



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

М.п.

«10» августа 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ
«КАСКАД»**

Методика поверки

РТ-МП-479-441-2021

г. Москва
2021 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на систему измерительную автоматизированную «Каскад» (далее – система), изготовленную Обществом с ограниченной ответственностью «Центр безопасности информации «МАСКОМ» (ООО «ЦБИ «МАСКОМ»)), г. Москва, и устанавливает порядок и объём её первичной и периодической поверки.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам:

– ГЭТ 1–2018. Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени;

– ГЭТ 26–2010. Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц;

– ГЭТ 193–2011. Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц;

– ГЭТ 160–2006. Государственный первичный эталон единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот 0.3 – 178 ГГц;

– ГЭТ 45–2011. Государственный первичный эталон единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот 0,0003 – 1000 МГц.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 - 10.4 применяется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность выполнения операции при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	п.7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	п.8	да	да
Проверка идентификации программного обеспечения	п.9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	п.10	да	да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
<p>Анализатор спектра АСВЧ–10</p> <ul style="list-style-type: none"> – определение диапазона частот, динамического диапазона измерений уровня сигналов и погрешности измерений уровня мощности синусоидального сигнала; – определение диапазона перестройки полосы пропускания измерительного фильтра ПЧ; – определение уровня спектральной плотности мощности собственного шума, приведённой к полосе пропускания 1 Гц; – определение уровня спектральной плотности мощности фазового шума 	<p>п.10.1</p> <p>п.10.1.1</p> <p>п.10.1.2</p> <p>п.10.1.3</p> <p>п.10.1.4</p>	<p>да</p> <p>да</p> <p>да</p> <p>да</p>	<p>да</p> <p>да</p> <p>да</p> <p>да</p>
<p>Генератор ВЧ–сигналов ГСВЧ–10</p> <ul style="list-style-type: none"> – определение диапазона частот, максимального и минимального значения установки уровня мощности выходного сигнала, и погрешности установки уровня мощности выходного сигнала; – определение уровня спектральной плотности мощности фазового шума на частоте 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц при отстройке от несущей на 1 кГц 	<p>п.10.2</p> <p>п.10.2.1</p> <p>п.10.2.2</p>	<p>да</p> <p>да</p>	<p>да</p> <p>да</p>
<p>Антенна логопериодическая ЛПА–2000</p> <ul style="list-style-type: none"> – определение диапазона рабочих частот; – определение коэффициента калибровки; – определение пределов допускаемой абсолютной погрешности коэффициента калибровки 	<p>п.10.3</p> <p>п.10.3.1</p> <p>п.10.3.2</p> <p>п.10.3.3</p>	<p>да</p> <p>да</p> <p>да</p>	<p>да</p> <p>да</p> <p>да</p>
<p>Антенна измерительная рупорная широкополосная Пб–223</p> <ul style="list-style-type: none"> – определение диапазона рабочих частот; – определение коэффициента усиления; – определение пределов допускаемой абсолютной погрешности коэффициента усиления 	<p>п.10.4</p> <p>п.10.4.1</p> <p>п.10.4.2</p> <p>п.10.4.3</p>	<p>да</p> <p>да</p> <p>да</p>	<p>да</p> <p>да</p> <p>да</p>

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, °С от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки системы допускаются специалисты имеющие:

- высшее образование или дополнительное профессиональное образование по специальности и (или) направлению подготовки, соответствующему области аккредитации;
- опыт работы по обеспечению единства измерений в области аккредитации, указанной в заявлении об аккредитации или в реестре аккредитованных лиц, не менее трех лет;
- освоившие работу с системой и применяемыми средствами поверки;
- изучившие настоящую методику.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки системы измерительной автоматизированной «Каскад» применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Вместо указанных в таблице средств поверки допускается применять другие аналогичные эталоны единиц величин и средства измерений, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены.

Применяемые средства поверки утвержденного типа СИ в качестве эталонов единиц величин, должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование средства поверки	Требуемые характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
1	2	3	4	5
10.1.1 10.2.1 10.2.2	Приёмник измерительный	– диапазон рабочих частот от 100 кГц до 50 ГГц – диапазон входных сигналов от минус 140 до 0 дБм и от 0 до 20 дБм	Измерений отношений уровня входного синусоидального сигнала, дБ $\pm(0,01 + 0,005 \text{ на } 10 \text{ дБ шага})$	Приёмник измерительный R&S FSMR50
10.4.2	Анализатор электрических цепей	диапазон рабочих частот от 10 МГц до 50 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	$\delta\text{КСВН} \leq \pm 5 \%$	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
10.1.2 10.1.4	Генератор сигналов	– диапазон частот от 9 кГц до 20 ГГц; – диапазон установки уровня выходного сигнала от минус 130 до плюс 30 дБ	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$ $\pm 0,7$ дБ	Генератор сигналов N5183A опция 520
10.2.2	Аттенюатор	– диапазон частот от 0 Гц до 40 ГГц – диапазон установки ослабления от 0 до 75 дБ	$\pm(0,03 \dots 0,06)$ дБ	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC
10.3.1 10.3.2	Установка для поверки антенн	Динамический диапазон измеряемой напряжённости электрического поля не менее 10дБ		Установка образцовая П1-5
10.4.1 10.4.2	Антенна	диапазон рабочих частот от 1 до 18 ГГц;	Пределы допускаемой относительной погрешности передачи эффективной площади антенн $\pm 9 \%$	Антенна измерительная П6-59
10.4.1 10.4.2	Антенна	диапазон рабочих частот от 1 до 18 ГГц;	Пределы допускаемой относительной погрешности передачи эффективной площади антенн $\pm 9 \%$	Антенна измерительная П6-59
3 8.1	Термогигрометр	Диапазон измерений температуры от 0 до плюс 50 °С Диапазон измерений относительной влажности от 10 до 90 % Диапазон измерений атмосферного давления от 86 до 106 кПа	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С Пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 3,0 \%$ Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ кПа	Лабораторный термогигрометр ТНВ1

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

– При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности с Изменением №1».

– К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия с Изменением №1» 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.

– 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 систем следующим требованиям:

- внешний вид системы должен соответствовать рисунку, приведённому в описании типа на данное средство измерений;
- наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений;
- наружная поверхность и органы управления не должны иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу системы;
- комплектность системы должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб 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 пломб 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 системы на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в документе «Система измерительная автоматизированная «Каскад». Руководство по эксплуатации» МСШЕ.411734.005РЭ.

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

Выдержать систему в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если она находилась в отличных от них условиях.

Выдержать систему 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

Для опробования системы, необходимо выполнить следующие действия:

8.2.1 Собрать систему в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 1.

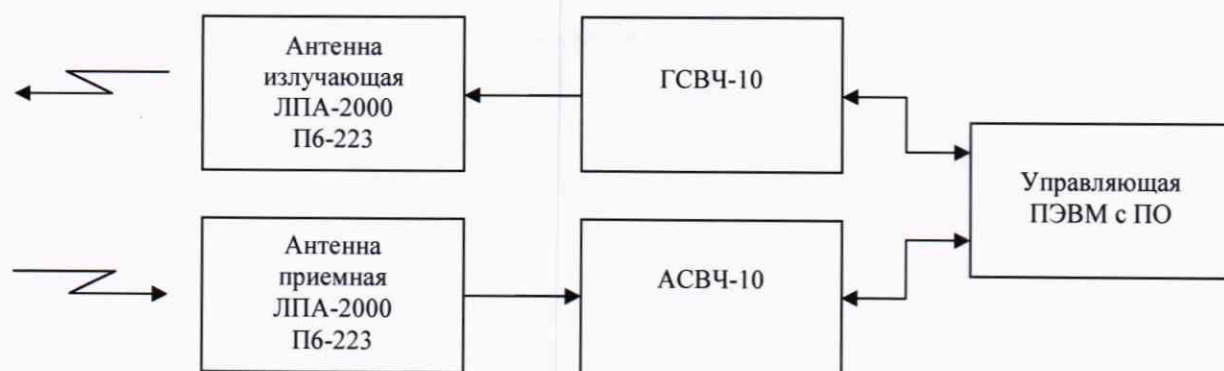


Рисунок 1 – Схема измерений

Перед каждым запуском ПО системы «Каскад» идентификационный ключ защиты от несанкционированного использования ПО необходимо подключить к USB-порту ПЭВМ.

В течение всего времени работы ПО этот электронный ключ должен быть подсоединен к ПЭВМ.

8.2.2 После сборки системы необходимо включить все устройства и дождаться окончания процесса их самотестирования. Убедиться, что на блоках АСВЧ-10 и ГСВЧ-10 светится зелёный индикатор «Режим».

Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и прохождения внутреннего теста не возникают сообщения об ошибках.

9 Проверка идентификации программного обеспечения

9.1 Запустить программное обеспечение «Сигурд-Лайт» системы двукратным нажатием левой кнопки мыши на ярлыке программы на рабочем столе. После завершения загрузки программной оболочки выводится окно (рисунок 2).

9.2 На стартовой панели ПО убедиться на основании информационных надписей, что подключены: РПУ – АСВЧ-10, Модуль ЦОС – АСВЧ-10, а версия ПО «Сигурд-Лайт» – 5.3.2.9



Рисунок 2 – Окно завершения загрузки программной оболочки «Сигурд-Лайт»

9.3 На стартовой панели ПО «Сигурд-Лайт» нажать кнопку «СТАРТ».

9.4 После автоматического запуска ПО «Каскад–Интерфейс», на основании информационных надписей, убедиться, что установлена версия ПО – 3.1.3.9, а на вкладке «Генератор ВЧ» присутствует подтверждение о том, что подключен ГСВЧ–10 (рисунок 3).

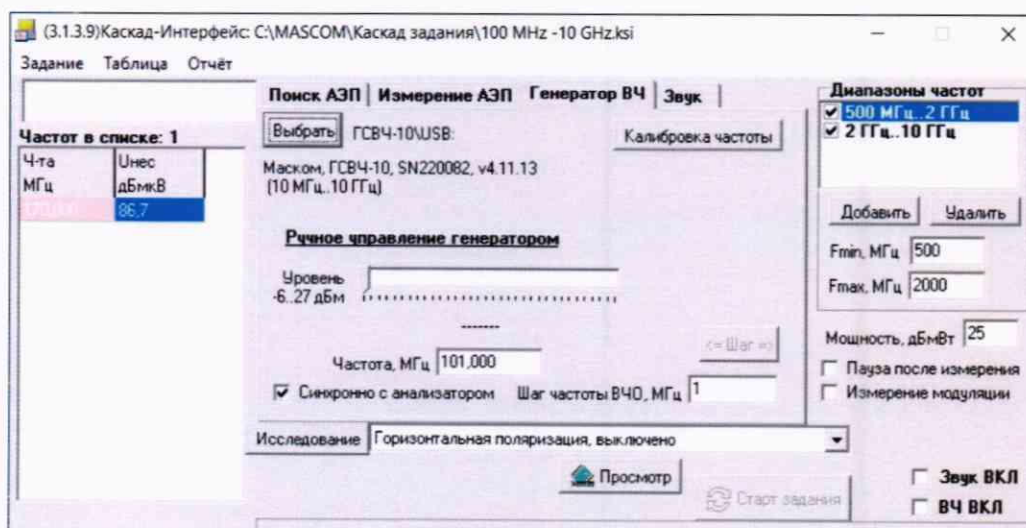


Рисунок 3 – Вкладка «Генератор ВЧ» ПО «Каскад–Интерфейс»

9.5 Результаты опробования считать положительными, если:

- на ПК установлены ПО «Сигурд–Лайт» и ПО «Каскад–Интерфейс», все виртуальные кнопки (окна) функционируют;
- подключены РПУ – АСВЧ–10, Модуль ЦОС – АСВЧ–10, установлена версия ПО «Сигурд–Лайт» – 5.3.2.9;
- подключен ГСВЧ–10, установлена версия ПО «Каскад–Интерфейс» – 3.1.3.9.

Результат проверки считать удовлетворительными, если система выполняет перечисленные команды поверителя и номера версий ПО соответствуют номерам, указанным в описании типа на средство измерения.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Определение метрологических и технических характеристик системы проводить после времени прогрева эталонов и испытательного оборудования не менее 30 минут.

10.1 Анализатор спектра АСВЧ–10

10.1.1 Определение диапазона частот, динамического диапазона измерений уровня сигналов и погрешности измерений уровня мощности синусоидального сигнала.

10.1.1.1 Для выполнения поверки собрать стенд согласно рисунку 4.

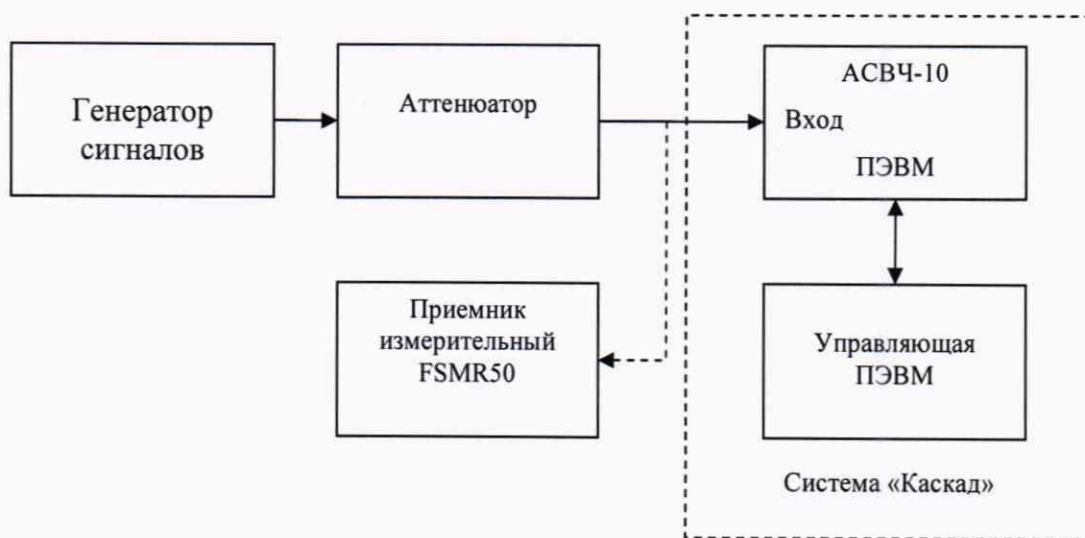


Рисунок 4 – Схема стенда поверки

10.1.1.2 Включить оборудование стенда, на управляющей ПЭВМ запустить ПО «Сигурд-Лайт» и открыть окно «Анализ сигналов».

10.1.1.3 На генераторе сигналов установить частоту 100 МГц и уровень выходного сигнала 10 дБм (P_г), а значение ослабления аттенюатора установить 0 дБ.

Примечание – при проведении измерений для уровня выходного сигнала генератора равного 10 дБм, допускается аттенюатор не подключать.

10.1.1.4 Убедиться, что сигнал обнаружен, и зафиксировать значение его уровня (U_{изм}), установив в окне отображения спектра метку на измеряемой частоте 100 МГц.

Примечание – при фиксации уровня сигнала необходимо учитывать затухание соединительного кабеля «Генератор–ВЧ – АСВЧ–10» и погрешность установки уровня мощности выходного сигнала генератора путём контроля уровня мощности сигнала на входе АСВЧ–10 в измеряемых точках диапазона при помощи приёмника измерительного FSMR50.

10.1.1.5 Аналогичным образом выполнить измерения уровня сигнала, последовательно установив на генераторе сигналов соответственно частоты измерения 1001 и 10000 МГц. Зафиксировать значение уровня сигнала на измеряемых частотах, установив в окне отображения спектра последовательно метку на измеряемой частоте 1001 и 10000 МГц.

10.1.1.6 На генераторе сигналов установить нижнюю частоту диапазона измерения 100 МГц и уровень выходного сигнала минус 90 дБм (P_г), а значение ослабления аттенюатора установить 20 дБ.

10.1.1.7 Убедиться, что сигнал обнаружен АСВЧ–10 и зафиксировать значение его уровня (U_{изм}), установив в окне отображения спектра метку на измеряемой частоте 100 МГц.

10.1.1.8 Установить на генераторе сигналов последовательно частоты измерения 1001 и 10000 МГц.

10.1.1.9 Зафиксировать значение уровня сигнала на измеряемых частотах, установив в окне отображения спектра метку на измеряемой частоте 1001 и 10000 МГц

10.1.1.10 Вычислить погрешность измерения уровня мощности синусоидального сигнала на всех частотах для уровней выходного сигнала генератора плюс 10 и минус 90 дБм по формуле 1:

$$\Delta_U = U_{\text{изм}} - P_{\Gamma} - 107, \text{ дБ} \quad (1)$$

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если диапазон частот измерений анализатора находится в пределах от 100 до 10000 МГц, динамический диапазон измерений уровня сигналов не менее 120 дБ и абсолютная погрешность измерения уровня мощности синусоидального сигнала АСВЧ-10 не более ± 1 дБ.

10.1.2 Определение диапазона перестройки полосы пропускания измерительного фильтра ПЧ.

10.1.2.1 Для определения диапазона перестройки полосы пропускания измерительного фильтра ПЧ, собрать стенд согласно рисунку 5.

10.1.2.2 Включить оборудование стенда, на управляющей ПЭВМ загрузить ПО «Каскад-Интерфейс» и открыть окно «Измерение модуляции», установив галочку в поле «Измерение модуляции». В окне «Анализ сигналов» установить частоту 1000 МГц.



Рисунок 5 – Схема стенда поверки

10.1.2.3 В окне «Измерение модуляции»: из списка «Полоса фильтра» выбрать значение «1 Гц», из списка полоса анализа выбрать, например, «16,9 кГц».

10.1.2.4 С выхода генератора сигналов подать сигнал с уровнем 0 дБм и частотой 1000 МГц, амплитудно-модулированный гармоническим сигналом частотой 1000 Гц, глубина модуляции 10 %.

10.1.2.5 В окне «Измерение модуляции» установить галочку «Измерение модуляции» и убедиться, что в области отображения спектра зафиксирован только один сигнал шириной 1 Гц.

10.1.2.6 Повторить действия по пп. 10.1.2.3 - 10.1.2.5 выбирая последовательно из списка «Полоса фильтра» значения «2 Гц», «5 Гц» и «10 Гц», и убедиться, что в области отображения спектра зафиксирован только один сигнал шириной, соответственно, 2, 5 и 10 Гц.

10.1.2.7 Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если диапазон перестройки полосы пропускания измерительного фильтра ПЧ соответствует диапазону от 1 до 10 Гц.

10.1.3 Определение уровня спектральной плотности мощности собственного шума, приведённой к полосе пропускания 1 Гц.

10.1.3.1 Для определения уровня спектральной плотности мощности собственного шума АСВЧ-10 собрать стенд согласно рисунку 6.

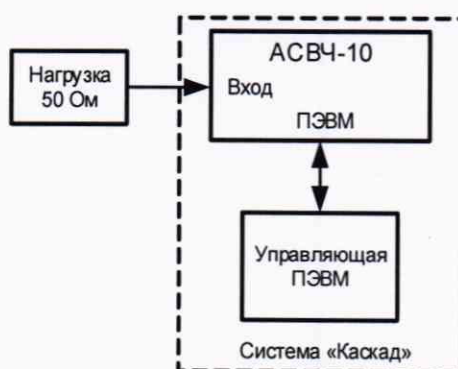


Рисунок 6 – Схема стенда поверки

10.1.3.2 Включить оборудование стенда, на управляющей ПЭВМ загрузить ПО «Сигурд-Лайт», открыть окно «Анализ сигналов» (кнопка «Сигналы» на «Панели управления ВЧО-К») и установить

- «Спектр» – «Сред»;
- значение «RBW ЦОС» – например, 1,03 Гц.
- «Пост. врем.» – «нет»;
- «Окно БПФ» – вкл. (установить галочку);
- во вкладке «РПУ» установить «Ref» – «70 дБ».

10.1.3.3 Выполнить измерение значений напряжения собственного шума на частотах 100, 300, 1000, 3000 и 10000 МГц.

10.1.3.4 Вычислить значения спектральной плотности мощности собственного шума S , дБ (мВт/Гц), по формуле 2:

$$S = U_{ш} - 10 \cdot \lg RBW - 107 \quad (2)$$

где $U_{ш}$ – значение напряжения собственного шума на измеряемой частоте, дБ (1 мкВ);
 RBW – значение установленной полосы фильтра (RBW ЦОС), Гц.

10.1.3.5 Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если рассчитанные значения спектральной плотности мощности собственного шума АСВЧ-10 не превышает значения минус 154 дБ (1 мВт)

10.1.4 Определение уровня спектральной плотности мощности фазового шума на частоте 100 МГц в полосе пропускания 1 Гц при отстройке от несущей на 1 кГц

10.1.4.1 Для определения спектральной плотности мощности фазового шума АСВЧ-10 собрать стенд согласно рисунку 5.

10.1.4.2 Включить оборудование стенда, на управляющей ПЭВМ загрузить ПО «Сигурд-Лайт» и открыть окно «Анализ сигналов» (кнопка «Сигналы» на «Панели управления ВЧО-К»).

10.1.4.3 В окне «Анализ сигналов» установить:

- «Развертка» – «Ампл + Фаза»;
- «НЕПР» – вкл. (установлена галочка);
- «SSB 1 Гц» – вкл. (установлена галочка);
- «ФАПЧ» – «нет»;
- «Спектр модуляции» – вкл. (установлена галочка);
- «Усредн.» – вкл. (установлена галочка);
- «RBW РПУ» – «16,9 кГц»;
- «АРУ» – включить и после установления масштаба выключить;
- «F» – 100 МГц (частота установленная на генераторе частоты);
- во вкладке «РПУ» установить «Ref» – «110 дБ».

10.1.4.4 С выхода генератора сигналов подать сигнал с частотой 100 МГц (Гц) и уровнем 3 дБм.

10.1.4.5 Зафиксировать сигнал в окне «Анализ сигналов» (график «ФМ»).

10.1.4.6 Определить на графике «ФМ» уровень фазового шума при отстройке от Гц = 100 МГц на 1 кГц.

10.1.4.7 Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значение спектральной плотности мощности фазового шума АСВЧ–10 не превышают значений минус 120 дБн/Гц*.

* – здесь и далее дБн/Гц – дБ относительно уровня мощности колебания несущей частоты при измерении спектральной мощности фазовых шумов в полосе частот 1 Гц.

10.2 Генератор ВЧ–сигналов ГСВЧ–10

10.2.1 Определение диапазона частот, максимального и минимального значения установки уровня мощности выходного сигнала, и погрешности установки уровня мощности выходного сигнала;

10.2.1.1 Для выполнения поверки собрать стенд согласно рисунку 7.

Примечание – если используемый анализатор спектра поддерживается ПО «Сигурд–Лайт», то его можно подключить к управляющей ПЭВМ испытываемой системы.



Рисунок 7 – Схема стенда поверки

10.2.1.2 Включить оборудование стенда, на управляющей ПЭВМ запустить ПО «Каскад–Интерфейс».

Примечание – при старте ПО «Сигурд–Лайт», для корректного запуска ПО «Каскад–Интерфейс» при отсутствии в схеме измерений АСВЧ–10, в настройках оборудования необходимо установить: для модуля ЦОС – «Имитатор ЦОС», для РПУ (СОМ) – «Имитатор ESPI».

10.2.1.3 С помощью ПО «Каскад–Интерфейс» во вкладке «Генератор ВЧ» установить:

- уровень выходного сигнала P_r равным 0 дБм (движок уровня выходного сигнала), соответствующий минимальному уровню выходного сигнала;
- шаг частоты 0,000001 МГц (1 Гц) (поле «Шаг частоты ВЧО, МГц»).

10.2.1.4 В поле «Частота, МГц» (вкладка «Генератор ВЧ») ввести частоту 100 МГц.

10.2.1.5 В окне «Каскад–Интерфейс» включить ГСВЧ–10 (флаговая кнопка «ВЧ ВКЛ»). Убедиться, что сигнал обнаружен на анализаторе спектра, и зафиксировать значение его уровня (Ризм), установив в окне отображения спектра метку на измеряемой частоте 100 МГц.

10.2.1.6 Последовательно установить на ГСВЧ–10 в поле «Частота, МГц» частоты 1000 и 10000 МГц. Зафиксировать значение уровня сигнала на измеряемых частотах, установив в окне отображения спектра на анализаторе спектра метку на измеряемой частоте 1000 и 10000 МГц.

10.2.1.7 С помощью ПО «Каскад–Интерфейс» во вкладке «Генератор ВЧ» установить уровень выходного сигнала P_r равным 27 дБм (движок уровня выходного сигнала), соответствующий максимальному уровню выходного сигнала.

10.2.1.8 Последовательно установить на ГСВЧ–10 в поле «Частота, МГц» частоты 100, 1000 и 10000 МГц. Зафиксировать значение уровня сигнала (Ризм) на измеряемых частотах, установив в окне отображения спектра на анализаторе спектра метку на измеряемой частоте 100, 1000 и 10000 МГц.

10.2.1.9 Вычислить погрешность установки уровня мощности выходного сигнала (минимального и максимального) для всех частот по формуле 3:

$$\Delta P = P_z - P_{изм} \quad (3)$$

10.2.1.10 Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если диапазон частот выходного сигнала генератора находится в пределах от 100 до 10000 МГц включительно, максимальный и минимальный уровень мощности выходного сигнала составляет соответственно 27 дБ (1 мВт) и 0 дБ (1 мВт), и пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного сигнала ГСВЧ–10 не более ± 1 дБ.

10.2.2 Определение уровня спектральной плотности мощности фазового шума на частоте 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц при отстройке от несущей на 1 кГц

10.2.2.1 Для поверки спектральной плотности мощности фазового шума ГСВЧ–10 собрать стенд согласно рисунку 7.

Сигнал с ГСВЧ–10 на приемник измерительный подавать через attenuator 10 дБ

10.2.2.2 Включить оборудование стенда, на управляющей ПЭВМ запустить ПО «Каскад–Интерфейс».

Примечание – При старте ПО «Сигурд–Лайт», для корректного запуска ПО «Каскад–Интерфейс» при отсутствии в схеме измерений АСВЧ–10, в настройках оборудования необходимо установить: для модуля ЦОС – «Имитатор ЦОС», для РПУ (СОМ) – «Имитатор ESPI».

10.2.2.3 На ГСВЧ–10 с помощью ПО «Каскад–Интерфейс» во вкладке «Генератор ВЧ» установить уровень выходного сигнала P_T равным 25 дБм (движок уровня выходного сигнала).

10.2.2.4 В поле «Частота, МГц» (вкладка «Генератор ВЧ») ввести частоту измерения 1000 МГц.

10.2.2.5 На приемнике измерительном установить центральную частоту измерений 1000 МГц, полосу обзора SPAN, например, 3 кГц, полосу пропускания RBW 1 Гц.

10.2.2.6 В окне «Каскад–Интерфейс» включить ГСВЧ–10 (флаговая кнопка «ВЧ ВКЛ»).

10.2.2.7 Убедиться, что сигнал обнаружен приёмником измерительным.

10.2.2.8 Включить на приемнике измерительном режим измерения фазового шума.

10.2.2.9 Выполнить измерение спектральной плотности мощности фазового шума на частоте 1000 МГц (Гц) при отстройке от Гц на 1 кГц.

10.2.2.11 Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значение спектральной плотности мощности фазового шума ГСВЧ–10 не превышает значений минус 100 дБн/Гц.

10.3 Антенна логопериодическая ЛПА–2000

10.3.1 Определение диапазона рабочих частот;

10.3.1.1 Операции поверки по определению диапазона рабочих частот при измерении коэффициента калибровки антенны логопериодической ЛПА-2000 при её использовании в составе системы, проводить одновременно с операциями поверки по определению коэффициента калибровки.

10.3.2 Определение коэффициента калибровки;

10.3.2.1 Определение коэффициента калибровки антенны проводить в диапазоне частот от 100 до 1000 МГц на частотах 100, 300 и 1000 МГц при использовании установки образцовой П1–5 (рег. № 7833–80).

Измерения проводить по методике, изложенной в документе «Установка образцовая типа П1–5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ПИ2.090.013 ТО»

В качестве излучателя использовать антенну П6–21А из состава комплекта установки образцовой П1–5

В качестве образцовых антенн использовать антенны из состава комплекта установки образцовой П1–5:

- ПИ5.092.019 для диапазона частот от 100 до 400 МГц;
- ПИ5.092.020 для диапазона частот от 500 до 800 МГц;
- ПИ5.092.024 для частоты 1000 МГц;

10.4.2.3 Установить антенны друг напротив друга соосно. Выполнить юстировку антенн по максимуму принимаемого сигнала.

Расстояние между антеннами выбрать в соответствии с условием нахождения антенн в дальней зоне, минимальное расстояние между антеннами вычислить по формуле 6:

$$R_{\text{МИН}} = \frac{2D^2}{\lambda}, \quad (6)$$

где D – максимальный размер апертур используемых вспомогательных антенн, м.

λ – длина волны, м.

Расстояние от антенн до пола, потолка и стен должно составлять не менее 1,5 м.

10.4.2.4 Исходя из выбранной полосы конвертации частот антенны (опция ZVA-K4), установить на векторном анализаторе цепей частоту смещения между портами.

10.4.2.5 Векторный анализатор цепей установить в режим измерений коэффициента передачи S12.

Выход измерительного порта «2» подключить к входу излучателя, а порта «1» к приемной антенне.

Установить полосу обзора равной исследуемой полосе частот. Полосу пропускания, уровень выходной мощности и количество усреднений установить таким образом, чтобы обеспечивалось отношение сигнал/шум не менее 30 дБ, а уровень сигналов на входе приемного измерительного порта не превышал 0 дБм.

Допускается использование встроенных функций «сглаживания» («Smoothing», не более 1 %) или частотно-временных преобразований.

10.4.2.6 Зафиксировать зависимость уровня сигнала $A_{\text{ЭТ}}(f)$ с выхода эталонной антенны от частоты.

10.4.2.7 В точку расположения эталонной антенны установить поверяемую антенну и подключить к измерительному порту «1». Выполнить юстировку антенн по максимуму принимаемого сигнала.

10.4.2.8 Зафиксировать зависимость уровня сигнала $A_{\text{ИСП}}(f)$ с выхода поверяемой антенны от частоты.

10.4.2.9 Коэффициент усиления поверяемой антенны для каждой частотной точки вычислить по формуле 7:

$$G_{\text{ИСП}}(f) = A_{\text{ИСП}}(f) - A_{\text{ЭТ}}(f) + G_{\text{ЭТ}}(f), \text{ дБ} \quad (7)$$

где $A_{\text{ИСП}}(f)$ – частотная зависимость мощности на выходе поверяемой антенны;

$A_{\text{ЭТ}}(f)$ – частотная зависимость мощности на выходе эталонной антенны;

$G_{\text{ЭТ}}(f)$ – частотная зависимость коэффициента усиления эталонной антенны;

Результаты поверки считать положительными, если значения коэффициента усиления антенны в диапазоне частот от 1000 до 10000 МГц на частотах 1000, 3000 и 10000 МГц составляют соответственно 4,7; 6,2 и 10,7 дБ не менее.

10.4.3. Абсолютную погрешность коэффициента усиления поверяемой антенны вычислить по формуле 8:

$$\Delta G_{\text{ИСП}} = G_{\text{ПАСП}} - G_{\text{ИСП}}, \text{ дБ} \quad (8)$$

где $G_{ПАСП}$ – значение коэффициента усиления, указанное в паспорте (формуляре) поверяемой антенны;

$G_{ИСП}$ – значение коэффициента усиления поверяемой антенны, полученное в процессе поверки.

10.4.3.1 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности коэффициента усиления поверяемой антенны в диапазоне частот от 1000 до 10000 МГц на частотах 1000, 3000 и 10000 МГц составляют не более ± 2 дБ.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Процедуры обработки результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений, указаны в п. 10.1 – 10.4 настоящей методики поверки.

11.2 Критерием принятия решения о пригодности средства измерений к дальнейшей эксплуатации является подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным в описании типа.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

Протокол должен наглядно отображать полученные результаты измерений в поверяемых точках и диапазонах частот, которые указаны в соответствующих пунктах данной методики, а также сравнение полученных действительных и допустимых значений нормируемых погрешностей.

12.2 Сведения о результатах поверки систем измерительных автоматизированных «Каскад» в целях их подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев систем или лиц, представивших их в поверку.

12.4 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с действующими правовыми нормативными документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

Заместитель начальника лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



С.Н. Гольшак

Н.В. Гольшак