



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

«13» ноября 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРИЕМНИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ MWR

Методика поверки

РТ-МП-5030-441-2023

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика применяется для поверки приемников измерительных MWR (далее – приемники), используемых в качестве рабочих средств измерений.

Настоящая методика устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

В результате поверки приемников измерительных MWR должны быть подтверждены метрологические и технические характеристики, приведённые в Приложении А настоящей методики поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых приемников измерительных MWR к государственным первичным эталоном единиц величин:

– к ГЭТ1-2022 - государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени, в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта 26.09.2022 № 2360;

– 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, в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта 30.12.2019 № 3461;

– к ГЭТ166-2020 - государственный первичный эталон единицы девиации частоты, в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений девиации частоты, утвержденной приказом Росстандарта 01.02.2019 № 233;

– к ГЭТ180-2010 - государственный первичный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний, в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний ГОСТ Р 8.717-2010;

– к ГЭТ193-2011 - государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц, в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта 30.12.2019 № 3383.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.9 настоящей методики поверки применяется метод прямых измерений.

На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку приемников измерительных MWR:

– для меньшего числа поддиапазонов: в ограниченном диапазоне частот до верхней граничной частоты любой из модификации приёмника (4; 8,5 10 ГГц) в части операций по пунктам 10.1 – 10.9.

– без определения метрологических характеристик опции MWR-2CH (если данная опция установлена в поверяемом приемнике) в части операций по пунктам 10.1 – 10.9

– без определения метрологических характеристик опции MWR-MD, (если данная опция установлена в поверяемом приемнике) в части операций по пунктам 10.8 – 10.9

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
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	Да	Да
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10		
Определение абсолютной погрешности измерения частоты маркером в режиме интерполяции в диапазонах частот	10.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ	10.2	Да	Да
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей в зависимости от частоты несущей, относительно несущей в полосе 1 Гц	10.3	Да	Да
Определение уровня собственных шумов, приведенного к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот	10.4	Да	Да
Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка в диапазоне частот	10.5	Да	Нет
Определение уровня подавления паразитных сигналов при уровне сигнала на входе минус 20 дБ (1 мВт) относительно несущей в диапазоне частот	10.6	Да	Нет
Определение КСВН входа в диапазоне частот	10.7	Да	Да
Измерительный демодулятор АМ/ЧМ (опция MWR-MD)			
Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции в диапазоне модулирующих частот	10.8	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты в диапазоне модулирующих частот	10.9	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 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 20 до 25;
- относительная влажность воздуха, %от 40 до 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки приемников измерительных MWR допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с приемниками измерительными и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки приемников измерительных MWR применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 20 до 25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр UNITESS THB 1 модификация THB 1B, рег. № 70481-18
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха, $\pm 3,0$ %	
10.1 Определение абсолютной погрешности измерения частоты маркером в режиме интерполяции в диапазонах частот	Эталон единиц времени и частоты, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 3 разряда для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц при поверке приемников измерительных MWR в штатной комплектации или с опцией MWR-OCXO	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG рег. № 70172-18

Продолжение таблицы 2

1	2	3
<p>10.1 Определение абсолютной погрешности измерения частоты маркером в режиме интерполяции в диапазонах частот</p>	<p>Эталон единиц времени и частоты, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 2 разряда для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц при проверке приемников измерительных MWR с опцией MWR-RB или с MWR-RB-ENH</p>	<p>Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 рег. № 40466-09</p>
	<p>Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 кГц до 13,2 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до +20 дБ (1 мВт); уровнем фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 100 Гц не более минус 104 дБ/Гц относительно несущей</p>	<p>Генератор сигналов SMA100B с опциями B120, B710, B34, K33 рег. № 68980-20</p>
<p>10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ</p>	<p>Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единицы мощности электромагнитных колебаний не ниже 3 разряда в: диапазоне частот от 0,1 кГц до 13,2 ГГц; диапазоне измерений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт</p>	<p>Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T рег. № 69958-17</p>
	<p>Эталон единицы ослабления, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единицы ослабления не ниже 2 разряда в: диапазоне частот от 0,1 кГц до 13,2 ГГц; в диапазоне установки ослабления от 0 до 50 дБ</p>	<p>Аттенюатор ступенчатый R&S RSC с модулем 05 рег. № 48368-11</p>
	<p>Средство измерений коэффициента передачи в диапазоне частот от 10 МГц до 13,2 ГГц, в диапазоне измерений коэффициента передачи от 0 до 30 дБ, с пределами допускаемой погрешности измерений коэффициента передачи $\pm 0,2$ дБ</p>	<p>Анализатор цепей векторный R&S ZVB14 рег. № 31848-08</p>
	<p>Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 кГц до 13,2 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до +20 дБ (1 мВт); уровнем фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 100 Гц не более минус 104 дБ/Гц относительно несущей</p>	<p>Генератор сигналов SMA100B с опциями B120, B710, B34, K33 рег. № 68980-20</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей в зависимости от частоты несущей, относительно несущей в полосе 1 Гц	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 кГц до 13,2 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до +20 дБ (1 мВт); уровнем фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 100 Гц не более минус 104 дБ/Гц относительно несущей	Генератор сигналов SMA100B с опциями B120, B710, B34, K33 рег. № 68980-20
10.5 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка в диапазоне частот	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 кГц до 13,2 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до +20 дБ (1 мВт); уровнем фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 100 Гц не более минус 104 дБ/Гц относительно несущей	Генератор сигналов SMA100B с опциями B120, B710, B34, K33 рег. № 68980-20
10.6 Определение уровня подавления паразитных сигналов при уровне сигнала на входе минус 20 дБ (1 мВт) относительно несущей в диапазоне частот	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 кГц до 13,2 ГГц; уровнем мощности от минус 30 до +20 дБ (1 мВт); уровнем фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 100 Гц не более минус 104 дБ/Гц относительно несущей	Генератор сигналов SMA100B с опциями B120, B710, B34, K33 рег. № 68980-20
10.7 Определение КСВН входа в диапазоне частот	Средство измерений КСВН в диапазоне частот от 10 МГц до 13,2 ГГц, в диапазоне измерений КСВН от 1,05 до 10, с относительной погрешностью измерений КСВН $\pm 5\%$	Анализатор цепей векторный R&S ZVB14 рег. № 31848-08
10.8 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции в диапазоне модулирующих частот	Эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единицы коэффициента амплитудной модуляции не ниже 1 разряда в диапазоне установки коэффициента амплитудной модуляции от 1 до 100 %	Калибратор SMBV-AM-FM рег. № 56540-14
10.9 Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты в диапазоне модулирующих частот	Эталон единицы девиации частоты, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единицы девиации частоты не ниже 1 разряда в диапазоне установки девиации частоты от 1 кГц до 1 МГц	Калибратор SMBV-AM-FM рег. № 56540-14
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательное оборудование	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
1	2	3	4
10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 0 Гц до 13,2 ГГц КСВН не более 1,2	Делитель мощности ДМС2А-18-11Р
10.4 Определение уровня собственных шумов, приведенного к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 0 Гц до 13,2 ГГц Тип разъема N, «вилка»	Нагрузка согласованная 50 Ом из набора мер коэффициента передачи и отражения ZV-Z270
10.5 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка в диапазоне частот	Аттенуатор фиксированный	Диапазон частот от 0 Гц до 13,2 ГГц номинальное ослабление 10 дБ	Аттенуатор коаксиальный Д2М-18-10-11Р-11 2 штуки
	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 0 Гц до 13,2 ГГц КСВН не более 1,2	Делитель мощности ДМС2А-18-11Р
Примечание - Допускается применение другого вспомогательного оборудования с аналогичными техническими характеристиками			

6 Требования (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.

6.2 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.

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 поверяемого приемника следующим требованиям:

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

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

- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах 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 эксплуатационной документации.

Зафиксировать результаты внешнего осмотра в таблице Б.2 приложения Б.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

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

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

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проведения поверки

В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий поверки на соответствие требований пункта 3 настоящей методики.

Контроль условий проведения поверки проводят методом прямых измерений с помощью термогигрометра UNITESS THB 1 модификации THB 1B.

Провести измерения температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха с помощью термогигрометра UNITESS THB 1 модификации THB 1B.

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.1 приложения Б.

Результаты выполнения операции считать положительными, если результаты измерений параметров окружающей среды находятся в пределах, указанных в пункте 3 настоящей методики.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить до того момента, когда значения температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха будут соответствовать требованиям пункта 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

Порядок установки поверяемого приемника на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Приемники измерительные MWR». Руководство по эксплуатации ТРСН. 464335.003 РЭ».

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

8.2.1 Опробование модификаций приемников, имеющих сенсорный дисплей.

Включить приемник. Проверить работоспособность дисплея и отсутствие сообщений о неисправности или ошибках в процессе загрузки приемника.

Выдержать приемник во включенном состоянии не менее 30 минут.

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

Проверить, работоспособность сенсорной клавиатуры приемника - возможность установки и изменений с помощью клавиатуры следующих значений характеристик приемника: частоты; опорного уровня; полос обзора; полос пропускания.

Зафиксировать результаты опробования в таблице Б.3 приложения Б.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и в процессе загрузки приемника не возникают сообщения об ошибках, сенсорный дисплей работоспособен, сенсорная клавиатура работоспособна - обеспечивается установка и изменение с помощью клавиатуры следующих значений характеристик приемника: частоты; опорного уровня; полос обзора; полос пропускания.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

8.2.2 Опробование модификаций приемников, не имеющих сенсорного дисплея.

Подготовить к работе персональный компьютер (далее ПК) к которому будет подключаться поверяемый приемник по интерфейсу удаленного управления. Установить программное обеспечение (далее- ПО), прилагаемое к поверяемому приёмнику на данный ПК, следуя указаниям Руководства по эксплуатации ТРСН. 464335.003 РЭ.

Включить приемник. Проверить работоспособность установленного ПО на ПК и отсутствие сообщений о неисправности или ошибках в процессе подключения ПО к приемнику.

Выдержать приемник во включенном состоянии не менее 30 минут.

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

Проверить, функционирование диалоговых окон ПО приемника - возможность установки и изменений с помощью средств управления ПК следующих значений характеристик приемника: частоты; опорного уровня; полос обзора; полос пропускания.

Зафиксировать результаты опробования в таблице Б.3 приложения Б.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если ПО установленное на ПК работоспособно, после включения и в процессе подключения ПО к приемнику не возникают сообщения об ошибках, диалоговые окна ПО приемника функционируют - обеспечивается установка и изменение с помощью органов управления ПК следующих значений характеристик приемника: частоты; опорного уровня; полос обзора; полос пропускания.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения поверяемого приемника отображаются в диалоговом окне “**Информация**”.

Выполнить следующие установки на приемнике:

Настройки → **Информация**

Идентификационное наименование и номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне “**Информация**”, должны соответствовать указанным в описании типа на данное средство измерений.

Зафиксировать результаты проверки программного обеспечения в таблице Б.4 приложения Б.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

***ВНИМАНИЕ!!!** Если у поверяемого приемника установлена опция второго независимого канала MWR-2CH, то процедуру поверки второго канала проводят в том же объёме что и для первого канала с учётом наличия или отсутствия других измерительных опций.*

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты маркером в режиме интерполяции в диапазоне частот

Определение абсолютной погрешности измерений частоты маркером в режиме интерполяции в диапазоне частот проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B и стандарта частоты, который используется в качестве опорного генератора.

При поверке приемников в штатной комплектации или с опцией MWR-ОСХО в качестве опорного источника сигнала 10 МГц использовать стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG.

При поверке приемников с опцией MWR-RB или с MWR-RB-ENH в качестве опорного источника сигнала 10 МГц использовать стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007.

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

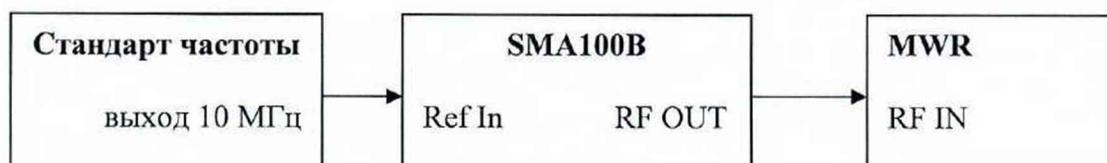


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений частоты

Частоты, на которых проводятся измерения выбираются из таблицы 8 пункта 11 в зависимости от модификации поверяемого приемника и отсутствия/наличия у поверяемого приемника опции расширения диапазона частот - MWR-DC. При этом выбирается одна из частот $F_{кч}$, Гц, соответствующая верхней границе диапазона частот поверяемого приемника с отстройкой на минус 10 МГц.

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [**PRESET**]
- [**FREQ** : из таблицы 8 пункта 11]
- [**LEVEL**: -25 dBm]
- [**SETUP**: Reference Oscillator: External]

Для установки частоты от 100 Гц до 8 кГц использовать выход “LF Output” источника модулирующих колебаний генератора сигналов SMA100B.

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [**Сброс** :]
- [**Амплитуда** : Опорный уровень : -20 дБм]
- [**RF Аттенюатор Ручной** : 0 дБ]
- [**Предусилитель** : Выключен]
- [**Полоса** : Полоса ПЧ: 260 МГц для частот менее 100 МГц]
- [**Полоса** : DDC: Выкл]
- [**Частота** : Центр: из таблицы 8 пункта 11]
- [**Частота** : Полоса Обзора: устанавливается значение из таблицы 8 пункта 11, в зависимости от установленного значения центральной частоты и опции типа опорного генератора]
- [**RBW** : Ручной: устанавливается значение из таблицы 8 пункта 11, в зависимости от установленного значения центральной частоты и опции типа опорного генератора]
- [**Полоса** : Окно БПФ: Наттелла]
- [**Режим** : Режим отображения: интерполяция: $\sin x/x$]

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B.

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [**Маркеры**: Маркер1 : Макс Пик]

Дождаться прохождения двух развёрток на экране приемника. Результаты измерений частоты будут отображаться на экране приемника в окне М1.

Зафиксировать данные результаты измерений как f_{MWR} , Гц, в таблице Б.5 приложения Б.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ.

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, аттенюатора ступенчатого R&S RSC с модулем 05, генератора сигналов SMA100B.

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при значении уровня входного сигнала минус 20 дБ (1 мВт)

Измерения проводят на частотах, указанных в таблице Б.6 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого приемника и отсутствия/наличия у поверяемого приемника опции расширения диапазона частот - MWR-DC.

Подготовить к работе ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T в соответствии с его руководством по эксплуатации. В качестве устройства управления и отображения информации при проведении измерений необходимо использовать персональный компьютер с установленным ПО «PowerViewer».

Перед проведением измерений определить неравномерность коэффициента передачи резистивного делителя мощности (далес - ДМ) между плечами в диапазоне частот от 10 МГц до крайней частоты модификации поверяемого приемника.

Для этого откалибровать анализатор цепей векторный R&S ZVB14. Подключить ДМ к плоскостям калибровки R&S ZVB14 по схеме, приведённой на рисунке 2.

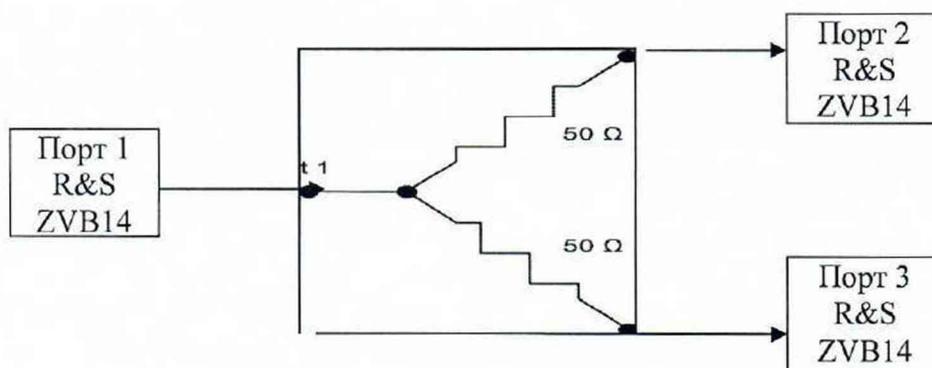


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения коэффициента передачи резистивного делителя мощности

Измерить на анализаторе цепей коэффициенты передачи S_{21} и S_{31} в диапазоне частот. Используя функцию MATH, вычислить трассу (S_{21}/S_{31}). Проверить, что неравномерность ДМ не превышает $\pm 0,2$ дБ. В случае превышения использовать другой ДМ или сохранить полученную трассу в виде .s2p файла на внешний носитель

информации и с помощью ПО «PowerViewer» загрузить данный файл в NRP18T, активировав режим «S-parameter correction».

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3, соединив выход генератора сигналов SMA100B напрямую с портом 1 ДМ.

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [PRESET]
- [FREQ: из таблицы Б.6 приложения Б]
- [LEVEL: -20 dBm]

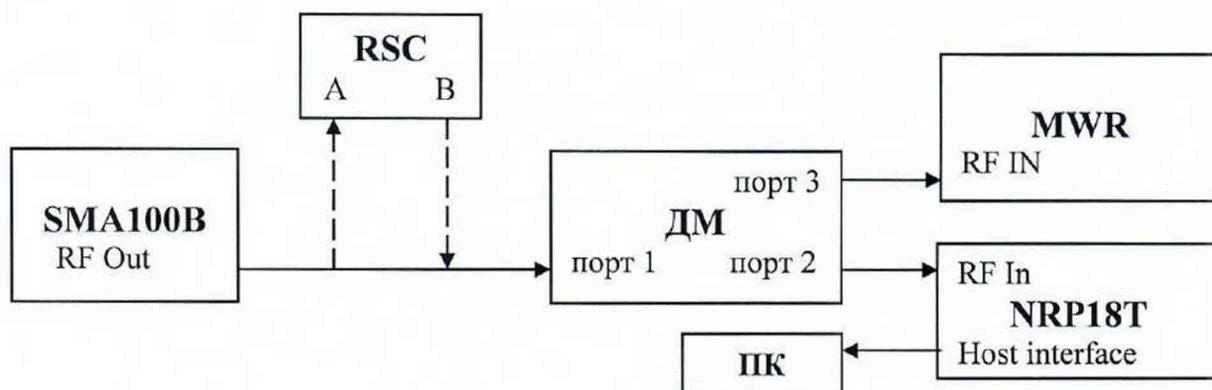


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [Сброс :]
- [Амплитуда : Опорный уровень : -10 дБм]
- [RF Аттенуатор Ручной : 0 дБ]
- [Предусилитель : Выключен]
- [Полоса : Полоса ПЧ: 260 МГц для частот менее 100 МГц]
20 МГц для частот от 100 МГц включ. и выше]
- [Частота : из таблицы Б.6 приложения Б]
- [Частота : Полоса Обзора: из таблицы 4]
- [RBW : Ручной: из таблицы 4]

Таблица 4 – Устанавливаемые значения полос обзора и RBW в зависимости от частоты входного сигнала

Частота входного сигнала $f_{уст}$, Гц	Полоса Обзора	RBW
опция MWR-DC	0,0001	0,1 Гц
	0,001	0,1 Гц
0,008	10 Гц	0,1 Гц
0,1	100 Гц	10 Гц
1	1 кГц	100 Гц
от 10 МГц и до выше	100 кГц	1 кГц

На ваттметре поглощаемой мощности СВЧ NRP18T выполнить процедуру установки нуля.

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B, и, плавно изменяя выходной уровень генератора, установить его таким, чтобы значение уровня мощности, измеряемого NRP18T, было равно минус $(20 \pm 0,1)$ дБ (1 мВт).

Для установки частоты от 100 Гц до 8 кГц использовать выход "LF Output" источника модулирующих колебаний генератора сигналов SMA100B (далее – ИМК).

Установить значение амплитуды сигнала ИМК в пределах (20 ± 1) мВ и, плавно изменяя выходной уровень ИМК, установить его таким, чтобы значение уровня мощности, измеряемого NRP18T, было равно минус $(20 \pm 0,1)$ дБ (1 мВт).

Зафиксировать показания ваттметра P_{NRP} , дБ (1 мВт) в таблице Б.6 приложения Б.

Выполнить следующие установки на приемнике:

– [**Маркеры:** Маркер1 : Макс Пик]

Зафиксировать показания маркера приемника как P_{MWR} , дБ (1 мВт) в таблице Б.6 приложения Б.

Повторить измерения для остальных частот.

Зафиксировать результаты измерений P_{MWR} и P_{NRP} , дБ (1 мВт) в таблице Б.6 приложения Б.

10.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при изменении значений ослабления внутреннего аттенуатора.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3, соединив выход генератора сигналов SMA100B напрямую с портом 1 ДМ.

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

– [**PRESET**]

– [**FREQ: 1 GHz**]

– [**LEVEL: -10 dBm**]

Выполнить следующие установки на приемнике:

– [**Частота** : Центр: 1 ГГц]

– [**Амплитуда** : Опорный уровень : 0 дБм]

– [**RF Аттенуатор Ручной** : 10 дБ]

– остальные установки в соответствии с пунктом 10.2.1

На ваттметре поглощаемой мощности СВЧ NRP18T выполнить процедуру установки нуля.

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B, и, плавно изменяя выходной уровень генератора, установить его таким, чтобы значение уровня мощности, измеряемого ваттметром, было равно минус $(10 \pm 0,1)$ дБ (1 мВт).

Зафиксировать показания ваттметра P_{NRP} , дБ (1 мВт) в таблице Б.6 приложения Б.

Выполнить следующие установки на приемнике:

– [**Маркеры:** Маркер1 : Макс Пик]

Зафиксировать показания маркера приемника после как P_{MWR} , дБ (1 мВт) в таблице Б.6 приложения Б.

Повторить измерения, устанавливая значения выходного уровня генератора таким, чтобы значения уровня мощности, измеряемого ваттметром, соответствовали значениям, указанным в таблице 5. Значения опорного уровня и собственного аттенюатора поверяемого приемника, так же установить в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – устанавливаемые значения параметров генератора и поверяемого приемника

Значения уровня мощности, измеряемого ваттметром, дБм (1 мВт)	Значения параметров поверяемого приемника	
	Опорный уровень, дБм (1 мВт)	RF Аттенюатор Ручной, дБ
0	10	20
10	20	30

Зафиксировать результаты измерений P_{MWR} и P_{NRP} , дБ (1 мВт) в таблице Б.6 приложения Б.

Повторить измерения на частоте из ряда: 3,99; 8,49; 9,99; 13,19 ГГц в зависимости от модификации приемника.

Зафиксировать результаты измерений P_{MWR} и P_{NRP} , дБ (1 мВт) в таблице Б.6 приложения Б.

10.2.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при значениях уровня входного сигнала от минус 20 до минус 70 дБ (1 мВт)

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3, соединив выход генератора сигналов SMA100B с портом А аттенюатора ступенчатого R&S RSC, а порт В аттенюатора с портом 1 ДМ.

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [PRESET]
- [FREQ: 1 GHz]
- [LEVEL: -20 dBm]

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [Частота : Центр: 1 ГГц]
- [Амплитуда : Опорный уровень : -20 дБм]
- остальные установки в соответствии с пунктом 10.2.1

Установить на аттенюаторе ступенчатом R&S RSC значение ослабления равным 0 дБ, частоту 1 ГГц.

На ваттметре поглощаемой мощности СВЧ NRP18T выполнить процедуру установки нуля.

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B, и, плавно изменяя выходной уровень генератора, установить его таким, чтобы мощность, измеряемая ваттметром, была равна минус $(20 \pm 0,1)$ дБ (1 мВт).

Зафиксировать показания ваттметра как $P_{NRP(-20)}$, дБ (1 мВт).

Установить на аттенюаторе ступенчатом R&S RSC значение ослабления 10 дБ.

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [Маркеры: Маркер1 : Макс Пик]

Зафиксировать показания маркера приемника после как P_{MWR} , дБ (1 мВт).

Повторить измерения, последовательно устанавливая на аттенуаторе ступенчатом R&S RSC значение ослабления 20; 30; 40; 50 дБ.

Зафиксировать результаты измерений P_{MWR} дБ (1 мВт) в таблице Б.6 приложения Б.

Повторить измерения на частоте из ряда: 3,99; 8,49; 9,99; 13,19 ГГц в зависимости от модификации приемника.

Зафиксировать результаты измерений P_{MWR} и $P_{NRP(-20)}$, дБ (1 мВт) в таблице Б.6 приложения Б.

ВНИМАНИЕ!!! Повторить процедуру поверки по пункту 10.2 для входа 2, если у поверяемого приёмника установлена опция MWR-SW (опция переключаемого СВЧ-входа)

10.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей в зависимости от частоты несущей, относительно несущей в полосе 1 Гц

Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей в зависимости от частоты несущей, относительно несущей в полосе 1 Гц проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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

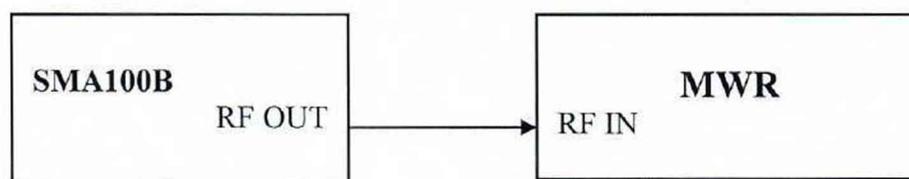


Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения спектральной плотности мощности фазовых шумов

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [PRESET]
- [FREQ: 1 GHz]
- [LEVEL: +10 dBm]

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [Сброс :]
- [Амплитуда : Опорный уровень : +10 дБм]
- [RF Аттенуатор Авто]
- [Предусилитель : Выключен]
- [Полоса : Полоса ПЧ: 20 МГц]
- [Частота : Центр: 1 ГГц]
- [Частота : Полоса Обзора: 100 кГц]
- [RBW : Ручной: 1 кГц]
- Остальные настройки по умолчанию.

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B.

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [**Меню**: Режим]
- [**Режим**: Анализ фазовых шумов: Таблица]

Дождаться окончания процедуры измерений с усреднением 5.

Зафиксировать результаты измерений спектральной плотности мощности фазовых шумов в отображаемом на экране приемника в окне "**Фазовый шум**" в виде таблицы, как $R_{ФШ}$, дБм/Гц для следующих отстроек от центральной частоты: 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц.

В случае необходимости проведения повторных измерений, в меню приемника активировать окно «**Новое измерение**».

Зафиксировать результаты измерений $R_{ФШ}$, дБм/Гц, в таблице Б.7 приложения Б.

Если на поверяемом приемнике установлена опция MWR-ULPN, то необходимо повторить измерения на частоте 100 МГц.

Зафиксировать результаты измерений $R_{ФШ}$, дБм/Гц, в таблице Б.7 приложения Б.

10.4 Определение среднего уровня собственных шумов, приведенного к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот

Определение среднего уровня собственных шумов, приведенного к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот проводят методом прямых измерений, путём измерений уровня с усреднением показаний отсчетных устройств поверяемого приемника, при отсутствии входного сигнала.

К СВЧ входу поверяемого приемника подключить согласованную нагрузку 50 Ом из набора мер коэффициента передачи и отражения, указанного в таблице 3.

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [**Сброс** :]
- [**Амплитуда** : Опорный уровень : -40 дБм]
- [**RF Аттenuатор Ручной** : 0 дБ]
- [**Предусилитель** : Выключен]
- [**Полоса** : Полоса ПЧ: 260 МГц для частоты "Стоп" до 100 МГц включ. 20 МГц для частот "Старт" от 100 МГц включ.]
- [**Частота** : Старт: ...]
- [**Частота** : Стоп: ...]

Частоты "Старт", "Стоп" и значения полос пропускания приёмника **RBW**, устанавливаются в соответствии с указанными поддиапазонами частот в таблице Б.8.1, или Б.8.2, или Б.8.3 приложения Б, в зависимости от модификации поверяемого приемника и отсутствия/наличия у поверяемого приемника опции расширения диапазона частот - MWR-DC.

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [**Амплитуда** : Детектор : Ср. Кв. Значение]
- [**Полоса** : Окно БПФ: Ханна]
- [**Маркер**: Маркер: Маркер1: Ещё: Маркер для измерения шума]
- [**График**: График1: Усреднение 10]

Дождаться окончания процедуры измерений с усреднением 10.

Результаты измерений среднего уровня собственных шумов приведенного к полосе пропускания 1 Гц будут отображаться на экране приемника в окне **MN1**.

Зафиксировать данные результаты измерений в таблице Б.8.1, или Б.8.2, или Б.8.3 приложения Б в зависимости от поверяемой модификации приемника и установленных в нём опций.

В случае наличия собственных дискретных спектральных составляющих приемника с уровнем, превышающим допустимый средний уровень собственных шумов, необходимо производить отстройку от них.

Для модификаций приемников MWR-U и MWR-UW средний уровень собственных шумов, приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот от 100 Гц до 10 кГц, а для модификаций приемников MWR-URP-2 в диапазоне частот от 100 Гц до 100 кГц, следует определять, учитывая уровень дискретных составляющих по их максимуму.

Повторить измерения во всех поддиапазонах частот, указанных в таблице Б.8.1, или Б.8.2, или Б.8.3 приложения Б, в зависимости от модификации поверяемого приемника и отсутствия/наличия у поверяемого приемника опции расширения диапазона частот - MWR-DC, при включенном предусилителе.

Зафиксировать результаты измерений $N_{\text{сусш}}$, дБ (1 мВт), в соответствующей таблице.

ВНИМАНИЕ!!! Повторить процедуру поверки по пункту 10.4 для входа 2, если у поверяемого приёмника установлена опция MWR-SW (опция переключаемого СВЧ-входа)

10.5 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка в диапазоне частот

Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка в диапазоне частот, проводят методом прямых измерений, путем подачи на вход поверяемого приемника двух гармонических сигналов с частотами f_1 и f_2 . У приемника есть функция измерений уровня помех, возникших на частотах $2f_1-f_2$ и $2f_2-f_1$ относительно уровня основных сигналов на частотах f_1 и f_2 . Результаты данных измерений выражаются в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI).

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рис. 5.

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [Сброс :]
- [Амплитуда : Опорный уровень : -10 дБм]
- [RF Аттеноатор Ручной : 0 дБ]
- [Предусилитель : Выключен]
- [Полоса : Полоса ПЧ: 20 МГц]
- [Частота : Центр: 101 МГц]
- [Частота : Полоса Обзора: 4 МГц]
- [RBW : Ручной: 100 Гц]

Установить выходной уровень сигнала первого генератора сигналов SMA100B минус 20 дБ (1 мВт), частоту $f_1 = 101 \text{ МГц} - 500 \text{ кГц}$

Установить выходной уровень сигнала второго генератора сигналов SMA100B минус 20 дБ (1 мВт), частоту $f_2 = 101 \text{ МГц} + 500 \text{ кГц}$

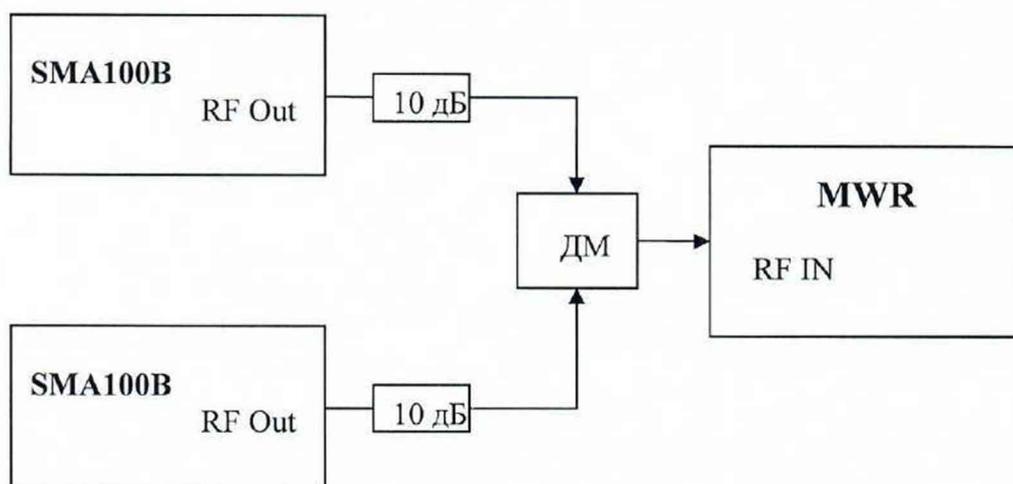


Рисунок 5 – Структурная схема соединения СИ для определения относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка в диапазоне частот

Включить мощность первого генератора сигналов SMA100B. Органами регулировки генератора установить уровень сигнала на входе приемника минус 20 дБ (1 мВт) по показанию маркера. Выключить мощность первого генератора сигналов SMA100B, включить мощность второго генератора сигналов SMA100B и его уровень установить аналогичным образом.

Включить выходную мощность первого генератора сигналов SMA100B.

При помощи соответствующей функции поверяемого приемника определить уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI), для этого выполнить следующие установки на приемнике:

- [**Меню** : Измерения : Функция Маркерных измерений:
Искажения 3-го порядка (TOI)]

Зафиксировать результаты измерений уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка, выраженных в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI) и отображаемых в таблице на экране приемника в строке «Искажения 3-го порядка (верхняя строка)» как P_{TOI} , дБ (1 мВт), в таблице Б.9 приложения Б.

Повторить измерения, устанавливая на поверяемом приемнике следующие значения центральной частоты: 1; 3,99; 8,49; 9,99; 13,19 ГГц в зависимости от модификации поверяемого приемника. На генераторах устанавливать соответствующие частоты с отстройкой на ± 500 кГц.

Зафиксировать результаты измерений N_{TOI} , дБ (1 мВт), в таблице Б.9 приложения Б.

10.6 Определение уровня подавления паразитных сигналов при уровне сигнала на смесителе минус 20 дБ (1 мВт) относительно несущей, в диапазоне частот.

Определение уровня подавления паразитных сигналов при уровне сигнала на смесителе минус 20 дБ (1 мВт) относительно несущей, в диапазоне частот проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [**Сброс** :]
- [**Амплитуда** : Опорный уровень : -10 дБм]
- [**RF Аттenuатор Ручной** : 10 дБ]
- [**Предусилитель** : Выключен]
- [**Полоса** : Полоса ПЧ: Авто]
- [**Частота** : Центр: из таблицы Б.10 приложения Б]
- [**Частота** : Полоса Обзора: 120 МГц]
- [**RBW** : Ручной: 10 кГц]
- [**График**: График1: Усреднение 3]

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [**PRESET**]
- [**FREQ**: из таблицы Б.10 приложения Б]
- [**LEVEL**: - 20 dBm]

Активировать выходной сигнал.

На поверяемом приемнике дождаться окончания процедуры измерений с усреднением 3 и измерить с помощью маркера уровни паразитных каналов (уровни всех откликов, отображаемых на экране приемника в текущей полосе обзора кроме откликов, гармонических составляющих сигнала с текущей частотой)

Зафиксировать показания маркера как $R_{ПКП}$, дБ (1 мВт), в таблице Б.10 приложения Б.

10.7 Определение КСВН входа в диапазоне частот

***ВНИМАНИЕ!!!** Процедуру поверки по пункту 10.7 не проводят для поверяемых приёмников, у которых установлена опция *MWR-SW* (опция переключаемого СВЧ-входа)*

Определение КСВН входа приемника в диапазоне частот проводят методом прямых измерений с помощью анализатора цепей векторного R&S ZVB14.

Анализатор цепей векторный R&S ZVB14 откалибровать по срезу кабеля в соответствии с его руководством по эксплуатации. Кабель подключить к входу поверяемого приемника.

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [**Сброс** :]
- [**RF Аттenuатор Ручной** : 10 дБ]

Провести измерения КСВН входа приемника в диапазон частот от 10 МГц до максимальной частоты модификации поверяемого приемника и зафиксировать результаты измерений в таблице Б.11 приложения Б.

***ВНИМАНИЕ!!!** Операции поверки по пунктам 10.8 – 10.9 выполняются только для тех приемников, у которых установлена опция измерительного демодулятора АМ/ЧМ (опция *MWR-MD*)*

10.8 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции в диапазоне модулирующих частот

Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции в диапазоне модулирующих частот проводят методом прямых измерений с помощью калибратора SMBV-AM-FM, при подаче на вход поверяемого приемника синусоидального сигнала с амплитудной модуляцией.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 6.

Подключить выход калибратора SMBV-AM-FM к входу поверяемого приемника.



Рисунок 6 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции

Выполнить следующие установки на калибраторе SMBV-AM-FM:

- Частота несущей: из таблицы 6
- Уровень несущей: минус 25 дБ (1 мВт)

Из библиотеки “цифровых копий” сигналов, выбрать “цифровые копии” сигналов со следующими параметрами:

- коэффициент амплитудной модуляции K_{AM} : из таблицы 6]
- частоту модулирующего колебания F_{MOD} : из таблицы 6]

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [Сброс :]
- [Меню: Амплитуда : Опорный уровень : -20 дБм]
- [RF Аттенуатор Ручной : 0 дБ]
- [Предусилитель : Выключен]
- [Меню: Режим]
- [Режим: Демодуляторы: AM]

На экране приемника должно появиться окно: “Ампл. Мод.”

В данном окне установить: **Усреднение 10**

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [Центральная частота: из таблицы 6]
- [Полоса демодуляции: из таблицы 6]
- [Длительность измерений: из таблицы 6]
- [Триггер: активировать (нажать)]
- [Диапазон : удобный для наблюдения, в зависимости измеряемого значения, коэффициента амплитудной модуляции]

Провести измерения значений коэффициента амплитудной модуляции (K_{AM}) для всех значений: несущей частоты F_N , МГц; модулирующей частоты F_{MOD} , кГц; K_{AM} , %; указанных в таблице 6.

Результаты измерений K_{AM} будут отображаться на экране приемника в окне “Ампл. Мод.” в строке \pm ПИК/2.

Зафиксировать данные результаты измерений как K_{AM}^{MWR} , % в таблице Б.12 приложения Б.

Таблица 6 – Параметры “цифровых копий” сигналов SMBV-AM-FM и устанавливаемые параметра на поверяемом приемнике

Параметры “цифровых копий” сигналов SMBV-AM-FM		F_H , МГц		Устанавливаемые параметры на поверяемом приемнике MWR	
F_{MOD} , кГц	K_{AM} , %	25	425	Полоса демодуляции	Длительность измерений
0,02	100	+	—	2,222 кГц	500 мс
	50	+			
	5	+			
	1	+			
1,0	100	+	+	11,111 кГц	10 мс
	95	+	—		
	50	+	+		
	5	+	+		
	1	+	+		
60	100	+	—	1,111 МГц	100 мкс
	50	+			
	10	+			
	1	+			
200	100	+	—	4,444 МГц	50 мкс
	50	+			
	10	+			
	1	+			
+ провести измерения					

10.9 Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты

Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты на несущих частотах проводят методом прямых измерений с помощью калибратора SMBV-AM-FM при подаче на вход поверяемого приемника синусоидального сигнала с частотной модуляцией.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 6.

Выполнить следующие установки на калибраторе SMBV-AM-FM:

- Частота несущей: 50 МГц
- Уровень несущей: минус 25 дБ (1 мВт)

Из библиотеки “цифровых копий” сигналов, выбрать “цифровые копии” сигналов со следующими параметрами:

- девиацию частоты $F_{ДЕВ}$: из таблицы 7]
- частоту модулирующего колебания $F_{МОД}$: из таблицы 7]

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [Сброс :]
- [Меню: Амплитуда : Опорный уровень : -20 дБм]
- [RF Атенюатор Ручной : 0 дБ]
- [Предусилитель : Выключен]

- [**Меню:** Режим]
 - [**Режим:** Демодуляторы: ЧМ]
- На экране приемника должно появиться окно: “**Частот. Мод.**”
 В данном окне установить: **Усреднение 10**

Таблица 7 – Параметры “цифровых копий” сигналов SMBV-AM-FM и устанавливаемые параметра на поверяемом приемнике

F _{мод} , кГц	F _{дев} , кГц				
	1000	500	100	10	1
0,02	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+
20	+	+	+	+	—
30	+	+	+	+	+
100	+	+	+	+	—
200	+	+	+	+	

+ провести измерения

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [**Центральная частота:** 50 МГц]
- [**Длительность измерений:** удобная для наблюдения в зависимости от измеряемого значения, девиации частоты]
- [**Подавление DC:** активировать (нажать)]
- [**Триггер:** активировать (нажать)]
- [**Диапазон :** удобный для наблюдения, в зависимости от измеряемого значения,
девиации частоты]

Провести измерения девиации частоты (F_{дев}) для всех значений: несущей частоты F_н, МГц; модулирующей частоты F_{мод}, кГц; девиации частоты F_{дев}, кГц; указанных в таблице 7.

Для удобства наблюдения, ширину полосы демодуляции поверяемого приемника необходимо установить примерно от 10·(F_{мод} + F_{дев}) для малых значений F_{мод} и F_{дев} до 4·(F_{мод} + F_{дев}) для больших значений F_{мод} и F_{дев}.

Результаты измерений F_{дев} будут отображаться на экране приемника в окне “**Частот. Мод.**” в строке ±ПИК/2.

Зафиксировать результаты данных измерений как F_{дев}^{MWR}, Гц, в таблице Б.13 приложения Б.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1 результатов измерений f_{MWR} , Гц рассчитать по формуле (1) абсолютную погрешность измерений частоты маркером в режиме интерполяции в диапазоне частот:

$$\Delta f_{MWR} = f_{MWR} - f_{уст}, \quad (1)$$

где f_{MWR} – измеряемые приемником значения частоты входного сигнала, Гц

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений частоты маркером в режиме интерполяции в диапазоне частот не выходят за пределы, указанные в таблице 8.

Таблица 8 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты маркером в режиме интерполяции в диапазоне частот (Δf_{MWR})

Частота входного сигнала $f_{уст}$, Гц		Установки на поверяемом приемнике		Пределы допустимых значений Δf_{MWR} , Гц
		Полоса Обзора	RBW	
приемник в стандартном исполнении				
опция MWR-DC	100	10 Гц	0,1 Гц	±0,205
	1 000	10 Гц	0,1 Гц	±0,250
	5 000	10 Гц	0,1 Гц	±0,450
	8 000	10 Гц	0,1 Гц	±0,600
	100 000	100 Гц	1 Гц	±5,200
	100 000 000	1 кГц	10 Гц	±5000,200
	101 000 000	1 кГц	10 Гц	±303,010
	1 000 000 000	10 кГц	100 Гц	±3000,010
F _{кч}	3 990 000 000	100 кГц	1 кГц	±11970,010
	8 490 000 000	100 кГц	1 кГц	±25470,010
	9 990 000 000	100 кГц	1 кГц	±29970,010
	13 190 000 000	200 кГц	2 кГц	±39570,010
приемник с опцией MWR-ОСХО				
опция MWR-DC	100	10 Гц	0,1 Гц	±0,2001
	1 000	10 Гц	0,1 Гц	±0,2005
	5 000	10 Гц	0,1 Гц	±0,2025
	8 000	10 Гц	0,1 Гц	±0,2040
	100 000	100 Гц	1 Гц	±0,2500
	100 000 000	1 кГц	10 Гц	±50,2000
	101 000 000	1 кГц	10 Гц	±50,5100
	1 000 000 000	10 кГц	100 Гц	±500,0100
F _{кч}	3 990 000 000	100 кГц	1 кГц	±1995,0100
	8 490 000 000	100 кГц	1 кГц	±4245,0100
	9 990 000 000	100 кГц	1 кГц	±4995,0100
	13 190 000 000	200 кГц	2 кГц	±6595,0100

Продолжение таблицы 8

Частота входного сигнала $f_{уст}$, Гц		Установки на поверяемом приемнике		Пределы допустимых значений Δf_{MWR} , Гц
		Полоса Обзора	RBW	
приемник с опцией MWR-RB				
опция MWR-DC	100	10 Гц	0,1 Гц	$\pm 0,20005$
	1 000	10 Гц	0,1 Гц	$\pm 0,20050$
	5 000	10 Гц	0,1 Гц	$\pm 0,20250$
	8 000	10 Гц	0,1 Гц	$\pm 0,20400$
	100 000	100 Гц	1 Гц	$\pm 0,25000$
	100 000 000	1 кГц	10 Гц	$\pm 50,20000$
	101 000 000	1 кГц	10 Гц	$\pm 0,21200$
	1 000 000 000	10 кГц	100 Гц	$\pm 2,01000$
Fкч	3 990 000 000	100 кГц	1 кГц	$\pm 7,99000$
	8 490 000 000	100 кГц	1 кГц	$\pm 15,99000$
	9 990 000 000	100 кГц	1 кГц	$\pm 16,99000$
	13 190 000 000	200 кГц	2 кГц	$\pm 26,39000$
приемник с опцией MWR-RB-ENH				
опция MWR-DC	100	10 Гц	0,1 Гц	$\pm 0,20005$
	1 000	10 Гц	0,1 Гц	$\pm 0,20050$
	5 000	10 Гц	0,1 Гц	$\pm 0,20250$
	8 000	10 Гц	0,1 Гц	$\pm 0,20400$
	100 000	100 Гц	1 Гц	$\pm 0,25000$
	100 000 000	1 кГц	10 Гц	$\pm 50,20000$
	101 000 000	1 кГц	10 Гц	$\pm 0,06050$
	1 000 000 000	10 кГц	100 Гц	$\pm 0,51000$
Fкч	3 990 000 000	100 кГц	1 кГц	$\pm 2,00500$
	8 490 000 000	100 кГц	1 кГц	$\pm 4,00500$
	9 990 000 000	100 кГц	1 кГц	$\pm 4,25500$
	13 190 000 000	200 кГц	2 кГц	$\pm 6,60500$

11.2 Для полученных в пункте 10.2.1 и 10.2.2 результатов измерений P_{MWR} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ ΔP :

$$\Delta P = P_{MWR} - P_{NRP}, \quad (2)$$

где P_{NRP} – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18T

Для полученных в пункте 10.2.3 результатов измерений P_{MWR} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ ΔP :

$$\Delta P = P_{MWR} - P_{NRP(-20)} + A, \quad (3)$$

где $P_{NRP(-20)}$ – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, для установленного опорного уровня минус 20 дБ (1 мВт)

A – действительные значения установленного ослабления на аттенуаторе ступенчатом R&S RSC, дБ (выбираются из протокола поверки)

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные по формулам 2 и 3 значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, не выходят за пределы:

±1,5 дБ для приемников без опции MWR-LPC

±1,0 дБ для приемников с опцией MWR-LPC.

11.3 Результаты поверки по операции пункта 10.3 считаются удовлетворительными, если измеренные значения спектральной плотности мощности фазовых шумов $R_{\text{ФШ}}$, дБм/Гц при отстройке от несущей в зависимости от частоты несущей, относительно несущей в полосе 1 Гц, не превышают значений, указанных в таблице 9.

Таблица 9 – Допустимые значения спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей в зависимости от частоты несущей, относительно несущей в полосе 1 Гц, не более

Опция	Частота отстройки от несущей ΔF				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
	частота несущей 100 МГц				
MWR-ULPN	-102	-120	-122	-128	-130
	частота несущей 1 ГГц				
штатно	-84	-90	-97	-110	-130
опция MWR-LPN	-88	-108	-115	-119	-126
опция MWR-ULPN	-93	-117	-124	-129	-130

11.4 Результаты поверки по операции пункта 10.4 считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднего уровня собственных шумов приведенного к полосе пропускания 1 Гц в диапазоне частот $N_{\text{сусш}}$, дБ (1 мВт) не превышают значений, указанных в таблице 10 или 11 в зависимости от модификации поверяемого приемника и отсутствия/наличия у поверяемого приемника опции расширения диапазона частот - MWR-DC.

Таблица 10 – Средний уровень собственных шумов¹, приведенный к полосе пропускания 1 Гц для приемников MWR в штатной комплектации, в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	предусилитель выкл.	предусилитель вкл.
от. 8 кГц до 100 кГц включ.	-107	-107
св. 100 кГц до 1 МГц включ.	-115	-115
св. 1 МГц до 10 МГц включ.	-130	-130
св. 10 МГц до 100 МГц включ.	-143	-145
св. 100 МГц до 1 ГГц включ.	-145	-154
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	-150	-155
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	-150	-154
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц	-150	-152

Примечание:

1 При наличии опции MWR-SW значение среднего уровня собственных шумов на 5 дБ больше

Таблица 11 – Средний уровень собственных шумов², приведенный к полосе пропускания 1 Гц для приемников MWR с опцией MWR-DC в зависимости от модификации, в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	Модификации MWR-40UW, MWR-85UW, MWR-100UW, MWR-135UW, MWR-40U, MWR-85U, MWR-100U, MWR-135U		Модификации MWR-40UPR-2, MWR-80UPR-2, MWR-100UPR-2, MWR-135UPR-2	
	состояние предусилителя			
	выкл.	вкл.	выкл.	вкл.
от 100 Гц до 1 кГц включ.	-85	-85	-85	-85
св. 1 кГц до 10 кГц включ.	-100	-100	-95	-95
св. 10 кГц до 100 кГц включ.	-145	-145	-105	-105
св. 100 кГц до 100 МГц включ.	-145	-145	-145	-145
св. 100 МГц до 8 ГГц включ.	-150	-152	-150	-152
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	-146	-150	-146	-150
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц	-145	-145	-145	-145
Примечание: 2 При наличии опции MWR-SW значение среднего уровня собственных шумов на 5 дБ больше				

11.5 Результаты поверки по операции пункта 10.5 считаются удовлетворительными, если измеренные значения относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка в диапазоне частот выраженного в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI) R_{TOI} не менее значения минус 5 дБ (1 мВт).

11.6 Для полученных в пункте 10.6 результатов измерения уровня подавления паразитных каналов приема $R_{ПКП}$, дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (4) уровень подавления паразитных каналов приема при уровне сигнала на смесителе минус 20 дБ (1 мВт), дБ относительно несущей в диапазоне частот:

$$R_{ПКП(-20)} = R_{ПКП} - R_{СМ}, \quad (4)$$

где $R_{СМ}$ – уровень входного сигнала смесителя равный минус 20 дБ (1 мВт)

Результаты поверки по операции пункта 10.6 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня подавления паразитных каналов приёма при уровне сигнала на смесителе минус 20 дБ (1 мВт), относительно несущей в диапазоне частот ($R_{ПКП(-20)}$), дБ, не превышают значения минус 50 дБ.

11.7 Результаты поверки по операции пункта 10.7 считаются удовлетворительными, если измеренные значения КСВН входа приемника в диапазоне частот не превышают значений, указанных в таблице 12.

Таблица 12 – Допустимые значения КСВН входа приемников в диапазоне частот

Диапазон частот	Допустимые значения КСВН входа приемника в диапазоне частот, не более
от 10 МГц до 10 ГГц включ.	2,0
св. 10 до 13,2 ГГц	2,5

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений K_{AM}^{MWR} , %, рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность измерений коэффициента амплитудной модуляции ΔK_{AM} , %:

$$\Delta K_{AM} = K_{AM}^{MWR} - K_{AM}, \quad (5)$$

где K_{AM} – значения коэффициента амплитудной модуляции, установленные на калибраторе SMBV-AM-FM, %

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции ΔK_{AM} , %, не превышают пределов допустимых значений $\Delta K_{AM}^{ДОП}$, %, рассчитанных по формуле (6):

$$\Delta K_{AM}^{ДОП} = \pm(0,8 + 0,04 \cdot K_{AM}), \quad (6)$$

11.9 Для полученных в пункте 10.9 результатов измерений $F_{ДЕВ}^{MWR}$, Гц, рассчитать по формуле (7) абсолютную погрешность измерений девиации частоты $\Delta F_{ДЕВ}$, Гц:

$$\Delta F_{ДЕВ} = F_{ДЕВ}^{MWR} - F_{ДЕВ}, \quad (7)$$

где $F_{ДЕВ}$ – значения девиации частоты, установленные на калибраторе SMBV-AM-FM, Гц

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения абсолютной погрешности измерений девиации частоты $\Delta F_{ДЕВ}$, Гц, не превышают пределов допустимых значений $\Delta F_{ДЕВ}^{ДОП}$, Гц, рассчитанных по формуле (8):

$$\Delta F_{ДЕВ}^{ДОП} = \pm(0,04 \cdot F_{ДЕВ} + 30), \quad (8)$$

11.10 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик приемников измерительных MWR требованиям, указанным в пунктах раздела 11 настоящей методики.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б. Сведения о применяемых средствах поверки, а также результаты промежуточных измерений и расчётов заносят в протокол поверки в соответствии с формой протокола, утверждённой системой 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 СИ.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его 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»



С. Н. Гольшак

Начальник сектора
лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



А. С. Каледин

Основные метрологические характеристики приемников измерительных MWR

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики		Значение	
Диапазон частот, Гц	штатно	модификации MWR-40UW, MWR-40U, MWR-40UPR-2	от $8 \cdot 10^3$ до $4 \cdot 10^9$
		модификации MWR-85UW, MWR-85U, MWR-85UPR-2	от $8 \cdot 10^3$ до $8,5 \cdot 10^{10}$
		модификации MWR-100UW, MWR-100U, MWR-100UPR-2	от $8 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^{10}$
		модификации MWR-135UW, MWR-135U, MWR-135UPR-2	от $8 \cdot 10^3$ до $1,32 \cdot 10^{10}$
	опция MWR-DC	модификации MWR-40UW, MWR-40U, MWR-40UPR-2	от $1 \cdot 10^2$ до $4 \cdot 10^9$
		модификации MWR-85UW, MWR-85U, MWR-85UPR-2	от $1 \cdot 10^2$ до $8,5 \cdot 10^{10}$
		модификации MWR-100UW, MWR-100U, MWR-100UPR-2	от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{10}$
		модификации MWR-135UW, MWR-135U, MWR-135UPR-2	от $1 \cdot 10^2$ до $1,32 \cdot 10^{10}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты $f_{изм}$ маркером в режиме интерполяции в диапазонах частот, Гц	от 100 Гц до 100 МГц включ.	Штатно	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot f_{изм} + 0,2)$
		Опции MWR-OCXO, MWR-RB, MWR-RB-ENH	$\pm(5 \cdot 10^{-7} \cdot f_{изм} + 0,2)$
	св. 100 МГц до 13,2 ГГц	Штатно	$\pm(3 \cdot 10^{-6} \cdot f_{изм} + 0,01)$
		Опция MWR-OCXO	$\pm(5 \cdot 10^{-7} \cdot f_{изм} + 0,01)$
		Опция MWR-RB	$\pm(2 \cdot 10^{-9} \cdot f_{изм} + 0,01)$
		Опция MWR-RB-ENH	$\pm(5 \cdot 10^{-10} \cdot f_{изм} + 0,01)$
Максимальная полоса анализа в режиме анализа спектра реального времени (опция MWR-RT), для диапазонов частот, Гц	от 0,15 до 13,2 ГГц	$1,8 \cdot 10^8$	
Спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройке от несущей на частотах 100 МГц и 1 ГГц в зависимости от опций, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, не более		приведены в таблице 3 и 4	
Диапазон измеряемого уровня мощности входного сигнала, в диапазоне частот, дБ (1 мВт)	От 100 Гц до 12 МГц включ.	от среднего уровня шумов до -15	
	Св.12 МГц до 13,2 ГГц	от среднего уровня шумов до +20	

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики		Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, дБ	штатно	±1,5
	опция MWR-LPC	±1,0
Диапазон и шаг перестройки аттенюатора СВЧ, дБ		от 0 до 31,5 через 0,5
Средний уровень собственных шумов, приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в зависимости от модификации приемника, состояния предусилителя и наличия опции MWR-DC, в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не более		приведены в таблицах А.4 и А.5
Относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка $L_{ИМЗ}$, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка (ТОИ) ¹ , в диапазоне частот, при выключенном предусилителе и входном аттенюаторе 0 дБ, дБ (1 мВт), не менее	от 100 МГц до 13,2 ГГц	-5
Примечание: 1 $ТОИ = (2 \cdot L_{смес} - L_{ИМЗ})/2$, где $L_{смес}$ – уровень входного сигнала смесителя, дБ (1 мВт)		
Уровень подавления паразитных сигналов при уровне сигнала на входе минус 20 дБ (1 мВт) и аттенюаторе 10 дБ в полосе обзора 120 МГц, дБ относительно несущей, в диапазоне частот, не более	от 100 МГц до 13,2 ГГц	-50
КСВН входа ² в диапазоне частот при аттенюаторе СВЧ 10 дБ, не более	от 10 МГц до 10 ГГц включ.	2,0
	св. 10 до 13,2 ГГц	2,5
Примечание: 2 При наличии опции MWR-SW КСВН не нормируется		

Таблица А.2 – Спектральная плотность мощности фазовых шумов в зависимости от отстройки на частоте 100 МГц, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, не более

	Частота отстройки ΔF				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
опция MWR-ULPN	-102	-120	-122	-128	-130

Таблица А.3 – Спектральная плотность мощности фазовых шумов в зависимости от отстройки на частоте 1 ГГц, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, не более

	Частота отстройки ΔF				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
штатно	-84	-90	-97	-110	-130
опция MWR-LPN	-88	-108	-115	-119	-126
опция MWR-ULPN	-93	-117	-124	-129	-130

Таблица А.4 – Средний уровень собственных шумов³, приведенный к полосе пропускания 1 Гц для приемников MWR в штатной комплектации, в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	предусилитель выкл.	предусилитель вкл.
от. 8 кГц до 100 кГц включ.	-107	-107
св. 100 кГц до 1 МГц включ.	-115	-115
св. 1 МГц до 10 МГц включ.	-130	-130
св. 10 МГц до 100 МГц включ.	-143	-145
св. 100 МГц до 1 ГГц включ.	-145	-154
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	-150	-155
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	-150	-154
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц включ.	-150	-152
Примечание: 3 При наличии опции MWR-SW значение среднего уровня собственных шумов на 5 дБ больше		

Таблица А.5 – Средний уровень собственных шумов⁴, приведенный к полосе пропускания 1 Гц для приемников MWR с опцией MWR-DC в зависимости от модификации, в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	Модификации MWR-40UW, MWR-85UW, MWR-100UW, MWR-135UW, MWR-40U, MWR-85U, MWR-100U, MWR-135U		Модификации MWR-40UPR-2, MWR-80UPR-2, MWR-100UPR-2, MWR-135UPR-2	
	состояние предусилителя			
	выкл.	вкл.	выкл.	вкл.
от 100 Гц до 1 кГц включ.	-85	-85	-85	-85
св. 1 кГц до 10 кГц включ.	-100	-100	-95	-95
св. 10 кГц до 100 кГц включ.	-145	-145	-105	-105
св. 100 кГц до 100 МГц включ.	-145	-145	-145	-145
св. 100 МГц до 8 ГГц включ.	-150	-152	-150	-152
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	-146	-150	-146	-150
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц	-145	-145	-145	-145
Примечание: 4 При наличии опции MWR-SW значение среднего уровня собственных шумов на 5 дБ больше				

Таблица А.6 – Метрологические характеристики. Параметры измерений модуляции для опции MWR-MD

Наименование характеристики	Значение
Частотная модуляция (ЧМ)	
Диапазон измеряемых значений девиации частоты $F_{ДЕВ}$, Гц	от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^7$
Диапазон модулирующих частот $F_{МОД}$, Гц	от $2 \cdot 10^1$ до $1 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений девиации частоты, Гц	$\pm(0,04 \cdot F_{ДЕВ} + 30)$
Амплитудная модуляция (АМ)	
Диапазон измерений пикового значения коэффициента амплитудной модуляции $K_{АМ}$, %	от 1 до 100
Диапазон модулирующих частот для режима АМ для диапазонов несущих частот, Гц	от $2 \cdot 10^1$ до $2 \cdot 10^5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $K_{АМ}$ в диапазоне модулирующих частот, %	$\pm(0,8 + 0,04 \cdot K_{АМ})$

Форма протокола поверки приемников измерительных MWR в части определения метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающей среды, °С	
Относительная влажность воздуха, %	

Таблица Б.2 – Внешний осмотр

Вид проверки	Заключение
Внешний вид СИ должен соответствовать фотографиям и текстовому описанию, приведённым в описании типа на данное СИ, при этом допускается незначительное изменение дизайна СИ, не влияющее на однозначное определение типа СИ по внешнему виду	
Наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию и заводской номер СИ	
Наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное СИ	
Наружная поверхность СИ не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу СИ и его органов управления	
Разъемы СИ должны быть чистыми	
Сохранность маркировки и лакокрасочных покрытий	
Комплектность СИ должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя	

Таблица Б.3 – Опробование

Вид проверки	Заключение
для модификаций приемников с дисплеем	
После включения и загрузки программного обеспечения приемника не должны возникать сообщения об ошибках	
Дисплей приемника (для модификаций с дисплеем) должен быть работоспособен	
С помощью сенсорной клавиатуры (для модификаций с дисплеем), обеспечивается возможность установки следующих значений характеристик приемника: частоты; опорного уровня; полос обзора; полос пропускания	
для модификаций приемников без дисплея	
После включения и загрузки программного обеспечения приемника на управляющем ПК не должны возникать сообщения об ошибках	
С помощью органов управления управляющего ПК, обеспечивается возможность установки в диалоговых окнах ПО приемника следующих значений характеристик приемника: частоты; опорного уровня; полос обзора; полос пропускания	

Таблица Б.4 – Проверка программного обеспечения средства измерений

Вид проверки	Заключение
Идентификационное наименование ПО, отображаемое в диалоговом окне “О системе” должно быть: MWR FW/ MWR GUI	
Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне приемника “О системе” должен быть для: MWR FW не менее 6.0.14 MWR GUI не менее 1.1.11	

***ВНИМАНИЕ!!!** Если у поверяемого приемника установлена опция второго независимого канала MWR-2CH, то процедуру оформления протокола, проводят в том же объёме что и для первого канала с учётом наличия или отсутствия других измерительных опций.*

Таблица Б.5 – Определение абсолютной погрешности измерений частоты маркером в режиме интерполяции в диапазоне частот (Δf_{MWR})

Частота входного сигнала, Гц	Измеренные значения частоты приемником f_{MWR} , Гц	Рассчитанные значения Δf_{MWR} , Гц	Пределы допустимых значений Δf_{MWR} , Гц	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5
приемник в стандартном исполнении				
опция MWR-DC	100		±0,205	
	1000		±0,250	
	5000		±0,450	
8000			±0,600	
100000			±5,200	
100000000			±5000,200	
101000000			±303,010	
1000000000			±3000,010	
Fкч	3990000000		±11970,010	
	8490000000		±25470,010	
	9990000000		±29970,010	
	13190000000		±39570,010	
приемник с опцией MWR-OCXO				
опция MWR-DC	100		±0,2001	
	1000		±0,2005	
	5000		±0,2025	
8000			±0,2040	
100000			±0,2500	
100000000			±50,2000	
101000000			±50,5100	
1000000000			±500,0100	
Fкч	3990000000		±1995,0100	
	8490000000		±4245,0100	
	9990000000		±4995,0100	
	13190000000		±6595,0100	

Продолжение таблицы Б.5

1		2		3		4		5	
приемник с опцией MWR-RB									
опция MWR-DC	100					±0,20005			
	1000					±0,20050			
	5000					±0,20250			
8000						±0,20400			
100000						±0,25000			
100000000						±50,20000			
101000000						±0,21200			
1000000000						±2,01000			
F _{кч}	3990000000					±7,99000			
	8490000000					±15,99000			
	9990000000					±16,99000			
	13190000000					±26,39000			
приемник с опцией MWR-RB-ENH									
опция MWR-DC	100					±0,20005			
	1000					±0,20050			
	5000					±0,20250			
8000						±0,20400			
100000						±0,25000			
100000000						±50,20000			
101000000						±0,06050			
1000000000						±0,51000			
F _{кч}	3990000000					±2,00500			
	8490000000					±4,00500			
	9990000000					±4,25500			
	13190000000					±6,60500			

Таблица Б.6 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ

Уровень сигнала на входе MWR дБ (1 мВт)	Частота входного сигнала, МГц	Результаты измерений		Рассчитанные значения ΔP, дБ	Пределы допустимых значений ΔP, дБ	Вывод о соответствии
		P _{NRP} , дБ (1 мВт)	P _{MWR} , дБ (1 мВт)			
1	2	3	4	5	6	7
-20	0,0001				±1,5 для приемника без опции MWR-LPC	
-20	0,001					
-20	0,008					
-20	0,1					
-20	1					
-20	10					
-20	100					
-20	500				±1,0 для приемника с опцией MWR-LPC	
-20	1000					
-20	1500					
-20	2000					
-20	2500					
-20	3000					

Продолжение таблицы Б.6

1	2	3	4	5	6	7
-20	3500					
-20	3990					
-20	4000					
-20	4500					
-20	5000					
-20	5500					
-20	6000					
-20	6500					
-20	7500					
-20	7990					
-20	8000					
-20	9000					
-20	9900					
-20	10000					
-20	10500					
-20	11000					
-20	11500					
-20	12000					
-20	12500					
-20	13190					
-10	1000					
0	1000					
10	1000					
-20	1000					
-30	1000					
-40	1000					
-50	1000					
-60	1000					
-70	1000					
-10	одна частота					
0	из ряда: 3,99;					
10	8,49; 9,99;					
-20	13,19 ГГц					
-30	в					
-40	зависимости					
-50	от					
-60	модифика-					
-70	ции					
-70	приемника					

±1,5 для приемника без опции MWR-LPC

±1,0 для приемника с опцией MWR-LPC

Таблица 7 – Определение значений спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей в зависимости от частоты несущей, относительно несущей в полосе 1 Гц ($P_{ФШ}$)

Частота отстройки ΔF	Действительные значения $P_{ФШ}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Допустимые значения $P_{ФШ}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, не более	Вывод о соответствии
Частота несущей 1 ГГц для штатной комплектации			
100 Гц		-84	
1 кГц		-90	
10 кГц		-97	
100 кГц		-110	
1 МГц		-130	
Частота несущей 1 ГГц для опции MWR-LPN			
100 Гц		-88	
1 кГц		-108	
10 кГц		-115	
100 кГц		-119	
1 МГц		-126	
Частота несущей 100 МГц для опции MWR-ULPN			
100 Гц		-102	
1 кГц		-120	
10 кГц		-122	
100 кГц		-128	
1 МГц		-130	
Частота несущей 1 ГГц для опции MWR-ULPN			
100 Гц		-93	
1 кГц		-117	
10 кГц		-124	
100 кГц		-129	
1 МГц		-130	

Таблица Б.8.1 – Определение значений среднего уровня собственных шумов, приведенного к полосе пропускания 1 Гц, для приемников MWR в штатной комплектации в диапазоне частот ($N_{сусш}$)

Диапазон частот	RBW MWR	Измеренные значения $N_{сусш}$, дБ (1 мВт)	Допустимые значения $N_{сусш}$, дБ (1 мВт), не более		Вывод о соответствии
Предусилитель выключен					
			штатно	опция MWR-SW	
от. 8 кГц до 100 кГц включ.	1 Гц		-107	-102	
св. 100 кГц до 1 МГц включ.	10 Гц		-115	-110	
св. 1 МГц до 10 МГц включ.	10 Гц		-130	-125	
св. 10 МГц до 100 МГц включ.	100 Гц		-143	-138	
св. 100 МГц до 1 ГГц включ.	1 кГц		-145	-140	
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	1 кГц		-150	-145	
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	1 кГц		-150	-145	
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц	1 кГц		-150	-145	

Продолжение таблицы Б.8.1

Диапазон частот	RBW MWR	Измеренные значения $N_{\text{сусш}}$, дБ (1 мВт)	Допустимые значения $N_{\text{сусш}}$, дБ (1 мВт), не более		Вывод о соответ- ствии
			штатно	опция MWR-SW	
Предусилитель включен					
от. 8 кГц до 100 кГц включ.	1 Гц		-107	-102	
св. 100 кГц до 1 МГц включ.	10 Гц		-115	-110	
св. 1 МГц до 10 МГц включ.	10 Гц		-130	-125	
св. 10 МГц до 100 МГц включ.	100 Гц		-145	-140	
св. 100 МГц до 1 ГГц включ.	1 кГц		-154	-149	
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	1 кГц		-155	-150	
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	1 кГц		-154	-149	
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц	1 кГц		-152	-147	

Таблица Б.8.2 – Определение значений среднего уровня собственных шумов, приведенный к полосе пропускания 1 Гц, для приемников MWR модификации MWR-40UW, MWR-85UW, MWR-100UW, MWR-135UW, MWR-40U, MWR-85U, MWR-100U, MWR-135U с опцией MWR-DC в диапазоне частот ($N_{\text{сусш}}$)

Диапазон частот	RBW MWR	Измеренные значения $N_{\text{сусш}}$, дБ (1 мВт)	Допустимые значения $N_{\text{сусш}}$, дБ (1 мВт), не более		Вывод о соответ- ствии
			штатно	опция MWR-SW	
Предусилитель выключен					
от 100 Гц до 1 кГц включ.	1 Гц		-85	-80	
св. 1 кГц до 10 кГц включ.	1 Гц		-100	-95	
от. 10 кГц до 100 кГц включ.	1 Гц		-145	-140	
св. 100 кГц до 1 МГц включ.	10 Гц		-145	-140	
св. 1 МГц до 10 МГц включ.	10 Гц		-145	-140	
св. 10 МГц до 100 МГц включ.	100 Гц		-145	-140	
св. 100 МГц до 1 ГГц включ.	1 кГц		-150	-145	
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	1 кГц		-150	-145	
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	1 кГц		-146	-141	
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц	1 кГц		-145	-140	
Предусилитель включен					
от 100 Гц до 1 кГц включ.	1 Гц		-85	-80	
св. 1 кГц до 10 кГц включ.	1 Гц		-100	-95	
от. 10 кГц до 100 кГц включ.	1 Гц		-145	-140	
св. 100 кГц до 1 МГц включ.	10 Гц		-145	-140	
св. 1 МГц до 10 МГц включ.	10 Гц		-145	-140	
св. 10 МГц до 100 МГц включ.	100 Гц		-145	-140	
св. 100 МГц до 1 ГГц включ.	1 кГц		-152	-147	
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	1 кГц		-152	-147	
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	1 кГц		-150	-145	
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц	1 кГц		-145	-140	

Таблица Б.8.3 – Определение значений среднего уровня собственных шумов, приведенный к полосе пропускания 1 Гц, для приемников MWR модификации MWR40UPR-2, MWR-80UPR-2, MWR-100UPR-2, MWR-135UPR-2 с опцией MWR-DC в диапазоне частот ($N_{\text{сусш}}$)

Диапазон частот	RBW MWR	Измеренные значения $N_{\text{сусш}}$, дБ (1 мВт)	Допустимые значения $N_{\text{сусш}}$, дБ (1 мВт), не более		Вывод о соответствии
Предусилитель выключен					
			штатно	опция MWR-SW	
от 100 Гц до 1 кГц включ.	1 Гц		-85	-80	
св. 1 кГц до 10 кГц включ.	1 Гц		-95	-90	
от. 10 кГц до 100 кГц включ.	1 Гц		-105	-100	
св. 100 кГц до 1 МГц включ.	10 Гц		-145	-140	
св. 1 МГц до 10 МГц включ.	10 Гц		-145	-140	
св. 10 МГц до 100 МГц включ.	100 Гц		-145	-140	
св. 100 МГц до 1 ГГц включ.	1 кГц		-150	-145	
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	1 кГц		-150	-145	
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	1 кГц		-146	-141	
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц	1 кГц		-145	-140	
Предусилитель включен					
от 100 Гц до 1 кГц включ.	1 Гц		-85	-80	
св. 1 кГц до 10 кГц включ.	1 Гц		-95	-90	
от. 10 кГц до 100 кГц включ.	1 Гц		-105	-100	
св. 100 кГц до 1 МГц включ.	10 Гц		-145	-140	
св. 1 МГц до 10 МГц включ.	10 Гц		-145	-140	
св. 10 МГц до 100 МГц включ.	100 Гц		-145	-140	
св. 100 МГц до 1 ГГц включ.	1 кГц		-152	-147	
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	1 кГц		-152	-147	
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	1 кГц		-150	-145	
св. 10 ГГц до 13,2 ГГц	1 кГц		-145	-140	

Таблица Б.9 – Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка, выраженного в виде точки пересечения 3-го порядка ($P_{\text{Т01}}$), в диапазоне частот

Центральная частота на приемнике, ГГц	Измеренные значения $P_{\text{Т01}}$, дБ (1 мВт)	Допустимые значения $P_{\text{Т01}}$, дБ (1 мВт), не менее	Вывод о соответствии
0,101		-5	
1			
3,99			
6			
8,49			
9,99			
13,19			

Таблица Б.10 – Определение уровня подавления паразитных каналов приёма при уровне сигнала на смесителе минус 20 дБ (1 мВт), относительно несущей в диапазоне частот ($R_{ПКП(-20)}$)

Частота входного сигнала, ГГц	Измеренные значения $R_{ПКП}$ дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения $R_{ПКП(-20)}$ дБ	Допустимые значения $R_{ПКП(-20)}$ дБ, не более	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5
0,1			-50	
1,01				
2,01				
3,01				
3,99				
5,01				
6,01				
7,01				
7,99				
9,01				
9,99				
11,01				
12,01				
13,19				

Таблица Б.11 – Определение КСВН входа в диапазоне частот.

Диапазон частот	Измеренные значения КСВН	Допустимые значения КСВН, не более	Вывод о соответствии
от 10 МГц до 10 ГГц включ.		2,0	
св. 10 до 13,2 ГГц		2,5	

ВНИМАНИЕ!!! Таблицы Б.12 и Б.13 заполняются, только для тех приемников, у которых установлена опция измерительного демодулятора АМ/ЧМ (опция MWR-MD)

Таблица Б.12 – Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции (ΔK_{AM})

Устанавливаемые параметры на калибраторе SMBV-AM-FM			Измеренные значения, K_{AM} , %	Рассчитанные значения, ΔK_{AM} , %	Пределы допустимых значений ΔK_{AM} , %	Вывод о соответствии
F_H , МГц	$F_{МОД}$, кГц	K_{AM} , %				
25	0,02	100			±4,80	
		50			±2,80	
		5			±1,00	
	1,0	100			±4,80	
		95			±4,60	
		50			±2,80	
		5			±1,00	
1			±0,84			

Продолжение таблицы 12

Параметры “цифровых копий” сигналов SMBV-AM-FM			Измерен- ные значения, K _{AM} , %	Рассчитанные значения, ΔK _{AM} , %	Пределы допустимых значений ΔK _{AM} , %	Вывод о соответствии
F _H , МГц	F _{МОД} , кГц	K _{AM} , %				
25	60	100			±4,80	
		50			±2,80	
		10			±1,20	
		1			±0,84	
	200	100			±4,80	
		50			±2,80	
		10			±1,20	
		1			±0,84	
425	1,0	100			±4,80	
		50			±2,80	
		10			±1,20	
		1			±0,84	

Таблица Б.13 – Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты (ΔF_{ДЕВ})

Параметры “цифровых копий” сигналов SMBV-AM-FM			Измерен- ные значения, F _{ДЕВ} , кГц	Рассчитанные значения ΔF _{ДЕВ} , кГц	Пределы допустимых значений ΔF _{ДЕВ} ^{ДОП} , кГц	Вывод о соответствии
F _H , МГц	F _{МОД} , кГц	F _{ДЕВ} , кГц				
50	0,02	1			±0,07	
		10			±0,43	
		100			±4,03	
		500			±20,03	
		1000			±40,03	
	1	1			±0,07	
		10			±0,43	
		100			±4,03	
		500			±20,03	
		1000			±40,03	
	20	10			±0,43	
		100			±4,03	
		500			±20,03	
		1000			±40,03	
	30	1			±0,07	
		10			±0,43	
		100			±4,03	
		500			±20,03	
		1000			±40,03	
	100	10			±0,43	
		100			±4,03	
		500			±20,03	
		1000			±40,03	
	200	10			±0,43	
100				±4,03		
500				±20,03		
1000				±40,03		