного генератора и относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора	8.3.1	да	да
3.2 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты выходного синусоидального сигнала	8.3.2	да	да
3.3 Определение КСВН выхода «СВЧ»	8.3.3	да	да
3.4 Определение диапазона и основной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала	8.3.4	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
3.5 Определение относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов выходного синусоидального сигнала	8.3.5	да	нет
3.6 Определение относительных уровней гармонических, субгармонических и комбинационных, а также побочных (негармонических) составляющих в спектре выходного сигнала	8.3.6	да	нет

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используют средства измерений (СИ) и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 3.1.

Т а б л и ц а 3.1

Номер пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура	Требуемые метрологические характеристики СИ
8.2.2	Комплект для измерений соединителей коаксиальных (КИСК - 3,5); измерители присоединительных размеров набора 85056А 2,4 mm Calibration kit из комплекта векторного анализатора цепей Agilent PNA E8364В Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений присоединительных размеров $\pm 0,01$ мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений присоединительных размеров $\pm 0,01$ мм
8.3.1	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006 (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1,4 \cdot 10^{-12}$). Компаратор частотный Ч7-308А/1 (частоты входных сигналов 5, 10, 100 МГц; пределы допускаемого среднего квадратического относительного случайного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты входного сигнала для интервала времени измерений 10 с и коэффициента умножения $10^6 \pm 1 \cdot 10^{-14}$)	Частота измерений 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 0,3 \cdot 10^{-6}$
8.3.2	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006. Преобразователь частоты Ч5-13 (диапазон час-	Диапазон частот от 10 МГц до 20 (40) ГГц; пределы допускаемой относительной по-

Номер пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура	Требуемые метрологические характеристики СИ
	<p>тот от 10 до 78,33 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности преобразования частоты $\pm 1,4 \cdot 10^{-12}$ в режиме синхронизации).</p> <p>Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (диапазон частот от 10 до $37,5 \cdot 10^9$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 1,4 \cdot 10^{-12}$ в режиме синхронизации)</p>	<p>грешности измерений частоты $\pm 0,3 \cdot 10^{-6}$</p>
8.3.3	<p>Анализатор цепей векторный Agilent E8364B (пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm (1 \cdot K_{\text{сгУ}}) \%$, где $K_{\text{сгУ}}$ – измеренное значение КСВН)</p>	<p>Диапазон частот от 10 МГц до 20 (40) ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm (3 \cdot K_{\text{сгУ}} + 1) \%$</p>
8.3.4	<p>Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006.</p> <p>Синтезатор частот Г7-15 (диапазон рабочих частот от 0,01 до 78,33 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1,4 \cdot 10^{-12}$ в режиме синхронизации; наибольший уровень выходной мощности от 0 до 20 дБм).</p> <p>Блок генераторный Я7-92 (диапазон частот выходного сигнала от 17,44 до 25,95 ГГц; пределы допускаемых относительных отклонений частоты вносимых блоком $\pm 1 \cdot 10^{-9}$).</p> <p>Блок генераторный , Я7-93 (диапазон частот выходного сигнала от 25,86 до 37,5 ГГц; пределы допускаемых относительных отклонений частоты вносимых блоком $\pm 1 \cdot 10^{-9}$).</p> <p>Прибор для измерения ослабления ДК1-26 (пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения уровней в диапазоне частот от 100 кГц до 37,5 ГГц в диапазоне ослаблений от 0 до 140 дБ от 0,01 до 1,6 дБ).</p> <p>Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-52 (диапазон рабочих частот от 17,44 до 25,86 ГГц; диапазон измеряемой мощности от 1 мкВт до 10 мВт; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности $\pm 6\%$).</p> <p>Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-53 (диапазон рабочих частот от 25,86 до 37,5 ГГц; диапазон измеряемой мощности от 1 мкВт до 10 мВт; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности $\pm 6\%$).</p> <p>Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54 (диапазон рабочих частот от 0,01 до 18 ГГц; диапазон измеряемой мощности от 1 мкВт до 1 Вт; пределы допускаемой относительной погрешно-</p>	<p>Диапазон частот от 10 МГц до 20 (40) ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности от 10 до 20000 МГц: от 10 до минус 20 дБм $\pm 0,3$ дБ; менее минус 20 до минус 90 дБм $\pm 0,5$ дБ; менее минус 90 дБм $\pm 0,8$ дБ;</p> <p>свыше 20 000 МГц: от 10 до минус 20 дБм $\pm 0,5$ дБ; менее минус 20 до минус 90 дБм $\pm 0,8$ дБ; менее минус 90 дБм $\pm 1,2$ дБ</p>

Номер пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура	Требуемые метрологические характеристики СИ
	сти измерений уровня мощности $\pm 4\%$)	
8.3.5	Анализатор источников сигналов R&S FSUP50 (диапазон рабочих частот от 20 Гц до 50 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня фазового шума во всем диапазоне частот ± 3 дБ; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности входного синусоидального сигнала ± 2 дБ)	Диапазон частот от 10 МГц до 20 (40) ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня фазового шума во всем диапазоне частот ± 3 дБ; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности входного синусоидального сигнала ± 2 дБ
8.3.6	Анализатор источников сигналов R&S FSUP50	Диапазон частот от 10 МГц до 20 (40) ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности входного синусоидального сигнала ± 2 дБ; пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношений уровней мощности сигналов ± 3 дБ

3.2 Дополнительное оборудование, используемое при поверке:

а) переход волноводно-коаксиальный с волновода сечением 11×5,5 мм (диапазон частот от 17,44 до 25,95 ГГц) на коаксиальный тракт 3,5/1,52 мм с соединителем типа 3,5 мм вилка ГОСТ РВ 51914-2002, с измеренным значением ослабления согласно МИ 1580-86 в частотной точке 20 ГГц (далее – ПВК-1);

б) переход волноводно-коаксиальный с волновода сечением 11×5,5 мм (диапазон частот от 17,44 до 25,95 ГГц) на коаксиальный тракт 2,4/1,04 мм с соединителем типа I вилка ГОСТ РВ 51914-2002, с измеренными значениями ослабления согласно МИ 1580-86 в частотных точках 20, 22, 24 ГГц (далее – ПВК-2);

в) переход волноводно-коаксиальный с волновода сечением 7,2×3,4 мм (диапазон частот от 25,95 до 37,50 ГГц) на коаксиальный тракт 2,4/1,04 мм с соединителем типа I вилка ГОСТ РВ 51914-2002, с измеренными значениями ослабления согласно МИ 1580-86 в частотных точках 26; 28; 30; 32; 34; 37,5 ГГц (далее – ПВК-3);

г) межканальный коаксиально-коаксиальный переход с соединителями типа 3,5 мм вилка и типа I вилка ГОСТ РВ 51914-2002 с измеренными значением ослабления в частотной точке 20 ГГц (далее – ПКК);

ВНИМАНИЕ: КСВН ИСПОЛЬЗУЕМЫХ КОАКСИАЛЬНЫХ И ВОЛНОВОДНЫХ ТРАКТОВ, СОЕДИНИТЕЛЕЙ И ПЕРЕХОДОВ, НЕ ДОЛЖЕН ПРЕВЫШАТЬ 1,10 В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ОТ 10 МГЦ ДО 40 ГГЦ. ЗАТЯЖКУ КОАКСИАЛЬНЫХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ И БОЛТОВ ВОЛНОВОДНЫХ ФЛАНЦЕВ ПРОИЗВОДИТЬ ТОЛЬКО ТАРИРОВАННЫМИ КЛЮЧАМИ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО НОМИНАЛА!

3.3 Допускается применение иных средств измерений утвержденного типа, обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик синтезаторов с требуемой точностью.

ВНИМАНИЕ: НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПРИМЕНЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ СИГНАЛОВ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИЕМНИКОВ, АНАЛИЗАТОРОВ СПЕКТРА (СИГНАЛОВ) И Т.П., НЕ ИМЕЮЩИХ ВХОДОВ ОПОРНЫХ СИГНАЛОВ (СИНХРОНИЗАЦИИ)!

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки синтезаторов 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 ПР 50.2.012-94).

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 22261-94, ГОСТ 25051.3-83, СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 и руководствоваться: «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», введенными приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г., «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, утвержденными Министерством энергетики 27.12.2000 г. и Министерством труда и социального развития РФ 05.01.2001 г, а так же указаниями, приведенными в руководствах по эксплуатации на синтезаторы.

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления поверочного оборудования.

ВНИМАНИЕ: ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОВЕРКИ НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ АНТИСТАТИЧЕСКИЕ ЗАЗЕМЛЕННЫЕ БРАСЛЕТЫ И ЗАЗЕМЛЕННУЮ ОСНАСТКУ. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДАВАТЬ НА ВЫХОД СИНТЕЗАТОРА ПОСТОЯННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ!

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):

- температура окружающей среды 20 ± 5 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 % при 25 °С;
- атмосферное давление от 630 до 795 мм рт. ст.

6.2 Электропитание синтезаторов осуществляется от промышленной сети (220 ± 22) В, частотой (50 ± 1) Гц.

7 Подготовка к поверке

7.1 При подготовке к поверке следует подготовить к работе ПЭВМ на базе вычислительной платформы x86 с интерфейсом *Ethernet* (IEEE 802.3u) и установленной операционной системой *Microsoft® Windows® XP*, а также соединить ПЭВМ и синтезатор при помощи прилагаемого кабеля *Ethernet*.

7.2 Подготовить к работе следующие средства поверки в соответствии с их технической документацией:

- анализатор источников сигналов R&S FSUP50 (далее – FSUP50);

- ваттметр поглощаемой мощности МЗ-52 (далее – МЗ-52);
- ваттметр поглощаемой мощности МЗ-53 (далее – МЗ-53);
- ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54 (далее – МЗ-54);
- векторный анализатор цепей Е8364В (далее – Е8364В);
- компаратор частотный Ч7-308А/1 (далее – Ч7-308А/1);
- преобразователь частоты Ч5-13 (далее – Ч5-13);
- прибор для измерения ослабления ДК1-26 (далее – ДК1-26);
- синтезатор частот Г7-15 (далее – Г7-15);
- стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006 (далее – Ч1-1006);
- частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (далее – ЧЗ-66).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- наличие товарного знака предприятия-изготовителя, серийный номер;
- состояние лакокрасочного покрытия;
- чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- отсутствие механических, электрических, химических и тепловых повреждений.

8.1.2 Особое внимание обратить на состояние соединителя выхода «СВЧ». При необходимости воспользоваться лупой просмотровой типа ЛП-3–10× ГОСТ 25706-83 или аналогичной. Наличие неустраняемых загрязнений, окислов, а также различимых глазом несоосностей, эллиптичности и заусенцев не допускается.

8.1.3 Результаты осмотра считать удовлетворительными, если выполняются выше перечисленные требования.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверка работоспособности синтезатора

8.2.1.1 Для определения работоспособности синтезатора выполнить:

- включить поверяемый синтезатор в сеть переменного тока (220 ± 22) В, (50 ± 1) Гц;
- выдержать синтезатор во включенном состоянии в течение времени установки рабочего режима в соответствии с руководством по эксплуатации;
- установить программное обеспечение «Программный комплекс Г7М» (далее – ПО), если оно не было установлено ранее;
- запустить ПО и установить связь с синтезатором, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации.

8.2.1.2 Результаты проверки считать положительными, если отсутствуют ошибки установки, запуска ПО, процедур соединения и инициализации.

8.2.2 Проверка присоединительных размеров выхода «СВЧ»

8.2.2.1 Проверку присоединительных размеров провести с помощью комплектов для измерения соединителей коаксиальных в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на них.

Проверке подлежит присоединительный размер «А» соединителя выхода «СВЧ» поверяемого синтезатора.

8.2.2.2 Результаты проверки считать положительными, если присоединительный размер «А» соединителя выхода «СВЧ» удовлетворяет требованиям ГОСТ РВ 51914-2002.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение частоты внутреннего опорного генератора и относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора

8.3.1.1 Определение частоты внутреннего опорного генератора и относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора выполнить в следующей последовательности:

- а) соединить выход «10 МГц» Ч1-1006 с опорным входом Ч7-308А/1;
- б) соединить измерительный вход Ч7-308А/1 с выходом внутреннего опорного генератора «ОГ С» на задней панели синтезатора;
- в) значение частоты внутреннего опорного генератора поверяемого синтезатора установить по индикатору захвата частоты Ч7-308А/1;
- г) в течение 100 минут каждые 10 минут произвести по 10 измерений относительных отклонений частоты внутреннего опорного генератора поверяемого синтезатора (δ_i) с отсчетом по показаниям Ч7-308А/1;
- д) вычислить среднее относительное отклонение частоты за цикл измерений по формуле (8.1):

$$\delta_{срj} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \delta_i}{10} \quad (8.1)$$

- е) вычислить значение относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора по формуле (8.2):

$$\delta_{ог} = \frac{\sum_{j=1}^{10} \delta_{спj}}{10} \quad (8.2)$$

ж) результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

8.3.1.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора ($\delta_{ог}$) находится в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-6}$.

8.3.2 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты выходного синусоидального сигнала

Диапазон рабочих частот и относительную погрешность измерений частоты выходного синусоидального сигнала определить методом сравнения установленного значения частоты f_c с показаниями эталонного средства измерений f_4 .

Уровень мощности на выходе «СВЧ» поверяемого синтезатора должен составлять от минус 13 до 0 дБм. Конкретные значения установленной выходной мощности синтезатора подбираются индивидуально для каждой частотной точки по индикации захвата сигнала Ч5-13.

8.3.2.1 В диапазоне частот от 10 МГц до 18 ГГц для синтезаторов Г7М-20 и Г7М-40:

а) соединить выход «5 МГц» Ч1-1006 с входом синхронизации «5 МГц» ЧЗ-66;

б) соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с ВЧ-входом соответствующего поддиапазона частот ЧЗ-66;

в) провести измерения частоты выходного синусоидального сигнала в точках 10; 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 5; 10; 15; 18 ГГц;

г) результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

8.3.2.2 В диапазоне частот от 18 до 20 ГГц для синтезатора Г7М-20:

а) соединить выход «5 МГц» Ч1-1006 с входом синхронизации «5 МГц» ЧЗ-66;

б) соединить выход «5 МГц» Ч1-1006 с разъемом «Вход опорного сигнала» Ч5-13;

в) соединить вход ЧЗ-66 с выходом Ч5-13;

г) соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с входом смесителя ЕЭ2.245.121 Сп из состава Ч5-13 через ПВК-1;

д) провести измерения частоты в точке 20 ГГц;

е) результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

8.3.2.3 В диапазоне частот от 18 до 25,95 ГГц для синтезатора Г7М-40:

а) соединить выход «5 МГц» Ч1-1006 с входом синхронизации «5 МГц» ЧЗ-66;

б) соединить выход «5 МГц» Ч1-1006 с разъемом «Вход опорного сигнала» Ч5-13;

в) соединить вход Ч3-66 с выходом Ч5-13;

г) соединить вход частотомера Ч3-66 с выходом Ч5-13;

д) соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с входом смесителя ЕЭ2.245.121 Сп из состава Ч5-13 через ПВК-2;

е) провести измерения частоты в точках 20; 22; 24 ГГц;

ж) результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

8.3.2.4 В диапазоне частот от 25,95 до 37,5 ГГц для синтезатора Г7М-40:

а) соединить выход «5 МГц» Ч1-1006 с входом синхронизации «5 МГц» Ч3-66;

б) соединить выход «5 МГц» Ч1-1006 с разъемом «Вход опорного сигнала» Ч5-13;

в) соединить вход Ч3-66 с выходом Ч5-13;

г) соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с входом смесителя ЕЭ2.245.122 Сп из состава Ч5-13 через ПВК-3;

д) провести измерения частоты в точках 26; 28; 30; 32; 34; 36; 37,5 ГГц;

е) результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

8.3.2.5 В диапазоне частот от 37,5 до 40 ГГц для синтезатора Г7М-40:

а) соединить выход «5 МГц» Ч1-1006 с входом синхронизации «5 МГц» Ч3-66;

б) соединить выход «5 МГц» Ч1-1006 с разъемом «Вход опорного сигнала» Ч5-13;

в) соединить вход Ч3-66 с выходом Ч5-13;

г) соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с входом смесителя ЕЭ2.245.127 Сп из состава Ч5-13 через ПВК-3;

д) выполнить измерения в частотной точке 40 ГГц;

е) результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

8.3.2.6 Вычислить значение относительной погрешности установки частоты синтезатора частот по формуле (8.3):

$$\delta_{\text{ч}} = \frac{f_c - f_{\text{ч}}}{f_{\text{ч}}} \quad (8.3)$$

8.3.2.7 Результаты поверки считать удовлетворительными, если:

а) диапазон рабочих частот синтезаторов составляет:

Г7М-20 – от 10 МГц до 20 ГГц;

Г7М-40 – от 10 МГц до 40 ГГц;

б) значение $\delta_{\text{ч}}$ не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ для всех режимов работы синтезаторов.

8.3.3 Определение КСВН выхода «СВЧ»¹⁾

8.3.3.1 Определение КСВН выхода «СВЧ» выполнить в следующей последовательности:

а) соединить выход 10 МГц Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц Е8364В;

б) соединить выход Е8364В с выходом «СВЧ» поверяемого синтезатора;

в) выполнить измерения КСВН выхода «СВЧ» поверяемого синтезатора при отключенной выходной мощности, зафиксировав показания Е8364В для каждого положения внутреннего аттенюатора от 10 до 70 дБ (для синтезаторов с установленной опцией «АТА/70») с шагом 10 дБ в точках:

1) Г7М-20 – 10; 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 5; 10; 15; 18; 20 ГГц;

2) Г7М-40 – 10; 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 5; 10; 15; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40 ГГц;

г) выполнить измерения КСВН выхода «СВЧ» поверяемого синтезатора, зафиксировав показания Е8364В для каждого положения выходного аттенюатора от 10 до 110 дБ (для синтезаторов с установленной опцией «АТА/110») с шагом 10 дБ при отключенной выходной мощности для тех же частотных точек;

д) результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

ВНИМАНИЕ: ДЛЯ СИНТЕЗАТОРОВ БЕЗ ВНУТРЕННЕГО АТТЕНЮАТОРА И ДЛЯ СИНТЕЗАТОРОВ С УСТАНОВЛЕННЫМИ ОПЦИЯМИ АТА/70 И АТА/110 ПРИ ПОЛОЖЕНИЯХ АТТЕНЮАТОРОВ 0 ДБ ИЗМЕРЕНИЯ НЕ ВЫПОЛНЯТЬ!

8.3.3.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если КСВН выхода «СВЧ» для положений внутреннего аттенюатора от 10 до 70 (110) дБ не превышает:

- для синтезаторов Г7М-20 в диапазоне частот от 10 МГц до 20 ГГц – 1,7;

- для синтезаторов Г7М-40 в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц – 2,0.

8.3.4 Определение диапазона и основной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала²⁾

8.3.4.1 Определение диапазона и основной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала выполнить в следующей последовательности:

а) соединить выход 5 МГц Ч1-1006 с входом синхронизации «5 МГц» Г7-15;

б) соединить выход 10 МГц Ч1-1006 со входом внутреннего опорного ге-

¹⁾ Допускается проверку проводить методами, указанными в п. 7.8.2 ГОСТ Р 51915-2002.

²⁾ Допускается проверку проводить методами, указанными в пп. 7.5.1 и 7.5.5 ГОСТ Р 51915-2002.

нератора «ОГ С←» на задней панели поверяемого синтезатора.

8.3.4.2 В диапазоне частот от 10 до 100 МГц:

а) нажатием клавиши «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ» ДК1-26 установить индикатор в положение «1»;

б) установить частоту выходных сигналов $F_{\text{синт}}$ Г7-15 и поверяемого синтезатора 10 МГц;

в) соединить выход Г7-15 с развязывающим аттенуатором 20 дБ ЯНТИ.434821.109-02;

г) соединить выход развязывающего аттенуатора 20 дБ ЯНТИ.434821.109-02 с входом головки МЗ-54;

д) путем подстройки выходного уровня мощности Г7-15 по показаниям МЗ-54 добиться уровня мощности минус 20 дБм на выходе развязывающего аттенуатора 20 дБ ЯНТИ.434821.109-02;

е) соединить выход развязывающего аттенуатора 20 дБ ЯНТИ.434821.109-02 с входом опорного канала А преобразователя частоты № 1 ДК1-26;

ж) соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с входом измерительного канала Б через развязывающий аттенуатор 30 дБ (Q_i^{109-03}) ЯНТИ.434821.109-03 преобразователя частоты № 1 ДК1-26;

з) перевести опорный канал А ДК1-26 в режим «Уровень А» с относительной шкалой измерений по каналу А нажатием клавиш «φ/А» в положение «А» и «#/ОТН» в положение «ОТН»; показания индикатора «ФАЗА/УРОВЕНЬ А» должны обнулиться;

и) перевести измерительный канал Б ДК1-26 в режим «ОСЛАБЛЕНИЕ Б/А» нажатием клавиши «Б/А» в положение «Б/А»;

к) в группе «ДИАПАЗОН/ЧАСТОТА» установить режим работы «ЧАСТ» путем нажатия клавиши «ДИАП/ЧАСТ», а также установить необходимый диапазон поиска и захвата сигнала путем нажатия клавиш ↑ и ↓; индикатор «ПОИСК» должен погаснуть;

л) последовательно установить уровень выходной мощности поверяемого синтезатора ($P_i^{исн}$) согласно таблице 8.1.

Т а б л и ц а 8.1

Тип синтезатора	Базовый комплект	Опции «АТА/70», «АТА/110»,
Г7М-20	10, 0, минус 10, минус 20	10, 0, минус 10, минус 20, минус 30
Г7М-40	7, 0, минус 10, минус 20	3, 0, минус 10, минус 20, минус 30

м) зафиксировать показания индикатора «ОСЛАБЛЕНИЕ/УРОВЕНЬ Б» ($P_i^{инд}$);

н) повторить измерения для частотных точек 20, 50, 100 МГц;

о) заменить развязывающий аттенуатор на входе преобразователя частоты № 1 ДК1-26 на развязывающий аттенуатор 6 дБ (Q_i^{109}) ЯНТИ.434821.109;

- п) повторить измерения отношения уровней P_i^{und} для значений P_i^{ucn} :
- 1) опция «АТА/70» – от минус 30 до минус 90 дБм с шагом 10 дБ,
 - 2) опция «АТА/110» – от минус 30 до минус 130 дБм с шагом 10 дБ;
- р) результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

8.3.4.3 В диапазоне частот от 100 МГц до 8 ГГц:

Для диапазонов частот от 100 МГц до 2 ГГц и от 2 до 8 ГГц измерения выполнить в соответствии с п.8.3.4.2 с использованием преобразователей частоты 2 и 3 при уровне сигнала на опорном канале А минус 20 дБм.

Частотные точки: 200, 500 МГц, 1, 2, 5 ГГц.

8.3.4.4 В диапазоне частот от 8 до 18 ГГц:

В диапазоне частот от 8 до 18 ГГц измерения выполнить в соответствии с п.8.3.4.2 с использованием преобразователя частоты 4, предварительно присоединив внешние смесители ЯНТИ.434842.055 соответственно к опорному каналу А и измерительному каналу Б.

Частотные точки: 8, 10, 15, 18 ГГц.

ВНИМАНИЕ: КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРИСОЕДИНЯТЬ К РАЗЪЕМАМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ 4 ЧТО-ЛИБО ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ВНЕШНИХ СМЕСИТЕЛЕЙ ИЗ КОМПЛЕКТОВ ЗИП-01 ЯНТИ.411918.198 И ЗИП-02 ЯНТИ.411918.199. НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИВЕДЕТ К ВЫХОДУ ДК1-26 ИЗ СТРОЯ!

8.3.4.5 Вычислить основную погрешность установки уровня мощности поверяемого синтезатора по формуле (8.4), результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

$$\Delta_{осн} = Q_i^j - 20 - P_i^{ucn} - P_i^{und} \quad (8.4)$$

8.3.4.6 В диапазоне частот от 18 до 37,5 ГГц:

- а) нажатием клавиши «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ» ДК1-26 установить индикатор в положение «4»;
- б) подсоединить к опорному каналу А и измерительному каналу Б внешние смесители ЯНТИ.434842.056 диапазона частот от 18 до 37,5 ГГц;
- в) установить частоту выходных сигналов $F_{синт}$ Г7-15 и поверяемого синтезатора 20 ГГц;
- г) соединить выход преобразователя частоты Я7-92 Г7-15 с входом головки измерительной МЗ-52;
- д) путем подстройки выходного уровня мощности Г7-15 по показаниям МЗ-52 добиться уровня мощности минус 20 дБм на выходе развязывающего аттенюатора 20 дБ (Q_i^{007-03}) ЯНТИ.434821.007-03 с учетом измеренного ранее значения ослабления ПВК-2 ($\Pi_i^{ПВК-2}$):

$$P_i^{\Gamma 7-15} = -20 + \Pi_i^{ПВК-2} + Q_i^{007-03} \quad (8.5)$$

е) соединить выход преобразователя частоты Я7-92 Г7-15 с развязывающим аттенуатором 20 дБ ЯНТИ.434821.007-03 через ПВК-2;

ж) соединить выход развязывающего аттенуатора 20 дБ ЯНТИ.434821.007-03 с входом внешнего смесителя опорного канала А преобразователя частоты № 4 ДК1-26;

з) соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с входом внешнего смесителя измерительного канала Б ЯНТИ.434842.056 через ПКК (только для Г7М-20) и развязывающий аттенуатор 30 дБ (Q_i^{007-04}) ЯНТИ.434821.007-04 преобразователя частоты № 4 ДК1-26;

и) дальнейшие измерения провести согласно 8.3.4.2, в частотных точках:

1) Г7М-20 – 20 ГГц

2) Г7М-40 – 20, 24 ГГц

при измерении отношения уровней более 60 дБ развязывающий аттенуатор 30 дБ (Q_i^{007-04}) ЯНТИ.434821.007-04 заменять на развязывающий аттенуатор 10 дБ (Q_i^{007-02}) ЯНТИ.434821.007-02;

к) вычислить основную погрешность установки уровня мощности поверяемого синтезатора по формуле:

$$\Delta_{осн} = Q_i^j + P_{ПКК} - 20 - P_i^{исп} - P_i^{инд} \quad (8.6)$$

где $P_{ПКК}$ – измеренное значение ослабление ПКК (для Г7М-40 не использовать).

л) установить частоту выходных сигналов $F_{синт}$ Г7-15 и поверяемого синтезатора 26 ГГц;

м) соединить выход преобразователя частоты Я7-93 Г7-15 с входом головки измерительной МЗ-52;

н) путем подстройки выходного уровня мощности Г7-15 по показаниям ваттметра МЗ-52 добиться уровня мощности минус 20 дБм на выходе развязывающего аттенуатора 20 дБ (Q_i^{007-03}) ЯНТИ.434821.007-03 с учетом измеренного ранее значения ослабления ПВК-3 ($P_i^{ПВК-3}$):

$$P_i^{Г7-15} = -20 + P_i^{ПВК-3} + Q_i^{007-03} \quad (8.7)$$

о) соединить выход преобразователя частоты Я7-93 Г7-15 с развязывающим аттенуатором 20 дБ ЯНТИ.434821.007-03 через ПВК-3;

п) соединить выход развязывающего аттенуатора 20 дБ ЯНТИ.434821.007-03 с входом внешнего смесителя опорного канала А преобразователя частоты № 4 ДК1-26;

р) соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с входом внешнего смесителя измерительного канала Б ЯНТИ.434842.056 через развязывающий аттенуатор 30 дБ (Q_i^{007-04}) ЯНТИ.434821.007-04 преобразователя частоты № 4 ДК1-26;

с) дальнейшие измерения провести в соответствии с п.8.3.4.2 для частотных точек 30; 34; 37,5 ГГц, при измерении отношения уровней более 60 дБ раз-

вызывающий аттенюатор 30 дБ (Q_i^{007-04}) ЯНТИ.434821.007-04 заменять на развязывающий аттенюатор 10 дБ (Q_i^{007-02}) ЯНТИ.434821.007-02.

8.3.4.7 Результаты поверки считать положительными, если:

а) диапазон установки уровня выходной мощности (P_i^{ucl}) составляет, дБм:

Г7М-20:

базовый комплект	от минус 20 до 10
опция АТА/70	от минус 90 до 10
опция АТА/110	от минус 130 до 10

Г7М-40:

базовый комплект	от минус 20 до 7
опция АТА/70	от минус 90 до 3
опция АТА/110	от минус 130 до 3

б) основная погрешность установки уровня выходной мощности в нормальных условиях эксплуатации при уровне выходной мощности ($\Delta_{осн}$), находится в пределах, дБ:

Г7М-20:

от 10 до минус 20 дБм	$\pm 1,0$
менее минус 20 дБм до минус 90	$\pm 1,5$
менее минус 90 дБм	$\pm 2,0$

Г7М-40:

от 10 до 20 000 МГц	
от 10 до минус 20 дБм	$\pm 1,0$
менее минус 20 дБм до минус 90	$\pm 1,5$
менее минус 90 дБм	$\pm 2,0$
свыше 20 ГГц	
от 10 до минус 20 дБм	$\pm 1,5$
менее минус 20 дБм до минус 90	$\pm 2,0$
менее минус 90 дБм	$\pm 2,5$

8.3.5 Определение относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов выходного синусоидального сигнала¹⁾

8.3.5.1 Относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов выходного синусоидального сигнала определяется методом прямых измерений при помощи анализатора источников сигналов FSUP50:

- соединить выход внутреннего опорного генератора «ОГ \rightarrow » на задней панели поверяемого синтезатора с входом синхронизации 10 МГц FSUP50;
- соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с входом FSUP50;
- установить частоту выходного сигнала синтезатора $f_{in} = 1$ ГГц;
- установить уровень мощности выходного сигнала синтезатора 7 дБм²⁾;

¹⁾ Допускается проверку проводить методами, указанными в п. 7.6.4 ГОСТ Р 51915-2002.

²⁾ Для синтезаторов частот Г7М-40 с опциями АТА/70 или АТА/110 установить уровень мощности выходного сигнала 3 дБм.

д) установить следующие параметры анализатора:

- 1) [PRESET];
- 2) [SSA HOME];
- 3) [NOISE MEAS];
- 4) [PH NOISE ANALYSER];
- 5) [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB];
- 6) [FREQ: CENTER { F_{in} }];
- 7) [SPAN START: 100 Hz];
- 8) [SPAN STOP: 10 MHz];
- 9) [RUN].

8.3.5.2 Провести измерения значений спектральной плотности мощности фазовых шумов для значений отстроек от несущей частоты $f_{off} = 100$ Гц, 1, 10, 100 кГц, 1, 10 МГц:

- [FREQ: FREQUENCY OFFSET { f_{off} }];
- [MKR FCTN: PHASE NOISE].

8.3.5.3 Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

8.3.5.4 Повторить измерения значений спектральной плотности мощности фазовых шумов для значений несущей частоты f_{in} :

Г7М-20 – 100; 200; 400; 600 МГц; 1,5; 3; 6; 10; 14; 18; 20 ГГц;

Г7М-40 – 100; 200; 400; 600 МГц; 1,5; 3; 6; 10; 14; 18; 20; 26; 30; 34; 37,5; 40 ГГц

8.3.5.5 Результаты поверки считать положительными, если:

а) значения спектральной плотности мощности фазовых шумов для значений несущей частоты 1 ГГц не превышают указанных в таблице 8.2:

Т а б л и ц а 8.2

Значение отстройки от несущей	Относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов ($S_{\text{фш}}^{1\text{ГГц}}$), дБн/Гц
100 Гц	минус 85
1 кГц	минус 105
10 кГц	минус 115
100 кГц	минус 120
1 000 кГц	минус 120
10 000 кГц	минус 140

б) значения спектральной плотности мощности фазовых шумов для остальных значений несущей частоты, не превышает $S_{\text{фш}}^{1\text{ГГц}} + 20 \cdot \log(N)^{1)}$, где N – масштабный коэффициент, зависящий от диапазона частот (таблица 8.3):

¹⁾ Для диапазона частот от 125 до 1000 МГц минимальная относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов ограничена значением минус 145 дБн/Гц.

Таблица 8.3

Диапазон частот, МГц	N	Диапазон частот, МГц	N	Диапазон частот, МГц	N
[10; 125)	1	[1000; 2000)	1	[8000; 16000)	8
[125; 250)	0,125	[2000; 4000]	2	[16000; 32000)	16
[250; 500)	0,25	(4000; 8000)	4	[32000; 40000]	32
[500; 1000)	0,5				

8.3.6 Определение относительных уровней гармонических, субгармонических и комбинационных, а также побочных (негармонических) составляющих в спектре выходного сигнала¹⁾

8.3.6.1 Уровень всех побочных составляющих в спектре выходного синусоидального сигнала определить методом прямых измерений при помощи FSUP50, работающего в режиме анализатора спектра:

а) соединить выход синхронизации 10 МГц (Ref out) FSUP50 с входом внутреннего опорного генератора «ОГ С←» на задней панели поверяемого синтезатора;

б) установить режим синхронизации поверяемого синтезатора от внешнего источника 10 МГц;

в) соединить выход «СВЧ» поверяемого синтезатора с входом FSUP50;

г) установить уровень мощности выходного сигнала синтезатора 0 дБм;

д) установить следующие параметры анализатора:

1) [PRESET]

2) [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 5 dB]

3) [AMPT: REF LEVEL: 5 dBm]

4) [FREQ: CENTER {F_{in}}]

5) [SPAN: 10 MHz]

6) [BW: RES BW MANUAL: 1 kHz]

7) [TRACE: DETECTOR: RMS]

8) F_{in} последовательно установить:

Г7М-20 – 10; 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 5; 10; 15; 18; 20 ГГц;

Г7М-40 – 10; 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 5; 10; 15; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40 ГГц;

е) установить маркер анализатора в положение [MKR: PEAK];

ж) зафиксировать уровень основной гармоники выходного сигнала $L_{ог}$, дБм;

¹⁾ Допускается проверку проводить методами, указанными в пп. 7.6.1 и 7.6.2 ГОСТ Р 51915-2002.

з) последовательно перестраивая анализатор с шагом 10 МГц [FREQ: CENTER: CF STEPSIZE: STEP 1 MHz] выполнить измерения уровня мощности L_i обнаруженных побочных сигналов в поле маркера [MKR: PEAK]:

- L_{CF} , дБм – субгармонических составляющих, на частотах $F_{CF} = \frac{1}{n} \cdot \{F_{in}\}$;

- L_K , дБм – комбинационных составляющих, на частотах $F_K = \frac{m}{n} \cdot \{F_{in}\}$;

- L_G , дБм – гармонических составляющих, на частотах $F_G = n \cdot \{F_{in}\}$;

- L_{HG} , дБм – побочных (негармонических) составляющих, на частотах, отличных от F_{CF} и F_G (при обнаружении таковых);

где $m, n \in [1;10]$ в ряду натуральных чисел;

и) вычислить относительные уровни каждой из составляющих соответственно по формулам (8.8, 8.9, 8.10, 8.11):

$$\Delta L_{CF} = L_{CF} - L_{OG} \quad (8.8)$$

$$\Delta L_K = L_K - L_{OG} \quad (8.9)$$

$$\Delta L_G = L_G - L_{OG} \quad (8.10)$$

$$\Delta L_{HG} = L_{HG} - L_{OG} \quad (8.11)$$

к) результаты измерений и расчетов зафиксировать в протоколе поверки.

8.3.6.2 Результаты поверки считать положительными, если вычисленные значения относительных уровней гармонических, субгармонических и комбинационных, а также побочных (негармонических) составляющих в спектре выходного сигнала не превышают указанных в таблице 8.4:

Таблица 8.4

Диапазон частот	ΔL_i , дБн, не более
Для гармонических составляющих	
Г7М-20 для диапазонов частот, МГц: [10; 50] (50; 180) (180; 4000] (4000; 6000] (6000; 16000) [16000; 20000]	минус 35 минус 40 минус 50 минус 35 минус 40 минус 50
Г7М-40 для диапазонов частот, МГц: [10; 50] (50; 180) (180; 4000] (4000; 6000] (6000; 16000) [16000; 20000] (20000; 40000]	минус 25 минус 35 минус 35 минус 40 минус 30 минус 45 минус 35
Для субгармонических составляющих	
Г7М-20 Г7М-40 для диапазонов частот, МГц: [10; 20000] (20000; 28000] (28000; 34000] (34000; 40000]	минус 45 минус 45 минус 35 минус 20 минус 35
Для побочных (негармонических) составляющих	
Г7М-20 для диапазонов частот, МГц: [10; 125) [125; 2000) [2000; 20000] Г7М-40 для диапазонов частот, МГц: [10; 125) [125; 2000) [2000; 40000]	минус 55 минус 70 минус $70 + 20 \cdot \log(N)$ минус 55 минус 65 минус $65 + 20 \cdot \log(N)$

9 Оформление результатов поверки


9.1 При положительных результатах поверки на синтезатор выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства записываются результаты поверки.

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

Начальник отдела ГЦИ СИ
ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны
России»

Научный сотрудник ГЦИ СИ
ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны
России»



А.С. Гончаров

В.Р. Ручкин