



Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»
АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА

127106, Москва, Нововладыкинский проезд, д. 8, стр. 4
тел./факс (495)926-71-70 E-mail: post@actimaster.ru
<http://www.actimaster.ru>

УТВЕРЖДАЮ



Генеральный директор
АО «АКТИ-Мастер»

В.В. Федулов

«22» июня 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы радиоизмерительные портативные 3550R

**Методика поверки
3550R/МП-2020**

Заместитель руководителя

метрологической лаборатории

А.П. Лисогор

Москва

2020

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы радиоизмерительные портативные 3550R производства “Viavi Solutions LLC”, США (далее – приборы), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Подготовка к поверке	6	да	да
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2		
Диагностика	7.2.1	да	да
Идентификация программного обеспечения	7.2.2	да	да
Определение метрологических характеристик генератора ВЧ	7.3		
Определение погрешности установки частоты	7.3.1	да	да
Определение погрешности установки уровня мощности	7.3.2	да	да
Определение уровня гармоник	7.3.3	да	да
Определение погрешности установки девиации ЧМ	7.3.4	да	нет
Определение погрешности установки коэффициента АМ	7.3.5	да	нет
Определение метрологических характеристик измерительного приемника и анализатора сигналов	7.4		
Определение погрешности измерения мощности в узкополосном режиме	7.4.1	да	да
Определение погрешности измерения мощности анализатором сигналов (опция 01)	7.4.2	да	да
Определение погрешности измерения девиации ЧМ	7.4.3	да	нет
Определение погрешности измерения коэффициента АМ	7.4.4	да	нет
Определение метрологических характеристик генераторов НЧ	7.5		
Определение погрешности установки частоты	7.5.1	да	да
Определение погрешности установки напряжения	7.5.2	да	да
Определение метрологических характеристик измерителей НЧ	7.6		
Определение погрешности измерения коэффициента гармоник	7.6.1	да	да
Определение погрешности измерения частоты	7.6.2	да	да

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Определение погрешности измерения напряжения	7.6.3	да	да
Определение метрологических характеристик осциллографа (опция 02)	7.7		
Определение погрешности коэффициента отклонения	7.7.1	да	да
Проверка полосы пропускания	7.7.2	да	да

1.2 Операции по разделам 7.3 – 7.7 таблицы 1 могут быть выполнены независимо в любой последовательности. По письменному запросу пользователя операции поверки допускается проводить для меньшего числа измеряемых величин. При этом в свидетельстве о поверке должны быть указаны измеренные величины.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Рекомендуемый тип средства поверки; регистрационный номер
Стандарт частоты	7.3.1 7.5.1	Стандарт частоты рубидиевый FS 725; рег. № 31222-06
Ваттметр поглощаемой мощности	7.3.2	Преобразователь измерительный NRP-Z21; рег. № 37008-08
Ваттметр проходящей мощности	7.4.1 7.4.2	Ваттметр проходящей мощности СВЧ NRP-Z28; рег. № 43643-10
Анализатор спектра	7.3.3 7.3.4 7.3.5	Анализатор спектра 2394A; рег. № 37504-08
Частотомер	7.3.1 7.5.1	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000, рег. № 51532-12
Калибратор переменного напряжения	7.6.2, 7.6.3 7.7.1, 7.7.2	Калибратор универсальный 9100 с опциями 100 и 250, рег. № 25985-09
Вольтметр переменного напряжения	7.5.2 7.6.1	Мультиметр Keithley 2000; рег. № 75241-19

2.2. Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик приборов с указанными в разделе 7 погрешностями (пределами допускаемых значений) величин.

2.3. Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь документы о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, имеющие практический опыт в области радиотехнических измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение поверяемого прибора и оборудования к сети должно производиться с помощью адаптера прибора и сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;
- заземление поверяемого прибора должно производиться посредством заземляющего провода сетевого кабеля;
- запрещается производить подсоединение или отсоединение кабелей в то время, когда они подключены к источнику напряжения;
- запрещается работать с прибором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед началом поверки следует изучить руководство по эксплуатации поверяемого прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2 Используемые средства поверки и поверяемый прибор должны быть подключены к сети (230 ± 10) В; ($50 \pm 0,5$) Нз и выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Общие указания по выполнению операций поверки

В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате генератор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки и/или ремонта.

Рекомендуется совместить операцию 7.4.3 с операцией 7.3.4, операцию 7.4.4 с операцией 7.3.5.

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра прибора проверяются:

- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

7.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации прибора, его следует отправить в сервисный центр для ремонта.

7.2 Опробование

7.2.1 Диагностика

7.2.1.1 Отсоединить все кабели от прибора.

7.2.1.2 Нажать клавишу POWER, при этом должен загореться индикатор SYS. Дождаться завершения загрузки и процедуры внутренней диагностики (это займет несколько минут). Убедиться в том, что на дисплее отсутствуют сообщения об ошибках.

7.2.1.3 Клавишей ► выбрать SYSTEM, Options.

Проверить список опций на наличие опций 01 и 02 (для определения необходимости выполнения операций разделов 7.4.2 и 7.7 таблицы 1).

7.2.2 Идентификация программного обеспечения

Выбрать SYSTEM, System Update.

Внизу справа должны отобразиться серийный номер прибора и номер версии установленного программного обеспечения. Номер версии должен быть не ниже 2.3.0.

7.3 Определение метрологических характеристик генератора ВЧ

Выполнить заводскую установку прибора, для чего в основном меню выбрать Utilities, Store/Recall, Recall.

7.3.1 Определение погрешности установки частоты

7.3.1.1 Соединить кабелем BNC разъем “SWR” прибора с входом канала частотомера, используя адаптер TNC-BNC из комплекта прибора.

Соединить выход “10 MHz” стандарта частоты с входом “Ref In 10 MHz” частотомера, выбрать на частотомере режим внешней синхронизации.

7.3.1.2 Выбрать на приборе режим **Generators**, Generator, порт “SWR”, Enable On. Установить частоту сигнала 100 MHz, уровень –5 dBm.

7.3.1.3 Установить на частотомере автоматический выбор режима измерений.

Зафиксировать отсчет частоты и записать его в таблицу 7.3.1. Отсчет частоты должен находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 4 таблицы 7.3.1.

Пределы допускаемых значений следует рассчитать по формуле

$\Delta F = [\delta F_1 \cdot F + \delta F_2 \cdot F \cdot (N - 1) + 2 \text{ Hz}]$, F – частота генератора [Hz], $\delta F_1 = 5 \cdot 10^{-7}$, $\delta F_2 = 3 \cdot 10^{-7}$, N – целое количество лет после заводской подстройки (минимальное значение N = 1).

7.3.1.4 Отключить генератор ВЧ, для чего выбрать: **Generators**, Generator, Enable Off.

Таблица 7.3.1 – Погрешность установки частоты генератора ВЧ

Частота генератора, MHz	Нижний предел допускаемых значений, MHz	Измеренное значение частоты, MHz	Верхний предел допускаемых значений, MHz
100	100 MHz – ΔF		100 MHz + ΔF

7.3.2 Определение погрешности установки уровня мощности

7.3.2.1 Подготовить к работе ваттметр поглощаемой мощности, выполнить установку нуля, ввести количество усреднений 32.

7.3.2.2 Присоединить к выходу “ANT” прибора преобразователь ваттметра поглощаемой мощности, используя адаптер TNC-BNC (из комплекта прибора) и адаптер BNC-N.

7.3.2.3 Выбрать на приборе **Generators, Generator**, порт “ANT”, Enable On.

Вводить на порте “ANT” прибора значения уровня и частоты, указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.2. При уровне -50 dBm можно для уменьшения флуктуаций ввести на ваттметре большее количество усреднений.

Измеренные ваттметром значения уровня мощности должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 3 и 5 таблицы 7.3.2.

7.3.2.4 Отключить генератор ВЧ, для чего выбрать: **Generators, Generator, Enable Off**.

Таблица 7.3.2 – Погрешность установки уровня мощности генератора ВЧ

Установленный уровень мощности, dBm	Частота, MHz	Нижний предел допускаемых значений, dBm	Измеренное значение уровня мощности, dBm	Верхний предел допускаемых значений, dBm
1	2	3	4	5
-30	100	-32		-28
-40		-42		-38
-50		-52		-48
-30	1000	-32		-28
-40		-42		-38
-50		-52		-48

7.3.3 Определение уровня гармоник

7.3.3.1 Соединить выход “ANT” прибора с входом анализатора спектра, используя адаптер TNC-BNC (из комплекта прибора), адаптер N-BNC и кабель N.

7.3.3.2 Выбрать на приборе **Generators, Generator**, порт “ANT”, Enable On.

Установить на генераторе прибора уровень сигнала -30 dBm и частоту 25 MHz.

7.3.3.4 Установить на анализаторе спектра центральную частоту 25 MHz, опорный уровень -25 dBm, полосу обзора 50 kHz, полосу пропускания 1 kHz.

Зафиксировать отсчет частоты F1 на анализаторе спектра.

Найти пик сигнала и включить режим дельта-маркера.

7.3.3.5 Устанавливать на анализаторе центральную частоту, равную $2F_1$ и $3F_1$, где F_1 – значение частоты, зафиксированной в предыдущем пункте.

Отсчет дельта-маркера не должен превышать верхнего предела допускаемых значений, указанного в столбце 3 таблицы 7.3.3.

Таблица 7.3.3 – Уровень гармоник генератора ВЧ

Частота, MHz	Измеренное значение уровня гармоник, dB		Верхний предел допускаемых значений, dB
	2-я гармоника	3-я гармоника	
1	2		3
25			-30
1000			-30

7.3.3.6 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.2 – 7.3.3.5 для частоты 1000 MHz.

7.2 Опробование

7.2.1 Диагностика

7.2.1.1 Отсоединить все кабели от прибора.

7.2.1.2 Нажать клавишу POWER, при этом должен загореться индикатор SYS. Дождаться завершения загрузки и процедуры внутренней диагностики (это займет несколько минут). Убедиться в том, что на дисплее отсутствуют сообщения об ошибках.

7.2.1.3 Клавишей ► выбрать SYSTEM, Options.

Проверить список опций на наличие опций 01 и 02 (для определения необходимости выполнения операций разделов 7.4.2 и 7.7 таблицы 1).

7.2.2 Идентификация программного обеспечения

Выбрать SYSTEM, System Update.

Внизу справа должны отобразиться серийный номер прибора и номер версии установленного программного обеспечения. Номер версии должен быть не ниже 2.3.0.

7.3 Определение метрологических характеристик генератора ВЧ

Выполнить заводскую установку прибора, для чего в основном меню выбрать Utilities, Store/Recall, Recall.

7.3.1 Определение погрешности установки частоты

7.3.1.1 Соединить кабелем BNC разъем “SWR” прибора с входом канала частотомера, используя адаптер TNC-BNC из комплекта прибора.

Соединить выход “10 MHz” стандарта частоты с входом “Ref In 10 MHz” частотомера, выбрать на частотомере режим внешней синхронизации.

7.3.1.2 Выбрать на приборе режим **Generators**, Generator, порт “SWR”, Enable On. Установить частоту сигнала 100 MHz, уровень –5 dBm.

7.3.1.3 Установить на частотомере автоматический выбор режима измерений. Зафиксировать отсчет частоты и записать его в таблицу 7.3.1. Отсчет частоты должен находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 4 таблицы 7.3.1. Пределы допускаемых значений следует рассчитать по формуле $\Delta F = [\delta F_1 \cdot F + \delta F_2 \cdot F \cdot (N - 1) + 2 \text{ Hz}]$, F – частота генератора [Hz], $\delta F_1 = 5 \cdot 10^{-7}$, $\delta F_2 = 3 \cdot 10^{-7}$, N – целое количество лет после заводской подстройки (минимальное значение N = 1).

7.3.1.4 Отключить генератор ВЧ, для чего выбрать: **Generators**, Generator, Enable Off.

Таблица 7.3.1 – Погрешность установки частоты генератора ВЧ

Частота генератора, MHz	Нижний предел допускаемых значений, MHz	Измеренное значение частоты, MHz	Верхний предел допускаемых значений, MHz
100	100 MHz – ΔF		100 MHz + ΔF

7.3.4 Определение погрешности установки девиации ЧМ

7.3.4.1 Выполнить соединения, как указано в пункте 7.3.3.1.

7.3.4.2 Установить на анализаторе спектра центральную частоту 10 МГц, опорный уровень -25 dBm, полосу обзора 5 kHz, полосу пропускания 100 Hz, полосу видеодетектора 3 Hz.

7.3.4.3 Выбрать на приборе режим **Generators**, Modulation FM; Gen 1 Enable On. Установить уровень сигнала -30 dBm, частоту 10 МГц.

Установить параметры модуляции: Gen 1 Frequency 998 Hz, Gen 1 Level 2.4 kHz.

Убедиться в наличии на экране анализатора спектра спектральных составляющих частотно-модулированного сигнала.

7.3.4.4 Перестраивая девиацию ЧМ (Level) на приборе, найти такое значение девиации частоты (отсчет на приборе), при котором на анализаторе спектра наблюдается первый ноль функции Бесселя, то есть минимальный уровень сигнала на центральной частоте (вблизи уровня шумовой дорожки).

Значение девиации частоты должно находиться в пределах, указанных в столбце 4 таблицы 7.3.4. Зафиксировать его как F_d , оно будет использовано в операции 7.4.3.

Таблица 7.3.4 – Погрешность установки девиации ЧМ генератора ВЧ

Частота модуляции, Hz	Номинальное значение девиации частоты, kHz	Измеренное значение девиации частоты, kHz	Пределы допускаемых значений, kHz
1	2	3	4
998	2.4		2.16 ... 2.64

7.3.5 Определение погрешности установки коэффициента АМ

7.3.5.1 Выполнить соединения, как указано в пункте 7.3.3.1.

7.3.5.2 Установить на анализаторе спектра центральную частоту 10 МГц, опорный уровень -25 dBm, полосу обзора 2.5 kHz, полосу пропускания 30 Hz, полосу видеодетектора 1 Hz.

7.3.5.3 Выбрать на приборе режим **Generators**, Modulation AM; Gen 1 Enable On. Установить уровень сигнала -30 dBm, частоту 10 МГц.

Установить параметры модуляции: Gen 1 Frequency 1 kHz, Gen 1 Level 90 %.

7.3.5.4 Убедиться в наличии на экране анализатора спектра 3-х спектральных составляющих сигнала (на центральной частоте и на двух боковых частотах).

Перевести анализатор спектра в режим отсчета уровня сигнала в вольтах.

Подстроить опорный уровень таким образом, чтобы пик сигнала на центральной частоте располагался примерно на одно деление ниже верхней линии экранной сетки.

7.3.5.5 Найти на анализаторе спектра в однократном режиме пик сигнала на центральной частоте U_0 и зафиксировать это значение. Найти пики сигналов левой и правой спектральных составляющих U_L , U_R и зафиксировать эти значения.

Рассчитать измеренное значение коэффициента АМ по формуле

$$K_{AM} = [(U_L + U_R) / U_0] \cdot 100 \%$$

Значение K_{AM} должно находиться в пределах, указанных в столбце 4 таблицы 7.3.5. Зафиксировать его как $K_{am(90)}$, оно будет использовано в операции 7.4.4.

7.3.5.6. Выполнить действия по пунктам 7.3.5.3 – 7.3.5.5 для K_{AM} 30 %. Зафиксировать измеренное значение K_{AM} как $K_{am(30)}$, оно будет использовано в операции 7.4.4.

7.3.5.7 Отключить генератор ВЧ, для чего выбрать: **Generators**, Generator, Enable Off.

Таблица 7.3.5 – Погрешность установки коэффициента АМ генератора ВЧ

Частота модуляции, кГц	Установленное значение КАМ, %	Измеренное значение КАМ, %	Пределы допускаемых значений, %
1	2	3	4
1	90		81 ... 99
1	30		27 ... 33

7.4 Определение метрологических характеристик измерительного приемника

Выполнить заводскую установку прибора, для чего в основном меню выбрать Utilities, Store/Recall, Recall.

7.4.1 Определение погрешности измерения мощности в узкополосном режиме

7.4.1.1 Установить на приборе режим узкополосного измерителя мощности, для чего выбрать **Meters, RSSI**.

7.4.1.2 Подготовить к работе ваттметр проходящей мощности, выполнить установку нуля, ввести количество усреднений 32.

7.4.1.3 Выполнить соединения:

- присоединить входной разъем кабеля ваттметра к разъему “SWR” прибора, используя адаптер TNC-BNC (из комплекта прибора) и адаптер BNC-N;
- присоединить выходной разъем ваттметра к входу “T/R” прибора через адаптеры TNC-BNC (из комплекта прибора) и BNC-N.

7.4.1.4 Войти на приборе в меню **Receivers, Receiver**. Установить частоту 10 MHz, Port: T/R.

7.4.1.5 Установить в окне **Meters, RSSI** прибора диапазон (Range) (-40 ... 0) dBm.

7.4.1.6 Войти на приборе в меню **Generators, Generator**, выбрать порт “SWR”, Enable On. Установить частоту 10 MHz.

Устанавливать уровень генератора таким образом, чтобы отсчет ваттметра был равен первым двум значениям, указанным в столбце 2 таблицы 7.4.1, с отклонением ± 0.1 dBm.

Измеренное значение уровня мощности в окне **Meters, RSSI** прибора должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 3 и 5 таблицы 7.4.1.

7.4.1.7 Установить в окне **Meters, RSSI** прибора диапазон (Range) (-60 ... -20) dBm.

Таблица 7.4.1 – Погрешность измерения мощности в узкополосном режиме

Частота, MHz	Уровень мощности на входе, dBm	Нижний предел допускаемых значений, dBm	Измеренное значение уровня мощности, dBm	Верхний предел допускаемых значений, dBm
1	2	3	4	5
10	-20	-23		-17
	-30	-33		-27
	-40	-43		-37
	-50	-53		-47
999	-20	-23		-17
	-30	-33		-27
	-40	-43		-37
	-50	-53		-47

7.4.1.8 Выполнить действия по пункту 7.4.1.6 для последних двух уровней мощности на входе, указанных в столбце 2 таблицы 7.4.1.

7.4.1.9 Выполнить действия по пунктам 7.4.1.4 – 7.4.1.8 для частоты 999 MHz.

7.4.2 Определение погрешности измерения мощности анализатором сигналов (опция 01)

7.4.2.1 Установить на приборе режим анализатора спектра для чего выбрать: **Instruments**, Ch Analyzer, Port: T/R, Enable On.

7.4.2.2 Выполнить действия по пунктам 7.4.1.2, 7.4.1.3.

7.4.2.3 Установить на анализаторе спектра прибора центральную частоту 10 MHz, опорный уровень (Vertical TOS) –20 dBm, полосу обзора (Span) 10 kHz, полосу пропускания (PBW) 1 kHz.

7.4.2.4 Войти на приборе в меню **Generators**, Generator, выбрать порт “SWR”, Enable On. Установить уровень сигнала –14 dBm и частоту 10 MHz.

Подстроить уровень генератора таким образом, чтобы отсчет преобразователя мощности был равен – (20 ±0.1) dBm.

7.4.2.5 Перейти на приборе в окно PBW анализатора спектра. Зафиксировать измеренное значение уровня мощности, оно должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 3 и 5 таблицы 7.4.2.

Таблица 7.4.2 – Погрешность измерения мощности анализатором спектра (опция 01)

Частота, MHz	Уровень мощности на входе, dBm	Нижний предел допускаемых значений, dBm	Измеренное значение уровня мощности, dBm	Верхний предел допускаемых значений, dBm
1	2	3	4	5
10	-20	-23		-17
	-30	-33		-27
	-40	-43		-37
	-50	-53		-47
999	-20	-23		-17
	-30	-33		-27
	-40	-43		-37
	-50	-53		-47

7.4.2.6 Выполнить действия по пунктам 7.4.2.3 – 7.4.2.5 для центральной частоты анализатора спектра 999 MHz, устанавливая последовательно на генераторе прибора значения уровня и частоты сигнала таким образом, чтобы отсчеты ваттметра были равны значениям, указанным в столбце 2 таблицы 7.4.2.

7.4.3 Определение погрешности измерения девиации ЧМ

7.4.3.1 Установить на приборе режим демодуляции ЧМ с центральной частотой 10 MHz: **Receivers**, Receiver, Port: T/R, Demod: FM, Frequency 10 MHz. **Meters**, Modulation

7.4.3.2 Используя адаптеры N-TNC из комплекта прибора, соединить кабелем BNC разъемы “SWR” и “T/R” прибора.

7.4.3.3 Войти в окно **Generators**, Modulation FM; Gen 1 Enable On. Установить уровень сигнала –30 dBm, частоту 10 MHz. Установить частоту модуляции: Gen 1 Frequency 998 Hz.

- Установить значение девиации ЧМ (Gen 1 Level) равным $[F_{\text{ном}} - (F_d - F_{\text{ном}})]$, где
- $F_{\text{ном}}$ – значение, указанное в столбце 2 таблицы 7.4.3;
- F_d – значение, зафиксированное в пункте 7.3.4.4.

7.4.3.4 Войти в окно анализатора спектра **Instruments**, Ch Analyzer. Установить центральную частоту 10 MHz, опорный уровень -20 dBm, полосу обзора 10 kHz.

Измеренное значение девиации частоты FM должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 7.4.3.

Таблица 7.4.3 – Погрешность измерения девиации ЧМ измерительным приемником

Частота модуляции, Hz	Номинальное значение девиации частоты, kHz	Измеренное значение девиации частоты, kHz	Пределы допускаемых значений, kHz
1	2	3	4
998	2.4		2.16 ... 2.64

7.4.4 Определение погрешности измерения коэффициента AM

7.4.4.1 Установить на приборе режим измерения AM с центральной частотой 10 MHz: **Receivers**, Receiver, Port: T/R, Demod: AM, Frequency 10 MHz. **Meters**, Modulation

7.4.4.2 Выполнить соединение приборов по пункту 7.4.3.2.

7.4.4.3 Войти в окно **Generators**, Modulation AM; Gen 1 Enable On.

Установить уровень сигнала -30 dBm, частоту 10 MHz.

Установить частоту модуляции: Gen 1 Frequency 1 kHz.

Установить коэффициент AM (Gen 1 Level) равным $[K_{\text{am}(90)\text{ном}} - (K_{\text{am}(90)} - K_{\text{am}(90)\text{ном}})]$, где

- $K_{\text{am}(90)\text{ном}}$ – значение, указанное в столбце 2 таблицы 7.4.4;

- $K_{\text{am}(90)}$ – значение, зафиксированное в пункте 7.3.5.5.

7.4.4.4 Войти в окно анализатора спектра **Instruments**, Ch Analyzer, Port: T/R, Enable On.

Установить центральную частоту 10 MHz, опорный уровень -20 dBm, полосу обзора 10 kHz.

Измеренное значение коэффициента AM должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 7.4.4.

7.4.4.5 Войти в окно **Generators**, Modulation AM.

Установить коэффициент AM (Gen 1 Level) равным $[K_{\text{am}(30)\text{ном}} - (K_{\text{am}(30)} - K_{\text{am}(30)\text{ном}})]$, где

- $K_{\text{am}(30)\text{ном}}$ – значение, указанное в столбце 2 таблицы 7.4.4;

- $K_{\text{am}(30)}$ – значение, зафиксированное в пункте 7.3.5.6.

7.4.4.6 Войти в окно анализатора спектра **Instruments**, Ch Analyzer.

Измеренное значение коэффициента AM должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 7.4.4.

Таблица 7.4.4 – Погрешность измерения коэффициента AM измерительным приемником

Частота модуляции, kHz	Номинальное значение КАМ, %	Измеренное значение КАМ, %	Пределы допускаемых значений, %
1	2	3	4
1	90		85.5 ... 94.5
1	30		28.5 ... 31.5

7.5 Определение метрологических характеристик генераторов НЧ

7.5.1 Определение погрешности установки частоты

7.5.1.1 Соединить кабелем BNC выход “AUDIO OUT” прибора с входом частотомера. Соединить выход “10 MHz” стандарта частоты с входом “Ref In 10 MHz” частотомера.

7.5.1.2 Выбрать на приборе режим генератора НЧ:
Generators, AF Gen, AUDIO OUT Port: AF Gen, Gen 1 Enable On.

7.5.1.3 Установить на генераторе Gen 1 прибора уровень сигнала 200 mV и частоту 1 kHz.

7.5.1.4 Зафиксировать отсчет частотомера. Он должен находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 4 таблицы 7.5.1.

Пределы допускаемых значений следует рассчитать по формуле $\Delta F = [\delta F_1 \cdot F + \delta F_2 \cdot F \cdot (N - 1) + 2 \text{ Hz}]$, F – частота генератора [Hz], $\delta F_1 = 5 \cdot 10^{-7}$, $\delta F_2 = 3 \cdot 10^{-7}$, N – количество лет после заводской подстройки (минимальное значение N = 1).

Таблица 7.5.1 – Погрешность установки частоты генераторов НЧ

Установленная частота, Hz	Нижнее допускаемое значение, Hz	Измеренное значение частоты, Hz	Верхнее допускаемое значение, Hz
1	2	3	4
1000	1000 Hz – ΔF		1000 Hz + ΔF

7.5.2 Определение погрешности установки напряжения

7.5.2.1 Соединить кабелем BNC выход “AUDIO OUT” прибора с входом мультиметра через проходную нагрузку (600 ±3) Ω.

Установить на мультиметре режим измерения среднеквадратических значений переменного напряжения.

7.5.2.2 Выбрать на приборе режим первого генератора НЧ, для чего сделать установки:
Generators, AF Gen, AUDIO OUT Port: AF Gen, Gen 1 Enable On.

7.5.2.3 Устанавливать на генераторе Gen 1 прибора значения частоты и уровня сигнала, указанные в таблице 7.5.2.

Отсчеты мультиметра должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 3 и 5 таблицы 7.5.2.

7.5.2.4 Отключить генератор Gen 1: Gen 1 Enable Off.

Повторить действия по пунктам 7.5.2.1 – 7.5.2.3 для второго генератора НЧ Gen 2.

7.5.2.4 Отключить генератор Gen 2: Gen 2 Enable Off.

Таблица 7.5.2 – Погрешность установки напряжения генераторов НЧ

Частота, Hz	Установленный уровень, Vrms	Нижний предел допускаемых значений, Vrms	Измеренное значение уровня напряжения, Vrms		Верхний предел допускаемых значений, Vrms
			Gen 1	Gen 2	
1	2	3	4		5
1000	0.1	0.090			0.110
	1,5	1.35			1.65
5000	0.1	0.090			0.110
	1,5	1.35			1.65

7.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЕЙ НЧ

7.6.1 Определение погрешности измерения коэффициента гармоник

7.6.1.1 Соединить выход прибора "AUDIO OUT" с входом "AUDIO IN", и с входом мультиметра, используя тройник BNC, кабель BNC и адаптер BNC-banana.

Установить на мультиметре режим измерения переменного напряжения.

7.6.1.2 Выбрать на приборе режим первого генератора НЧ, для чего сделать установки: **Generators**, AF Gen, AUDUIO OUT Port: AF Gen, Gen 1 Enable On, Gen 2 Enable Off.

7.6.1.3 Установить на генераторе Gen 1 частоту 1 кHz, уровень 1 V.

Подстроить уровень так, чтобы отсчет мультиметра был равен 1.000 ± 0.002 V.

7.6.1.4 Выбрать на приборе режим второго генератора НЧ, для чего сделать установки: **Generators**, AF Gen, AUDUIO OUT Port: AF Gen, Gen 2 Enable On, Gen 1 Enable Off.

7.6.1.5 Установить на генераторе Gen 2 частоту 3 кHz, уровень 0,2 V. Подстроить уровень так, чтобы отсчет мультиметра был равен 0.200 ± 0.001 V.

7.6.1.6 Включить первый генератор: Gen 1 Enable On (оба генератора включены).

Сделанные установки соответствуют значению коэффициента гармоник $K_g = 20$ %.

7.6.1.7 Выбрать на приборе:

Meters, Distortion, Source: Audio In

Отсчет Distortion должен находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 4 таблицы 7.6.1.

7.6.1.8 Отключить генераторы НЧ, для чего сделать установки:

Generators, AF Gen, AUDUIO OUT Port: AF Gen, Gen 1 Enable Off, Gen 2 Enable Off.

Таблица 7.6.1 – Погрешность измерения коэффициента гармоник

Установленное значение	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
$K_g = 20$ %	17.9 %		22.1 %

7.6.2 Определение погрешности измерения частоты

7.6.2.1 Выбрать на приборе режим низкочастотного частотомера:

Meters, AF Counter, Source: Audio In, Reading: Hz

7.6.2.2 Соединить выходные клеммы калибратора Fluke 9100 с входом "AUDIO IN" прибора, используя кабель BNC и адаптер BNC-banana.

7.6.2.3 Установить на выходе калибратора уровень 1 V.

7.6.2.4 Устанавливать на калибраторе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.6.2, и записывать отсчеты частотомера в столбец 3 таблицы.

Таблица 7.6.2 – Погрешность измерения частоты частотомером НЧ

Частота, Hz	Нижний предел допускаемых значений, Hz	Измеренное значение частоты, Hz	Верхний предел допускаемых значений, Hz
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
15	14.0		16.0
1000	999.0		1001.0
19998	19997.0		19999.0

7.6.3 Определение погрешности измерения напряжения

7.6.3.1 Выбрать на приборе режим низкочастотного вольтметра:

Meters, Audio Level, Source: Audio In, Input Load: High-Z, Source Units: mV (V)

7.6.3.2 Соединить выходные клеммы калибратора Fluke 9100 с входом "AUDIO IN" прибора, используя кабель BNC и адаптер BNC-banana.

7.6.3.3 Устанавливать на калибраторе значения частоты и напряжения, указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.6.3.

Отсчеты напряжения на приборе должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 3 и 5 таблицы 7.6.3.

Таблица 7.6.3 – Погрешность измерения напряжения вольтметром НЧ

Частота, Hz	Установленное значение напряжения	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение напряжения	Верхний предел допускаемых значений
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
200	11 mV	10.45 mV		11.55 mV
	1 V	0.95 V		1.05 V
	2.8 V	2.66 V		2.94 V
1000	11 mV	10.45 mV		11.55 mV
	1 V	0.95 V		1.05 V
	2.8 V	2.66 V		2.94 V
4990	11 mV	10.45 mV		11.55 mV
	1 V	0.95 V		1.05 V
	2.8 V	2.66 V		2.94 V

7.7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСЦИЛЛОГРАФА (опция 02)

Выбрать на приборе режим осциллографа, для чего выполнить:

Instruments, Oscilloscope, Source: Audio In, Input Load: High-Z

7.7.1 Определение погрешности коэффициента отклонения

7.7.1.1 Соединить выход осциллографического модуля опции 250 калибратора Fluke 9100 с входом "AUDIO IN" прибора.

7.7.1.2 Установить на калибраторе режим напряжения прямоугольной формы частотой 1 kHz на нагрузку 1 MΩ.

7.7.1.3 Установить на приборе коэффициент развертки 0,5 ms/div, коэффициент отклонения 10 mV/div.

7.7.1.4 Установить на калибраторе масштабный коэффициент 10 mV/div и перевести курсор на строку "Deviation" (отсчет относительной погрешности в процентах).

Плавно подстроить уровень выхода на калибраторе таким образом, чтобы амплитуда импульсов на дисплее была равна точно четырем клеткам сетки.

Отсчет погрешности на калибраторе должен находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 4 таблицы 7.7.1.

7.7.1.5 Выполнить действия по пунктам 7.7.1.3, 7.7.1.4 для остальных значений коэффициента отклонения, указанных в таблице 7.7.1.

Таблица 7.7.1 – Погрешность коэффициента отклонения осциллографа

Коэффициент отклонения	Нижний предел допускаемых значений, %	Отсчет погрешности на калибраторе, %	Верхний предел допускаемых значений, %
1	2	3	4
10 mV/div	-10		+10
50 mV/div	-10		+10
200 mV/div	-10		+10
1 V/div	-10		+10

7.7.2 Проверка полосы пропускания

7.7.2.1 Соединить выход осциллографического модуля опции 250 калибратора Fluke 9100 с входом "AUDIO IN" прибора.

7.7.2.2 Установить на калибраторе режим напряжения синусоидальной формы частотой 1 kHz на нагрузку 1 MΩ, амплитуду напряжения 3 V.

7.7.2.3 Установить на приборе коэффициент развертки 0,5 ms/div, коэффициент отклонения 1 V/div.

7.7.2.4 Подстроить, при необходимости, уровень напряжения на калибраторе так, чтобы наблюдаемая амплитуда сигнала на дисплее прибора была точно равна 6-ти клеткам сетки.

7.7.2.5 Не меняя уровень на калибраторе, установить частоту 5 kHz.

Отсчет амплитуды в делениях вертикальной шкалы должен быть не менее предела допускаемых значений, указанного в столбце 2 таблицы 7.7.2.

Таблица 7.7.2 – Полоса пропускания осциллографа

Значение амплитуды на частоте 5 kHz, div	Нижний предел допускаемого значения, div
1	2
	4.2

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол в произвольной форме. В протоколе поверки разрешается привести качественные результаты измерений о соответствии метрологических характеристик допускаемым значениям.

8.2 Свидетельство о поверке и знак поверки

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки (на переднюю панель корпуса в виде наклейки и/или на свидетельство о поверке) в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.