



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«22» ноября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ФАЗОВОГО ШУМА FSPN

Методика поверки

РТ-МП-1280-441-2021

г. Москва
2021 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на анализаторы фазового шума FSPN следующих модификаций: FSPN8, FSPN26 (далее – анализаторы) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых анализаторов фазового шума FSPN к государственным первичным эталонам единиц величин:

– к ГЭТ1-2018 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени»;

– к ГЭТ26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц»;

– к ГЭТ166-2020 «Государственный первичный эталон единицы девиации частоты»;

– к ГЭТ180-2010 «Государственный первичный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний».

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.7 настоящей методики поверки применяется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Идентификация программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10		
Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	10.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот	10.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала	10.3	Да	Да
Определение погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала	10.4	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение уровня собственных фазовых шумов	10.5	Да	Да
Определение уровня собственных амплитудных шумов	10.6	Да	Нет
Определение уровня собственных шумов по низкочастотному входу	10.7	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

2.2 На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку анализаторов фазового шума FSPN для меньшего числа измеряемых величин:

- в ограниченном диапазоне частот до верхней граничной частоты модификации FSPN8 (8 ГГц) в части операций по пунктам 10.2 – 10.7.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °Сот 20 до 25;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)от 84 до 106 (от 630 до 795);

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки анализаторов фазового шума FSPN допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с анализаторами фазового шума и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки анализаторов фазового шума FSPN применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

5.2 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям государственных поверочных схем.

5.3 Средства измерений, используемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующую поверку.

5.4 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть утверждены и иметь действующую аттестацию в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения

единства измерений, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование средства поверки	Требуемые метрологические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
1	2	3	4	5
10.1	Стандарт частоты	Сигнал с частотой 10 МГц	Рабочий эталон 3 разряда по Приказу Росстандарта № 1621 от 31.07.2018	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG (рег.номер 70172-18 в ФИФ)
10.1	Частотомер универсальный	Сигнал с частотой 10 МГц	Рабочий эталон 4 разряда по Приказу Росстандарта № 1621 от 31.07.2018	Частотомер универсальный CNT-90 (рег.номер 70888-18 в ФИФ)
10.2	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ	Диапазон частот от 0,001 до 26,5 ГГц Диапазон измерений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт	Рабочий эталон 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP33T (рег.номер 69958-17 в ФИФ)
10.2	Генератор сигналов	Диапазон частот от 0,001 до 26,5 ГГц $P_{\text{вых}}$ от -20 до +21 дБ (1 мВт)	Выходной уровень контролируется NRP33T	Генератор сигналов SMA100B с опциями B131, B35, K36 (рег.номер 68980-20 в ФИФ)
10.2	Анализатор цепей	Диапазон частот от 0,001 до 26,5 ГГц S21 от 0 до 10 дБ	$\pm 0,1$ дБ	Анализатор цепей векторный ZNB40 (рег.номер 56388-14 в ФИФ)

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
10.3; 10.4	Генератор сигналов векторный	Диапазон частот от 0,001 до 26,5 ГГц $P_{\text{вых}}$ от -20 до +15 дБ (1 мВт), режимы: АМ, ФМ, внутренняя квадратурная модуляция	Выходной уровень контролируется NRP33Т Параметры модуляций контролируются FSW26	Генератор сигналов векторный SMW200А с опциями В1031, В10, В710, К720 (рег.номер 78696-20 в ФИФ)
10.3; 10.4	Анализатор спектра	Диапазон частот от 0,001 до 26,5 ГГц Кам: от 0 до 100 % Фд: до 1 МГц	1-ый разряд по ГОСТ Р 8.717-2010 1-ый разряд по ГОСТ Р 8.607-2014	Анализатор спектра и сигналов FSW26 с опцией К7 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
10.5; 10.6	Анализатор фазового шума	Фазовый шум на частоте 640 МГц при отстройке 10 кГц	не более минус 166 дБн/Гц ¹	Анализатор фазового шума FSWP26 с опцией В61 (рег.номер 63528-16 в ФИФ)
10.1 – 10.7	Термо-гигрометр	от - 10 °С до + 60 °С от 10 % до 95 %	±0,4 °С ±3 %	Прибор комбинированный Testo 622 (рег.номер 53505-13 в ФИФ)

6Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

– общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

– «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средство измерений.

¹ дБн/Гц – дБ относительно уровня несущей, приведенный к полосе пропускания 1 Гц

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия» и ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра установить соответствие анализаторов следующим требованиям:

- внешний вид средства измерений должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений, при этом допускается незначительное изменение дизайна СИ, не влияющее на однозначное определение типа прибора по внешнему виду;

- наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию и серийный номер средства измерений;

- наличие пломбы от несанкционированного доступа, установленной в месте согласно описанию типа на данное средство измерений.

- наружная поверхность средства измерений не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу средства измерений и его органов управления;

- разъемы средства измерений должны быть чистыми;

- комплектность средства измерений должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломбы от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерения и носит информативный характер для производителя средства измерений и сервисных центров, осуществляющих ремонт.

Факт отсутствия пломбы от несанкционированного доступа при периодической поверке фиксируется в протоколе поверки в соответствующем разделе.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Порядок установки средства измерений на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Анализаторы фазового шума FSPN». Руководство по эксплуатации».

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

Выдержать средство измерений в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

Выдержать средство измерений во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

8.2 Опробование

Подготовить анализатор к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Включить анализатор. Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране поверяемого анализатора после его включения.

На анализаторе установить заводскую конфигурацию прибора, для чего выполнить следующие установки:

- [**PRESET**]

После времени прогрева 30 минут запустить процедуру встроенной автоматической калибровки нажатием клавиш:

- [**SETUP** – Alignment – Start Self Aligiment].

Результаты выполнения процедуры автоматической калибровки будут отображаться в диалоговом окне **Aligment Results**.

Затем запустить процедуру самопроверки, нажатием клавиш:

- [**SETUP**– Service+Support – Selftest – Start Selftest].

Результаты выполнения процедуры самопроверки будут отображаться в диалоговом окне **Selftest Results**.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и загрузки программного обеспечения анализатора, а так же после завершения процедур встроенной автоматической калибровки и самопроверки в соответствующих диалоговых окнах не возникают сообщения об ошибках.

9 Идентификация программного обеспечения

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения анализатора отображаются в диалоговом окне **Versions+Options** при нажатии клавиш:

- [**Setup** – System Config – Versions+Options].

Идентификационное наименование и номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне **Versions+Options**, должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

Определение относительной погрешности частоты опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90 и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

Относительную погрешность установки частоты внутреннего опорного генератора на частоте 10 МГц определить путем измерения сигнала внутренней опорной частоты $F_{\text{ном}}$ равной 10 МГц на задней панели поверяемого анализатора.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1.

Подключить к выходу (Reference) Out 10 MHz поверяемого анализатора частотомер электронно-счетный CNT-90, работающий от внешней опорной частоты 10 МГц стандарта частоты GPS-12RG.

Установить параметры анализатора:

– [**PRESET**];

– [**SETUP** : Freq.Ref.: Internal].

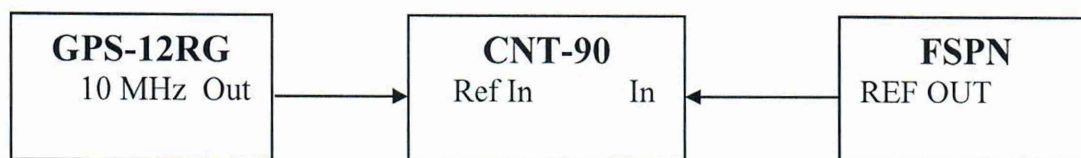


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности частоты опорного генератора

Измерить частоту опорного генератора поверяемого анализатора и зафиксировать результаты измерений частотомером как F_{CNT} .

Примечание - здесь и далее фиксация результатов измерений, необходимых для п.11, производится в произвольной форме.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP33T и генератора сигналов SMA100B.

Измерения проводить на следующих фиксированных частотах F : 1 МГц; 10 МГц; от 100 МГц до 1 ГГц с шагом 100 МГц; от 1 ГГц до 8 ГГц с шагом 500 МГц. Для модификации FSPN26 дополнительно от 8 ГГц до 26 ГГц с шагом 1 ГГц; 26,5 ГГц.

Подготовить к работе ваттметр NRP33T в соответствии с его руководством по эксплуатации.

Перед выполнением измерений определить погрешность деления мощности делителя мощности (далее – ДМ) на портах 2 и 3 на указанных выше частотах F с помощью анализатора цепей. Зафиксировать значения погрешности деления мощности ДМ на частотах F и учитывать её в дальнейших измерениях.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

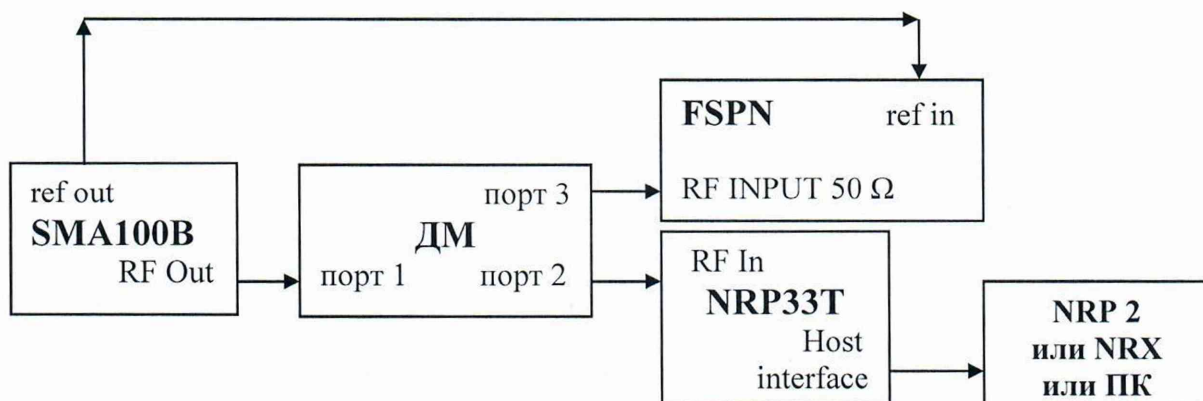


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала, в диапазоне частот

Подключить порт 1 ДМ к выходу генератора сигналов SMA100B через измерительный).

Подключить к порту 2 ДМ через адаптер соответствующего сечения ваттметр NRP33T.

Соединить порт 3 ДМ с измерительным портом RF INPUT 50 Ω поверяемого анализатора с помощью адаптера соответствующего сечения.

Провести синхронизацию поверяемого анализатора от внешней опорной частоты 10 МГц генератора сигналов SMA100B.

В качестве устройства управления и отображения информации, при проведении измерений ваттметром NRP33T, необходимо использовать индикаторный блок серии NRP2, или блок измерительный ваттметров СВЧ NRX, или персональный компьютер с установленным соответствующим ПО.

Установить параметры генератора сигналов SMA100B:

- [**PRESET**];
- [**FREQ : F**];
- [**LEVEL: 6 dBm**].

На анализаторе выбрать режим работы «MODE Phase Noise», установить в настройках автопоиска частоты входного сигнала начальную частоту 1 МГц и конечную 8 ГГц / 26,5 ГГц в зависимости от модификации анализатора.

Установить на выходе генератора сигналов SMA100B уровень сигнала таким, чтобы показания NRP33T были в диапазоне минус $(0 \pm 0,1)$ dBm.

Зафиксировать показания ваттметра NRP33T в dBm как P_{NRP} .

Дождаться окончания автопоиска сигнала на поверяемом анализаторе (при этом частота на поверяемом анализаторе, должна соответствовать частоте установленной на генераторе).

Зафиксировать показания поверяемого анализатора отображаемые в левом верхнем углу экрана в dBm как P_{FSPN} .

Выполнить операции пункта для всех значений **F**.

Выполнить операции пункта для уровня входного сигнала: минус 20 дБ (1 мВт); 15 дБ (1 мВт) при всех значениях **F**.

Зафиксировать результаты измерений.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала

В режиме измерения уровня фазового шума анализаторы фазового шума FSPN могут проводить измерения как дискретных составляющих уровня фазового шума, так и уровня фазового шума в широкополосном режиме. Определение погрешностей измерений уровня фазового шума входного сигнала проводится отдельно для каждого из режимов.

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала для дискретных составляющих проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов векторного SMW200A, анализатора спектра и сигналов FSW26 с опцией K7.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

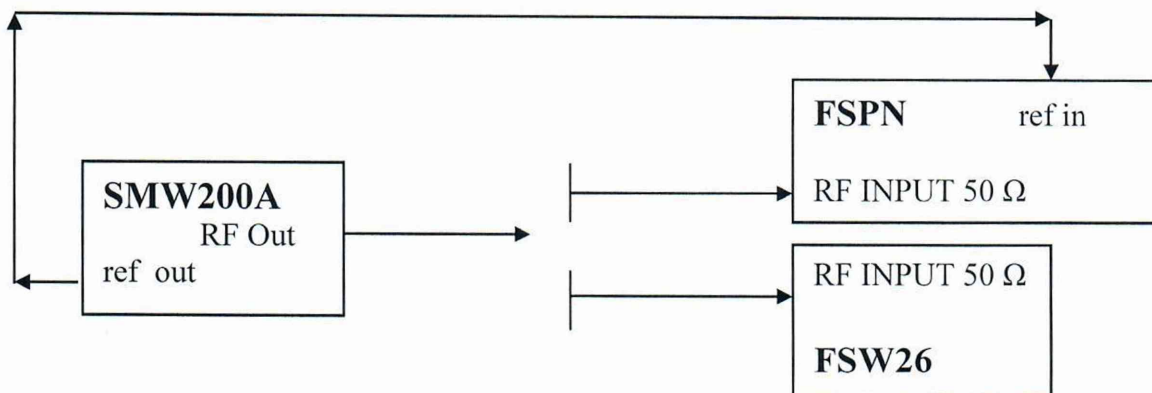


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерения фазового шума входного сигнала

На генераторе сигналов векторном SMW200A установить частоту 1 МГц, выходной уровень 10 дБмВт, фазовую модуляцию с девиацией фазы 0,001 рад и частотой модулирующего колебания 10 кГц.

Подключить измерительный порт RF INPUT 50 Ω анализатора спектра и сигналов FSW26 к выходу генератора сигналов векторного SMW200A через измерительный кабель ZV-Z193.

Проконтролировать точность установки девиации фазы по анализатору спектра и сигналов FSW26 в режиме демодуляции ФМ. При необходимости провести подстройку значения девиации фазы до требуемого значения по показаниям FSW26 (0,001 рад по показаниям).

Подключить измерительный порт RF INPUT 50 Ω поверяемого анализатора к выходу генератора сигналов векторного SMW200A через измерительный кабель ZV-Z193.

На поверяемом анализаторе выбрать режим измерений уровня фазового шума при отстройках от 10 Гц до 10 МГц с количеством корреляций 1, в настройках трассы включить отображение дискретных составляющих.

С помощью маркера провести измерение дискретной составляющей уровня фазового шума входного сигнала на графике фазового шума поверяемого анализатора при отстройке 10 кГц.

Зафиксировать результаты измерений дискретных составляющих уровня фазового шума входного сигнала ΦN_d , дБн/Гц.

Повторить измерения при отстройке 1 МГц.

Повторить измерения, установив частоту входного сигнала 100 МГц, при частоте модулирующего колебания и соответствующих отстройках в 10 кГц, 1 МГц.

Повторить измерения, установив частоту входного сигнала 1 ГГц, при частоте модулирующего колебания и соответствующих отстройках в 10 кГц, 1 МГц, а также для несущих частот 8 ГГц и 26,5 ГГц в зависимости от модификации анализатора.

Зафиксировать результаты измерений уровня фазового шума входного сигнала ΦN_d , дБн/Гц.

10.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала в широкополосном режиме

Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала в широкополосном режиме проводится методом прямых измерений с помощью генератора сигналов векторного SMW200A.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3, исключив из неё анализатор спектра и сигналов FSW26.

10.3.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала в широкополосном режиме при отстройках: 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц.

На генераторе сигналов векторном SMW200A установить частоту 1 ГГц, уровень выходного сигнала 10 дБмВт, цифровую модуляцию BPSK с типом данных «ALL 0», в меню AWGN установить Additive noise, C/N минус 30 dBm, BW 1 MHz.

На поверяемом анализаторе установить:

- [**PRESET**]
- [MODE : Phase Noise]
- [SWEEP : SINGLE]
- [Auto Freq : Off]
- [Signal Frequency : 1 GHz]
- [Start Offset : 100 Hz]
- [Stop Offset : 1 MHz]
- [Spur suppression : ON]
- [Trace – Result – Phase Noise]
- [Trace 1: Smoothing : 5%]
- [RBW : 3%]
- [Xcorr Factor : 500].

Зафиксировать результаты измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Phi N_{\text{ШП}}$, дБн/Гц при отстройках: 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц.

Повторить измерения для несущих частот 8 ГГц и 26,5 ГГц в зависимости от модификации поверяемого анализатора, установив начальную отстройку 1 кГц.

Зафиксировать результаты измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Phi N_{\text{ШП}}$, дБн/Гц при отстройках: 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц.

10.3.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала в широкополосном режиме при отстройке 10 МГц.

На генераторе сигналов векторном SMW200A установить частоту 1 ГГц, уровень выходного сигнала 10 дБмВт, цифровую модуляцию BPSK с типом данных «ALL 0», в меню AWGN установить Additive noise, C/N минус 30 dBm, BW 100 MHz.

На поверяемом анализаторе установить:

- [**PRESET**]
- [MODE : Phase Noise]
- [SWEEP : SINGLE]
- [Auto Freq : Off]
- [Signal Frequency : 1 GHz]
- [Start Offset : 1 kHz]
- [Stop Offset : 10 MHz]
- [Spur suppression : ON]
- [Trace – Result – Phase Noise]
- [Trace 1: Smoothing : 5%]
- [RBW : 3%]
- [Xcorr Factor : 2000].

Зафиксировать результат измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Phi N_{10\text{МГц}}$, дБн/Гц.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала

В режиме измерения уровня амплитудного шума анализаторы фазового шума FSPN могут проводить измерения как дискретных составляющих уровня амплитудного шума, так и уровня амплитудного шума в широкополосном режиме. Определение погрешностей измерений уровня амплитудного шума входного сигнала проводится отдельно для каждого из режимов.

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала для дискретных составляющих проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов векторного SMW200A, анализатора спектра и сигналов FSW26.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На генераторе сигналов векторном SMW200A установить частоту 1 МГц, выходной уровень 0 дБмВт, амплитудную модуляцию с $K_{ам} = 0,1 \%$ и частотой модулирующего колебания 10 кГц.

Подключить измерительный порт RF INPUT 50 Ω анализатора спектра и сигналов FSW26 к выходу генератора сигналов векторного SMW200A через измерительный кабель ZV-Z193.

Проконтролировать точность установки $K_{ам}$ по анализатору спектра и сигналов FSW26 в режиме демодуляции АМ и при необходимости провести подстройку значения амплитудной модуляции до требуемого по показаниям FSW26.

Подключить измерительный порт RF INPUT 50 Ω поверяемого анализатора к выходу генератора векторного SMW200A через измерительный кабель ZV-Z193.

На поверяемом анализаторе выбрать режим измерения уровня амплитудного шума при отстройках от 10 Гц до 10 МГц с количеством корреляций 1, в настройках трассы включить отображение дискретных составляющих.

С помощью маркера провести измерение дискретной составляющей уровня амплитудного шума входного сигнала на графике амплитудного шума поверяемого анализатора при отстройке 10 кГц.

Зафиксировать результаты измерений уровня амплитудного шума входного сигнала AN_d , дБн/Гц.

Повторить измерения при отстройках 1 МГц

Повторить измерения, установив частоту входного сигнала 100 МГц, при частоте модулирующего колебания и соответствующих отстройках в 10 кГц, 1 МГц.

Повторить измерения, установив частоту входного сигнала 1 ГГц, при частоте модулирующего колебания и соответствующих отстройках в 10 кГц, 1 МГц, а также для несущих частот 8 ГГц и 26,5 ГГц в зависимости от модификации анализатора.

Зафиксировать результаты измерений уровня амплитудного шума входного сигнала AN_d , дБн/Гц.

10.4.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала в широкополосном режиме

Определение абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала в широкополосном режиме проводится методом прямых измерений с помощью генератора сигналов векторного SMW200A.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3, исключив из неё анализатор спектра и сигналов FSW26.

10.4.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала в широкополосном режиме при отстройках 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц.

На генераторе сигналов векторном SMW200A установить частоту 1 ГГц, уровень выходного сигнала 10 дБмВт, цифровую модуляцию BPSK с типом данных «ALL 0», в меню AWGN установить Additive noise, C/N минус 30 dBm, BW 1 MHz.

На поверяемом анализаторе установить:

- [**PRESET**]
- [MODE : Phase Noise]
- [SWEEP : SINGLE]
- [Auto Freq : Off]
- [Signal Frequency : 1 GHz]
- [Start Offset : 100 Hz]
- [Stop Offset : 1 MHz]
- [Spur suppression : ON]
- [Trace – Result – AM Noise]
- [Trace 1: Smoothing : 5%]
- [RBW : 3%]
- [Xcorr Factor : 500]

Зафиксировать результаты измерений уровня амплитудного шума входного сигнала в диапазоне отстроек $AN_{ШП}$, дБн/Гц.

Повторить измерения для несущих частот 8 ГГц и 26,5 ГГц в зависимости от модификации анализатора, установив на поверяемом анализаторе начальную отстройку 1 кГц.

Зафиксировать результаты измерений уровня амплитудного шума входного сигнала $AN_{ШП}$, дБн/Гц при отстройках 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц.

10.4.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала в широкополосном режиме при отстройке 10 МГц.

На генераторе сигналов векторном SMW200A установить частоту 1 ГГц, уровень выходного сигнала 10 дБмВт, цифровую модуляцию BPSK с типом данных «ALL 0», в меню AWGN установить Additive noise, C/N минус 30 dBm, BW 100 MHz.

На поверяемом анализаторе установить:

- [**PRESET**]
- [MODE : Phase Noise]
- [SWEEP : SINGLE]
- [Auto Freq : Off]
- [Signal Frequency : 1 GHz]
- [Start Offset : 1 kHz]
- [Stop Offset : 10 MHz]
- [Spur suppression : ON]
- [Trace – Result – AM Noise]
- [Trace 1: Smoothing : 5%]
- [RBW : 3%]
- [Xcorr Factor : 2000]

Зафиксировать результат измерений уровня амплитудного шума входного сигнала $AN_{10МГц}$, дБн/Гц.

10.5 Определение уровня собственных фазовых шумов

Определение уровня собственных фазовых шумов проводят в 2 этапа: на первом определяются собственные фазовые шумы встроенных гетеродинов с теоретическим пересчетом уровня фазовых шумов при корреляционной обработке, на втором этапе проводятся прямые измерения уровня собственного фазовых шумов с учетом кросс-корреляционной обработки для частоты 640 МГц.

10.5.1 Определение уровня собственных фазовых шумов встроенных гетеродинов проводят методом прямых измерений с помощью собственных встроенных синтезаторов поверяемого анализатора.

На поверяемом анализаторе установить сервисный режим, при котором один из встроенных синтезаторов коммутируется на вход прибора, а второй - используется в качестве гетеродина для обоих каналов приемника. Полученный результат будет показывать суммарный уровень фазовых шумов обоих синтезаторов, и таким образом на 3 дБ превышать уровень собственных фазовых шумов каждого синтезатора в отдельности.

На поверяемом анализаторе установить:

- [**PRESET**]
- [**AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB**]
- [**MODE : Phase Noise**]
- [**SWEEP : SINGLE**]
- [**Auto Freq : Off**]
- [**Signal Frequency : F**]
- [**Start Offset : 1 Hz**]
- [**Stop Offset : 10 MHz**]
- [**Trace 1: Smoothing : 5%**]
- [**RBW : 3%**]
- [**Xcorr Factor : 5**]
- [**Internal Reference : Loop BW : 30 Hz**]

Установить частоту встроенных синтезаторов $F = 100$ МГц нажатием клавиш:

- [**SETUP**– Service+Support – Calibration Signal – Calibration Synthesizer 2 – Frequency 100 MHz].

Поскольку чувствительность по фазовым шумам определяется фазовыми шумами синтезатора и улучшением из-за кросс-корреляции, то следующие корректировочные коэффициенты будут связывать фазовый шум синтезаторов и чувствительность прибора:

- 3 дБ за счет измерения суммы фазовых шумов двух синтезаторов;
- $5 \cdot \lg X$ (дБ), где X – количество кросс-корреляций.

Провести измерения уровня суммарных фазовых шумов синтезаторов $\Phi N_{\text{ИЗМ}}^{\text{С}}$, дБн/Гц, при отстройках, указанных в таблице 3.

Значения количества кросс-корреляций при настройках по умолчанию в зависимости от отстройки и суммарный корректирующий коэффициент $K_{\text{КОР}}$ приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения количества кросс-корреляций при настройках по умолчанию в зависимости от отстройки и суммарный корректирующий коэффициент $K_{\text{КОР}}$

Частота отстройки	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
Количество кросс-корреляций	130	440	1300	13000	100000	100000
$K_{\text{КОР}}$, дБ	13,5	16,2	18,5	23,5	28	28

Зафиксировать результаты измерений.

Повторить измерения на частотах F равных 1; 3; 7 ГГц для всех модификаций поверяемых анализаторов и на частотах F равных 10; 16 ГГц для модификации анализатора FSPN26.

10.5.2 Определение уровня собственных фазовых шумов на частоте 640 МГц проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP26.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 4



Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения уровня собственных фазовых шумов

На анализаторе фазового шума FSWP26 активировать выход 640 МГц на задней панели прибора, подключить его к измерительному входу поверяемого анализатора. При необходимости проконтролировать уровень амплитудного шума по анализатору фазового шума FSWP26.

На поверяемом анализаторе установить режим измерения уровня фазовых шумов для частоты 640 МГц при количестве кросс-корреляций 1:

- [**PRESET**]
- [MODE : Phase Noise]
- [SWEEP : SINGLE]
- [Auto Freq : Off]
- [Signal Frequency : 640 MHz]
- [Start Offset : 1 Hz]
- [Stop Offset : 100 kHz]
- [Trace 1: Smoothing : 5%]
- [RBW : 3%]
- [Xcorr Factor : 1]

Провести измерения уровня собственных фазовых шумов $\Phi N^{640}_{\text{ИЗМ}}$, дБн/Гц, при отстройках от 100 Гц до 100 кГц.

Зафиксировать результаты измерений.

10.6 Определение уровня собственных амплитудных шумов

Определение уровня собственных амплитудных шумов проводят в 2 этапа: на первом определяют собственные амплитудные шумы встроенных гетеродинов с теоретическим пересчетом уровня амплитудного шума при корреляционной обработке, на втором этапе проводятся прямые измерения уровня собственного амплитудного шума с учетом кросс-корреляционной обработки для частоты 640 МГц.

10.6.1 Определение уровня собственных амплитудных шумов встроенных гетеродинов проводят методом прямых измерений с помощью собственных встроенных синтезаторов поверяемого анализатора.

На поверяемом анализаторе установить сервисный режим, при котором один из встроенных синтезаторов коммутируется на вход прибора, а второй - используется в качестве гетеродина для обоих каналов приемника. Полученный результат будет показывать суммарный уровень амплитудных шумов обоих синтезаторов, и таким образом на 3 дБ превышать уровень собственных амплитудных шумов каждого синтезатора в отдельности.

На поверяемом анализаторе установить:

- [**PRESET**]
- [**AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB**]
- [**MODE : Phase Noise**]
- [**SWEEP : SINGLE**]
- [**Auto Freq : Off**]
- [**Signal Frequency : F**]
- [**Start Offset : 1 Hz**]
- [**Stop Offset : 10 MHz**]
- [**Trace – Result – AM Noise**]
- [**Trace 1: Smoothing : 5%**]
- [**RBW : 3%**]
- [**Xcorr Factor : 5**]
- [**Internal Reference : Loop BW : 30 Hz**]

Установить частоту встроенных синтезаторов $F = 100$ МГц нажатием клавиш:

- [**SETUP**– Service+Support – Calibration Signal – Calibration Synthesizer 2 – Frequency 100 MHz].

Поскольку чувствительность по амплитудным шумам определяется амплитудными шумами синтезатора и улучшением из-за кросс-корреляции, то следующие корректировочные коэффициенты будут связывать амплитудный шум синтезаторов и чувствительность прибора:

- 3 дБ за счет измерения суммы амплитудных шумов двух синтезаторов;
- $5 \cdot \lg X$ (дБ), где X – количество кросс-корреляций.

Провести измерения уровня суммарных амплитудных шумов синтезаторов $AN_{\text{изм}}^C$, дБн/Гц, при отстройках, указанных в таблице 4.

Значения количества кросс-корреляций при настройках по умолчанию в зависимости от отстройки и суммарный корректирующий коэффициент $K_{\text{КОР}}$ приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения количества кросс-корреляций при настройках по умолчанию в зависимости от отстройки и суммарный корректирующий коэффициент $K_{\text{КОР}}$

Частота отстройки	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
Количество кросс-корреляций	1	10	130	440	1300	13000	100000	100000
$K_{\text{КОР}}$, дБ	3	8	13,5	16,2	18,5	23,5	28	28

Зафиксировать результаты измерений.

Повторить измерения на частотах F равных 1; 7 ГГц для всех модификаций поверяемых анализаторов и на частотах F равных 16 ГГц для модификации анализатора FSPN26.

10.6.2 Определение уровня собственных амплитудных шумов на частоте 640 МГц проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP26.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 4

Для повышения точности измерений необходимо обеспечить минимизацию «микрофонного» эффекта и отсутствие амплитудных шумов в звуковом диапазоне частот (вибрация, акустические шумы)

На анализаторе фазового шума FSWP26 активировать выход 640 МГц на задней панели прибора, подключить его к измерительному входу поверяемого анализатора. При необходимости проконтролировать уровень амплитудного шума по анализатору фазового шума FSWP26.

На поверяемом анализаторе установить режим измерения амплитудного шума для частоты 640 МГц при количестве кросс-корреляций 1:

- [**PRESET**]
- [MODE : Phase Noise]
- [SWEEP : SINGLE]
- [Auto Freq : Off]
- [Signal Frequency : 640 MHz]
- [Start Offset : 1 Hz]
- [Stop Offset : 1 MHz]
- [Trace – Result – AM Noise]
- [Trace 1: Smoothing : 5%]
- [RBW : 3%]
- [Xcorr Factor : 1]

Провести измерения уровня собственного амплитудного шума при отстройках от 1 Гц до 1 МГц.

Зафиксировать результаты измерений $AN_{\text{ИЗМ}}^C$, дБн/Гц.

10.7 Определение уровня собственных шумов по низкочастотному входу

Определение уровня собственных шумов по низкочастотному входу анализатора проводят методом прямых измерений путём измерения уровня с усреднением показаний отсчетных устройств анализатора при отсутствии входного сигнала.

К входу поверяемого анализатора “BASE BAND INPUT 50 Ω” подключить нагрузку 50 Ом.

В меню измерений “Select Measurement” в окне CW Measurement выбрать режим Baseband Noise

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- Start offset 1 Hz
- Correlation factor = 1
- Input = baseband input

Провести измерения уровня собственных шумов с помощью маркера на частотах $f_{\text{ИЗМ}}$.

В случае наличия собственных дискретных спектральных составляющих поверяемого анализатора на указанных частотах, производить отстройку от них.

Зафиксировать результаты измерений уровня собственных шумов по низкочастотному входу $N_{\text{ИЗМ}}^{НЧ}$, дБн/Гц.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1 результатов измерений F_{CNT} , рассчитать по формуле (1) относительную погрешность частоты опорного генератора δF и занести в протокол:

$$\delta F = \frac{F_{cnt} - F_{ном}}{F_{ном}}, \quad (1)$$

где $F_{НОМ}$ – установленное значение частоты, Гц;
 F_{CNT} – измеренное значение частоты, Гц.

Результаты выполнения данной операции считать удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности частоты опорного генератора δF находятся в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-8}$.

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений P_{NRP} и P_{FSPN} , рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала ΔP и занести в протокол:

:

$$\Delta P = P_{FSPN} - P_{NRP}. \quad (2)$$

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала ΔP не должны превышать пределов, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Пределы допустимых значений абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала, при уровне мощности входного сигнала от минус 20 дБ (1 мВт) до плюс 15 дБ (1 мВт), в диапазонах частот, дБ	от 1 МГц до 8 ГГц включ.	± 1
	св. 8 до 18 ГГц включ.	± 2
	свыше 18 ГГц	± 3

11.3.1 Для полученных в пункте 10.3.1 результатов измерений ΦN_d , дБн/Гц, рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Delta \Phi N$, дБ и занести в протокол:

:

$$\Delta \Phi N = \Phi N_d + 66 \text{ дБ}. \quad (3)$$

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Delta \Phi N$ не должны превышать предела $\pm 1,5$ дБ в диапазоне отстроек от 100 Гц до 1 МГц включительно.

11.3.2 Для полученных в пункте 10.3.2.1 результатов измерений ΦN_{III} , дБн/Гц, рассчитать по формуле (4) абсолютную погрешность измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Delta \Phi N$, дБ и занести в протокол:

$$\Delta \Phi N = \Phi N_{III} + 93 \text{ дБ}. \quad (4)$$

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Delta\Phi N$ не должны превышать предела $\pm 1,5$ дБ в диапазоне отстроек от 100 Гц до 1 МГц включительно.

11.3.3 Для полученных в пункте 10.3.2.2 результатов измерений $\Phi N_{10\text{МГц}}$, дБн/Гц, рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Delta\Phi N$, дБ и занести в протокол:

$$\Delta\Phi N = \Phi N_{10\text{МГц}} + 113 \text{ дБ}, \quad (5)$$

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Delta\Phi N$ не должны превышать предела ± 2 дБ при отстройке 10 МГц.

11.4.1 Для полученных в пункте 10.4.1 результатов измерений $AN_{\text{д}}$, дБн/Гц, рассчитать по формуле (6) абсолютную погрешность измерений уровня амплитудного шума входного сигнала ΔAN , дБ и занести в протокол:

$$\Delta AN = AN_{\text{д}} + 66 \text{ дБ}, \quad (6)$$

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала ΔAN не должны превышать предела $\pm 1,5$ дБ в диапазоне отстроек от 100 Гц до 1 МГц включительно.

11.4.2 Для полученных в пункте 10.4.2.1 результатов измерений $AN_{\text{шп}}$, дБн/Гц, рассчитать по формуле (7) абсолютную погрешность измерений уровня амплитудного шума входного сигнала ΔAN , дБ и занести в протокол:

$$\Delta AN = AN_{\text{шп}} + 93 \text{ дБ}. \quad (7)$$

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала ΔAN не должны превышать предела $\pm 1,5$ дБ в диапазоне отстроек от 100 Гц до 1 МГц включительно.

11.4.3 Для полученных в пункте 10.4.2.2 результатов измерений $AN_{10\text{МГц}}$, дБн/Гц, рассчитать по формуле (8) абсолютную погрешность измерений уровня амплитудного шума входного сигнала ΔAN , дБ и занести в протокол:

$$\Delta AN = AN_{10\text{МГц}} + 113 \text{ дБ}. \quad (8)$$

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала ΔAN не должны превышать предела ± 2 дБ при отстройке 10 МГц.

11.5.1 Для полученных в пункте 10.5.1 результатов измерений $\Phi N_{\text{изм}}^{\text{с}}$, дБн/Гц, рассчитать по формуле (9) значения уровня собственных фазовых шумов $\Phi N_{\text{с}}$, дБн/Гц и занести в протокол:

$$\Phi N_{\text{с}} = \Phi N_{\text{изм}}^{\text{с}} - K_{\text{кор}}, \quad (9)$$

где $\Phi N_{\text{изм}}^{\text{с}}$ – измеренный суммарный фазовый шум двух синтезаторов;
 $K_{\text{кор}}$ – корректирующий коэффициент из таблицы 6.

Рассчитанные значения уровня собственных фазовых шумов в режиме кросс-корреляционной обработки ΦN_C , дБн/Гц не должны превышать допустимые значения, указанные в таблице 6.

Таблица 6 – Допустимые значения уровня собственных фазовых шумов, дБн/Гц, не более

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF					
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
100 МГц	-133	-157	-167	-170	-172	-172
1 ГГц	-113	-142	-157	-160	-167	-168
3 ГГц	-103	-132	-147	-150	-160	-168
7 ГГц	-96	-125	-140	-143	-153	-168
10 ГГц	-93	-122	-137	-140	-150	-168
16 ГГц	-89	-118	-133	-136	-146	-165
$K_{КОР}$, дБ	13,5	16,2	18,5	23,5	28	28

11.5.2 Измеренные значения уровня собственных фазовых шумов на частоте 640 МГц $\Phi N^{640}_{ИЗМ}$, дБн/Гц, в пункте 10.5.2 не должны превышать значений, указанных в таблице 7 для соответствующих отстроек.

Допустимые значения уровня собственных фазовых на частоте 640 МГц ΦN^{640} , дБн/Гц, указанные в таблице 7, определены для частоты 640 МГц с учётом поправочного коэффициента, равного минус 4 дБ относительно значений ΦN , указанных в описании типа для частоты 1 ГГц, и с учётом поправочного коэффициента измерения фазовых шумов, соизмеримых с чувствительностью прибора, равной плюс 3 дБ.

Таблица 7 – Допустимые значения уровня собственных фазовых шумов на частоте 640 МГц ΦN^{640} , дБн/Гц, не более

	Частота отстройки ΔF			
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц
ΦN^{640} , дБн/Гц	-114	-143	-158	-161

11.6.1 Для полученных в пункте 10.6.1 результатов измерений $AN^C_{ИЗМ}$, дБн/Гц, рассчитать по формуле (10) значения уровня собственных амплитудных шумов AN_C , дБн/Гц и занести в протокол:

$$AN_C = AN^C_{ИЗМ} - K_{КОР}, \quad (10)$$

где $AN^C_{ИЗМ}$ – измеренный суммарный фазовый шум двух синтезаторов;
 $K_{КОР}$ – корректирующий коэффициент из таблицы 8.

Рассчитанные значения уровня собственных амплитудных шумов в режиме кросс-корреляционной обработки AN_C , дБн/Гц, не должны превышать допустимые значения, указанные в таблице 8.

Таблица 8 – Допустимые значения уровня собственных амплитудных шумов, дБн/Гц, не более

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF							
	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
100 МГц	-102	-117	-132	-147	-155	-165	-165	-165
1 ГГц	-102	-117	-132	-147	-155	-165	-165	-165
7 ГГц	-97	-112	-127	-142	-152	-160	-165	-165
16 ГГц	-87	-102	-117	-132	-147	-160	-165	-165
К _{КОР} , дБ	3	8	13,5	16,2	18,5	23,5	28	28

11.6.2 Измеренные значения уровня собственных амплитудных шумов $AN^C_{ИЗМ}$, дБн/Гц, в пункте 10.6.2 на частоте 640 МГц не должны превышать значений, указанных в таблице 9 для соответствующих отстроек.

Допустимые значения уровня собственных амплитудных шумов AN^C , указанные в таблице 9 с учётом поправочного коэффициента измерения амплитудных шумов, соизмеримых с чувствительностью прибора, равной плюс 3 дБ.

Таблица 9 – Допустимые значения уровня собственных амплитудных шумов AN^C , дБн/Гц, не более

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF						
	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
640 МГц	-99	-114	-129	-144	-152	-162	-162

11.7 Измеренные значения уровня собственных шумов по низкочастотному входу $N^{НЧ}_{ИЗМ}$ в пункте 10.7 не должны превышать допустимых значений уровня собственных шумов по низкочастотному входу, указанных в таблице 10.

Таблица 10 – Допустимые значения уровня собственных шумов по низкочастотному входу

Частота, F _{ИЗМ}	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц
Допустимые значения уровня собственных шумов по низкочастотному входу, дБ (1 мВт) /Гц, не более	-117	-127	-142	-151	-158
Частота, F _{ИЗМ}	100 кГц	1 МГц	10 МГц	30 МГц	
Допустимые значения уровня собственных шумов по низкочастотному входу, дБ (1 мВт) /Гц, не более	-160	-160	-160	-160	

11.8 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются:

- обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в пп. 8.2; 9; 10, и соответствие действительных значений метрологических характеристик анализаторов фазового шума FSPN требованиям, указанным в пункте 11 настоящей методики поверки;
- обеспечение прослеживаемости поверяемых анализаторов фазового шума FSPN к государственным первичным эталоном единиц величин в соответствии с:

- Приказом Росстандарта № 1621 от 31.07.2018 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты;
- Приказом Росстандарта № 3461 от 30.12.2019 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц;
- ГОСТ Р 8.607-2004 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений девиации частоты;
- ГОСТ Р 8.717-2010 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний.

12 Оформление результатов поверки


12.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки в части определения метрологических характеристик приведена в приложении А. Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и применяемых средств поверки заносят в протокол поверки по форме системы менеджмента качества юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющего поверку.


12.2 Сведения о результатах поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. Знак поверки может наноситься на верхнюю панель анализаторов фазового шума FSPN.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших их в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

Начальник сектора №1 лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»


С. Н. Гольшак


А. С. Каледин

Форма протокола поверки анализаторов фазового шума FSPN в части определения метрологических характеристик

Таблица А.1 – Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

Частота опорного генератора	Действительные значения относительной погрешности частоты опорного генератора	Пределы допустимых значений относительной погрешности частоты опорного генератора
10 МГц		$\pm 5 \cdot 10^{-8}$

Таблица А.2 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала ΔP , в диапазоне частот

Параметры входного сигнала		Действительные значения ΔP , дБ		Пределы допустимых значений ΔP , дБ
Уровень, дБ (1мВт)	Частота, МГц	FSPN8	FSPN26	
0	1			$\pm 1,0$
0	10			$\pm 1,0$
0	100			$\pm 1,0$
0	200			$\pm 1,0$
0	300			$\pm 1,0$
0	400			$\pm 1,0$
0	500			$\pm 1,0$
0	600			$\pm 1,0$
0	700			$\pm 1,0$
0	800			$\pm 1,0$
0	900			$\pm 1,0$
0	1000			$\pm 1,0$
0	1500			$\pm 1,0$
0	2000			$\pm 1,0$
0	2500			$\pm 1,0$
0	3000			$\pm 1,0$
0	3500			$\pm 1,0$
0	4000			$\pm 1,0$
0	4500			$\pm 1,0$
0	5000			$\pm 1,0$
0	5500			$\pm 1,0$
0	6500			$\pm 1,0$
0	7000			$\pm 1,0$
0	7500			$\pm 1,0$
0	8000			$\pm 1,0$
0	9000	–		$\pm 2,0$
0	10000	–		$\pm 2,0$
0	11000	–		$\pm 2,0$
0	12000	–		$\pm 2,0$
0	13000	–		$\pm 2,0$
0	14000	–		$\pm 2,0$
0	15000	–		$\pm 2,0$
0	16000	–		$\pm 2,0$

Продолжение таблицы А.2

Параметры входного сигнала		Действительные значения ΔP , дБ		Допустимые значения ΔP , не более, дБ
Уровень, дБ (1мВт)	Частота, МГц	FSPN8	FSPN26	
0	17000	—		$\pm 2,0$
0	18000	—		$\pm 2,0$
0	19000	—		$\pm 3,0$
0	20000	—		$\pm 3,0$
0	21000	—		$\pm 3,0$
0	22000	—		$\pm 3,0$
0	23000	—		$\pm 3,0$
0	24000	—		$\pm 3,0$
0	25000	—		$\pm 3,0$
0	26000	—		$\pm 3,0$
0	26500	—		$\pm 3,0$
-20	1			$\pm 1,0$
-20	10			$\pm 1,0$
-20	100			$\pm 1,0$
-20	200			$\pm 1,0$
-20	300			$\pm 1,0$
-20	400			$\pm 1,0$
-20	500			$\pm 1,0$
-20	600			$\pm 1,0$
-20	700			$\pm 1,0$
-20	800			$\pm 1,0$
-20	900			$\pm 1,0$
-20	1000			$\pm 1,0$
-20	1500			$\pm 1,0$
-20	2000			$\pm 1,0$
-20	2500			$\pm 1,0$
-20	3000			$\pm 1,0$
-20	3500			$\pm 1,0$
-20	4000			$\pm 1,0$
-20	4500			$\pm 1,0$
-20	5000			$\pm 1,0$
-20	5500			$\pm 1,0$
-20	6500			$\pm 1,0$
-20	7000			$\pm 1,0$
-20	7500			$\pm 1,0$
-20	8000			$\pm 1,0$
-20	9000	—		$\pm 2,0$
-20	10000	—		$\pm 2,0$
-20	11000	—		$\pm 2,0$
-20	12000	—		$\pm 2,0$
-20	13000	—		$\pm 2,0$
-20	14000	—		$\pm 2,0$
-20	15000	—		$\pm 2,0$
-20	16000	—		$\pm 2,0$
-20	17000	—		$\pm 2,0$
-20	18000	—		$\pm 2,0$
-20	19000	—		$\pm 3,0$
-20	20000	—		$\pm 3,0$
-20	21000	—		$\pm 3,0$
-20	22000	—		$\pm 3,0$

Окончание таблицы А.2

Параметры входного сигнала		Действительные значения ΔP , дБ		Допустимые значения ΔP , не более, дБ
Уровень, дБ (1мВт)	Частота, МГц	FSPN8	FSPN26	
-20	23000	–		$\pm 3,0$
-20	24000	–		$\pm 3,0$
-20	25000	–		$\pm 3,0$
-20	26000	–		$\pm 3,0$
-20	26500	–		$\pm 3,0$
15	1			$\pm 1,0$
15	10			$\pm 1,0$
15	100			$\pm 1,0$
15	200			$\pm 1,0$
15	300			$\pm 1,0$
15	400			$\pm 1,0$
15	500			$\pm 1,0$
15	600			$\pm 1,0$
15	700			$\pm 1,0$
15	800			$\pm 1,0$
15	900			$\pm 1,0$
15	1000			$\pm 1,0$
15	1500			$\pm 1,0$
15	2000			$\pm 1,0$
15	2500			$\pm 1,0$
15	3000			$\pm 1,0$
15	3500			$\pm 1,0$
15	4000			$\pm 1,0$
15	4500			$\pm 1,0$
15	5000			$\pm 1,0$
15	5500			$\pm 1,0$
15	6500			$\pm 1,0$
15	7000			$\pm 1,0$
15	7500			$\pm 1,0$
15	8000			$\pm 1,0$
15	9000	–		$\pm 2,0$
15	10000	–		$\pm 2,0$
15	11000	–		$\pm 2,0$
15	12000	–		$\pm 2,0$
15	13000	–		$\pm 2,0$
15	14000	–		$\pm 2,0$
15	15000	–		$\pm 2,0$
15	16000	–		$\pm 2,0$
15	17000	–		$\pm 2,0$
15	18000	–		$\pm 2,0$
15	19000	–		$\pm 3,0$
15	21000	–		$\pm 3,0$
15	22000	–		$\pm 3,0$
15	23000	–		$\pm 3,0$
15	24000	–		$\pm 3,0$
15	25000	–		$\pm 3,0$
15	26000	–		$\pm 3,0$
15	26500	–		$\pm 3,0$

Таблица А.3 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Delta\Phi_N$ для дискретных составляющих $\Delta\Phi_{N_d}$

Частота входного сигнала, МГц	Отстройка	Действительные значения $\Delta\Phi_{N_d}$, дБ		Допустимые значения $\Delta\Phi_N$, дБ
		FSPN8	FSPN26	
1	10 кГц			±1,5
	1 МГц			
100	10 кГц			
	1 МГц			
1000	10 кГц			
	1 МГц			
8000	10 кГц			
	1 МГц			
26500	10 кГц	–		
	1 МГц	–		

Таблица А.4 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Delta\Phi_N$ в широкополосном режиме $\Delta\Phi_{N_{ШП}}$

Частота входного сигнала, МГц	Отстройка	Действительные значения $\Delta\Phi_{N_{ШП}}$, дБ		Допустимые значения $\Delta\Phi_N$, дБ
		FSPN8	FSPN26	
1000	100 Гц			±1,5
	1 кГц			
	10 кГц			
	100 кГц			
	1 МГц			
8000	1 кГц			
	10 кГц			
	100 кГц			
	1 МГц			
26500	1 кГц	–		
	10 кГц	–		
	100 кГц	–		
	1 МГц	–		

Таблица А.5 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала $\Delta\Phi_N$ в широкополосном режиме при отстройке 10 МГц $\Delta\Phi_{N_{10МГц}}$

Частота входного сигнала, МГц	Отстройка	Действительные значения $\Delta\Phi_{N_{10МГц}}$, дБ		Допустимые значения $\Delta\Phi_N$, дБ
		FSPN8	FSPN26	
1000	10 МГц			±2,0

Таблица А.6 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала ΔAN для дискретных составляющих ΔAN_d

Частота входного сигнала, МГц	Отстройка	Действительные значения ΔAN_d , дБ		Допустимые значения ΔAN , дБ
		FSPN8	FSPN26	
1	10 кГц			±2,0
	1 МГц			
100	10 кГц			
	1 МГц			
1000	10 кГц			
	1 МГц			
8000	10 кГц			
	1 МГц			
26500	10 кГц	–		
	1 МГц	–		

Таблица А.7 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала ΔAN в широкополосном режиме $\Delta AN_{ШП}$

Частота входного сигнала, МГц	Отстройка	Действительные значения $\Delta AN_{ШП}$, дБ		Допустимые значения ΔAN , дБ
		FSPN8	FSPN26	
1000	100 Гц			±2,0
	1 кГц			
	10 кГц			
	100 кГц			
	1 МГц			
8000	1 кГц			
	10 кГц			
	100 кГц			
	1 МГц			
26500	1 кГц	–		
	10 кГц	–		
	100 кГц	–		
	1 МГц	–		

Таблица А.8 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума входного сигнала ΔAN в широкополосном режиме при отстройке 10 МГц $\Delta AN_{10МГц}$

Частота входного сигнала, МГц	Отстройка	Действительные значения $\Delta AN_{10МГц}$, дБ		Допустимые значения ΔAN , дБ
		FSPN8	FSPN26	
1000	10 МГц			±2,5

Таблица А.9 – Определение значений уровня собственных фазовых шумов в режиме кросс-корреляционной обработки

Частота несущей F	Значения уровня собственных фазовых шумов, дБн/Гц	Частота отстройки ΔF					
		100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
для всех модификаций FSPN							
100 МГц	рассчитанные						
	допустимые, не более	-133	-157	-167	-170	-172	-172
1 ГГц	рассчитанные						
	допустимые, не более	-113	-142	-157	-160	-167	-168
3 ГГц	рассчитанные						
	допустимые, не более	-103	-132	-147	-150	-160	-168
7 ГГц	рассчитанные						
	допустимые, не более	-96	-125	-140	-143	-153	-168
для модификации FSPN26							
10 ГГц	рассчитанные						
	допустимые, не более	-93	-122	-137	-140	-150	-168
16 ГГц	рассчитанные						
	допустимые, не более	-89	-118	-133	-136	-146	-165

Таблица А.10 – Определение значений уровня собственных фазовых шумов на частоте 640 МГц

Значения уровня собственных фазовых шумов, дБн/Гц	Частота отстройки ΔF			
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц
измеренные				
допустимые, не более	-114	-143	-158	-161

Таблица А.11 – Определение значений уровня собственных амплитудных шумов в режиме кросс-корреляционной обработки

Частота несущей F	Значения уровня собственных амплитудных шумов, дБн/Гц	Частота отстройки ΔF			
		1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц
для всех модификаций FSPN					
100 МГц	рассчитанные				
	допустимые, не более	-102	-117	-132	-147
1 ГГц	рассчитанные				
	допустимые, не более	-102	-117	-132	-147
7 ГГц	рассчитанные				
	допустимые, не более	-97	-112	-127	-142
для модификации FSPN26					
16 ГГц	рассчитанные				
	допустимые	-87	-102	-117	-132
Частота несущей F	Значения уровня собственных амплитудных шумов, дБн/Гц	Частота отстройки ΔF			
		10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
для всех модификаций FSPN					
100 МГц	рассчитанные				
	допустимые, не более	-155	-165	-165	-165
1 ГГц	рассчитанные				
	допустимые, не более	-155	-165	-165	-165
7 ГГц	рассчитанные				
	допустимые, не более	-152	-160	-165	-165
для модификации FSPN26					
16 ГГц	рассчитанные				
	допустимые, не более	-152	-160	-165	-165

Таблица А.12 – Определение значений уровня собственных амплитудных шумов на частоте 640 МГц

Значения уровня собственных амплитудных шумов, дБн/Гц	Частота отстройки ΔF						
	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
измеренные							
допустимые, не более	-99	-114	-129	-144	-152	-162	-162

Таблица А.13 – Определение значений уровня собственных шумов по низкочастотному входу

значения уровня собственных шумов по низкочастотному входу, дБ (1 мВт) /Гц	Частота входного сигнала				
	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц
измеренные					
допустимые, не более	-117	-127	-142	-151	-158
значения уровня собственных шумов по низкочастотному входу, дБ (1 мВт) /Гц	Частота входного сигнала				
	100 кГц	1 МГц	10 МГц	30 МГц	
измеренные					
допустимые, не более	-160	-160	-160	-160	