УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»
_____ А.С. ЕВДОКИМОВ
«31» августа 2012 г.

Приемники измерительные ESR3, ESR7

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 1815-2012

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва» С. Э. Баринов

Главный специалист лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва» В. М. Барабанщиков

г. Москва
2012 г.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на приемники измерительные ESR3, ESR7 (далее - приемники), изготавливаемые фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – один год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта мето-дики	Проведение операции при	
		первич-ной поверке	периодиче-ской поверке
1 Внешний осмотр	5.1	да	да
2 Опробование	5.2	да	да
3 Подтверждение идентификационных данных ПО	5.3	да	да
4 Определение метрологических характеристик	5.4	да	да
4.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора и абсолютной погрешности измерений частоты	5.4.1	да	да
4.2 Определение погрешности установки полосы пропускания, коэффициента прямоугольности и погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания	5.4.2	да	нет
4.3 Определение среднего уровня собственных шумов	5.4.3	да	да
4.4 Определение погрешности измерений уровня сигнала на опорной частоте	5.4.4	да	да
4.5 Определение погрешности измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора	5.4.5	да	да
4.6 Определение погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы	5.4.6	да	да
4.7 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	5.4.7	да	да
4.8 Определение уровня фазовых шумов	5.4.8	да	нет
4.9 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка	5.4.9	да	нет
4.10 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	5.4.10	да	нет
4.11 Определение параметров приемника в режиме анализа в реальном масштабе времени	5.4.11	да	да
4.12 Определение КСВН входа	5.4.12	да	нет
4.13 Определение параметров следящего генератора	5.4.13	да	нет
4.14 Определение погрешности выполнения амплитудного соотношения квазипикового детектора	5.4.14	да	нет
4.15 Определение погрешности выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора	5.4.15	да	нет

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
	Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
Стандарт частоты	Частота выходных сигналов 5 МГц, 10 МГц	$\pm 5\times10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG
Частотомер универсальный	Диапазон частот от 0,001 Гц до 40 ГГц	$\pm 5\times10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90XL
Генератор сигналов	от 100 кГц до 22 ГГц от минус 100 дБ до 10 дБ относительно 1 мВт ИМ: длительность импульсов от 20 нс до 100 с	уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 20 кГц не более минус 115 дБ/Гц относительно уровня несущей	Генератор сигналов СВЧ SMF100A
Генератор сигналов произвольной формы	от 10 мкГц до 25 МГц от 2,5 мВ до 5 В ИМ: длительность импульсов от 15 нс до 999 с	$\pm 1\times10^{-6}$ ±1 %	Генератор сигналов произвольной формы HMF2525
Измеритель мощности	от 0 Гц до 18 ГГц от 2×10^{-3} до 1×10^{2} мВт	±0,1 дБ	Преобразователь измерительный NRP-Z51
Аттенюатор ступенчатый	от 0 Гц до 6 ГГц от 0 до 139 дБ	±0,03 дБ	Аттенюатор ступенчатый RSC
Осциллограф цифровой	Полоса 600 МГц от 1 мВ до 5 В	от ±0,5 % до ±1,5 %	Осциллограф цифровой RTO1002
Анализатор цепей	от 9 кГц до 8,5 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	±5 %	Анализатор цепей векторный ZNB8

Примечания:

1 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке с не истекшим сроком действия.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в руководстве по эксплуатации на приемники, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);
- напряжение питающей сети, В 220 ± 4,4;
- частота питающей сети, Гц 50 ± 0,5.

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать приемник в условиях, указанных в п. 4.1, в течение не менее 2 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на приемник по его подготовке к измерениям;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима в течение 30 минут.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие приемника требованиям эксплуатационной документации. При внешнем осмотре убедиться в:

- отсутствии механических повреждений;
- функционировании органов управления и коммутации;
- чистоте гнезд, разъемов и клемм;
- исправности соединительных проводов и кабелей;
- целостности лакокрасочных покрытий и четкости маркировки;
- наличии и соответствии документации номиналов предохранителей;
- отсутствии внутри прибора незакрепленных предметов.

Проверить комплектность приемника в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если приемник удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность полная. В противном случае приемник дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

5.2 Опробование

5.2.1 Провести опробование работы приемника для оценки его исправности в следующей последовательности.

Подключить приемник к сети, на передней панели нажать кнопку включения. На экране приемника должна появиться информация о загрузке операционной системы и программного обеспечения фирмы-изготовителя. После загрузки операционной системы и программного обеспечения на экране должно появиться меню управления приемником.

Запустить внутренний тест, нажав Setup – Alignment – SelfAlignment.

5.2.2 Результаты опробования считать положительными, если по результатам внутреннего теста не отображается информация об ошибках. В противном случае приемник дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

5.3 Подтверждение идентификационных данных ПО

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения приемника отображаются на дисплее прибора во время включения прибора, а также при нажатии Setup - System Info - Versions+Options.

Наименование и номер версии ПО должны соответствовать описанию ПО в технической документации на приемник.

5.4 Определение метрологических характеристик

5.4.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора и абсолютной погрешности измерений частоты.

Для проверки относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора собрать схему согласно рисунку 1.

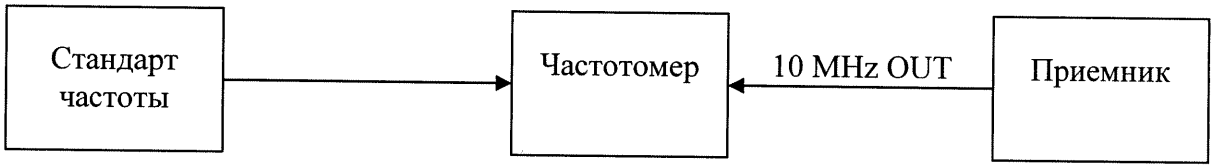


Рисунок 1

Измерить частоту опорного генератора приемника.

Погрешность воспроизведения частоты (δF) вычислить по формуле:

$$\delta F = \frac{F_{изм} - F_{ном}}{F_{ном}},$$

где $F_{ном}$ – установленное значение частоты, Гц (10 МГц);

$F_{изм}$ – измеренное значение частоты, Гц.

Для проверки допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала собрать схему согласно рисунку 2.

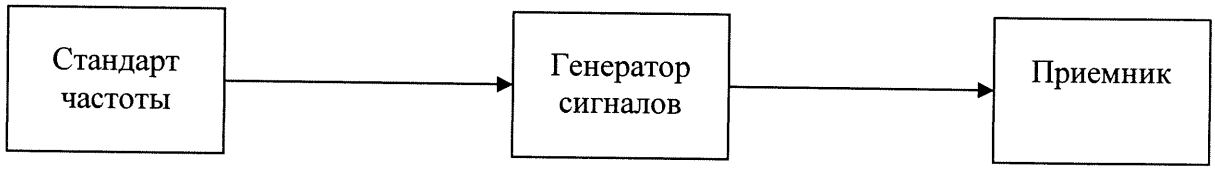


Рисунок 2

Подать опорный сигнал со стандарта частоты на вход генератора сигналов. Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 20 дБ/мВт, частоту выходного сигнала 1 ГГц.

Установить приемник в режим анализатора спектра, центральную частоту 1 ГГц, полосу обзора 1 МГц, полосу пропускания 300 кГц, уровень минус 8 дБ/мВт, режим частотомера.

Измерить значение частоты сигнала с выхода генератора сигналов.

Определить погрешность измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала как разницу между значением частоты сигнала, поданного с генератора сигналов и значением частоты, измеренным прибором.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если:

- значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ или $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ (с опцией В4);
- значение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала составляет ±1 кГц или ±100 Гц (с опцией В4).

5.4.2 Определение погрешности установки полосы пропускания, коэффициента прямоугольности и погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания проводится по схеме рис.2.

5.4.2.1. Для определения погрешности установки полосы пропускания выполнить следующие операции.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:

PRESET
MODE:*SPECTRUM*
INPUT/OUTPUT : *PRESELECT OFF*
AMPT : *RF ATTEN MANUAL* : **10 dB**
AMPT : **0 dBm**
FREQ : *CENTER* : **64 MHz**

Выполнить установки на генераторе:

Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_г$ = 64 МГц
Уровень минус 10 дБ/мВт

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ на приемнике установить

MKR FCTN : *N DB DOWN* : **3 dB**

Установить полосу пропускания от 10 Гц до 10 МГц с шагом 1-2-3-5, 20 МГц, 28 МГц, 40 МГц.

BW : *RES BW MANUAL* : xx

Установить значение полосы обзора = 3 x RBW, где RBW (полоса пропускания):

SPAN : *{3 x RBW}*

Установить маркер приемника на максимум сигнала:

MKR _ : *PEAK*

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника BW $\Delta F_{-3\ дБ}$.

Для определения погрешности установки полос пропускания ЭМС выполнить следующие операции:

Установить на приемнике фильтры ЭМС:

BW *: FILTER TYPE : EMI (6 dB)* : **ENTER**

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 6 дБ нажать:

MKR FCTN : *N DB DOWN* : **6 dB**

Установить значение полосы пропускания RBW 0,2; 9; 120 кГц и 1 МГц.

BW *:RES BW MANUAL {RBW}*

Установить значение полосы обзора SPAN

SPAN : *{3 x RBW}*

Установить маркер на максимум сигнала:

MKR _ : *PEAK*

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 6 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника BW $\Delta F_{-6\ дБ}$.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения ширины полосы пропускания отличаются от установленных не более, чем на ±3 %.

5.4.2.2. Для определения коэффициента прямоугольности выполнить следующие операции.

Выполнить установки на приемнике:

PRESET
MODE:*SPECTRUM*
INPUT/OUTPUT : *PRESELECT OFF*
AMPT : *RF ATTEN MANUAL* : **10 dB**
AMPT : **0 dBm**
FREQ : *CENTER* : 64 **MHz**

Выполнить установки на генераторе:

Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_г$ = 64 МГц
Уровень минус 10 дБ/мВт

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ на приемнике нажать:

MKR FCTN : *N DB DOWN* : **60 dB**

Установить значение полосы пропускания RBW из предыдущего пункта.

BW *:RES BW MANUAL {RBW}*

Установить значение полосы обзора SPAN

SPAN : *{20 x RBW}*

Установить маркер на максимум сигнала:

MKR _ : *PEAK*

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника BW $\Delta F_{-60\ дБ}$.

Вычислить значения коэффициента прямоугольности $К_{пр}$ по формуле:

$$К_{пр} = \Delta F_{-60дБ} / \Delta F_{-3дБ}$$

где: $\Delta F_{-3дБ}$ - измеренные значения ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ в соответствии с предыдущим пунктом.

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ фильтров ЭМС выполнить следующие операции:

Установить на приемнике фильтры ЭМС:

BW *: FILTER TYPE : EMI (6 dB)* : **ENTER**

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ нажать:

MKR FCTN : *N DB DOWN* : **60 dB**

Установить значение полосы пропускания RBW 0,2; 9; 120 кГц и 1 МГц.

BW *:RES BW MANUAL {RBW}*

Установить значение полосы обзора = 20 x RBW, где RBW (полоса пропускания) в соответствии с таблицей 5:

SPAN : *{20 x RBW}*

Установить маркер на максимум сигнала:

MKR _ : *PEAK*

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника BW $\Delta F_{-60\ дБ}$.

Вычислить значения коэффициента прямоугольности $К_{пр}$ по формуле:

$$К_{пр} = \Delta F_{-60дБ} / \Delta F_{-6дБ}$$

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

где: $\Delta F_{-6дБ}$ - измеренные значения ширины полосы пропускания по уровню минус 6 дБ в соответствии с предыдущим пунктом.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения коэффициента прямоугольности не превышают 5:1 по уровням минус 60 дБ и минус 3 дБ и 4:1 по уровням минус 60 дБ и минус 6 дБ.

5.4.2.3. Для определения погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания относительно полосы пропускания 10 кГц выполнить следующие операции.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:
PRESET
MODE:*SPECTRUM*
INPUT/OUTPUT : *PRESELECT OFF*
AMPT : **-20 dBm**
AMPT : *RF ATTEN MANUAL* : **10 dB**
FREQ : *CENTER* : 64 **MHz**
TRACE : *DETECTOR : RMS*
SPAN : **5 kHz**
BW : *RBW MANUAL* : **10** : **kHz**

Выполнить установки на генераторе:
Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_г$ = 64 МГц
Уровень минус 30 дБ/мВт

Установить маркер приемника на максимум сигнала:
MKR _ : *PEAK*
Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:
MKR : *REFERENCE FIXED*
Установить значение полосы пропускания RBW от 10 Гц до 10 МГц с шагом 1-2-3-5, 20 МГц, 28 МГц, 40 МГц:
BW : *RBW MANUAL : {RBW}* : **ENTER**
Установить значение полосы обзора = 0,5 x RBW, где RBW (полоса пропускания):
SPAN : *{0.5 x RBW}*
Для определения погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания относительно полосы пропускания 10 кГц установить дельта маркер на максимум сигнала:
MKR _ : *PEAK*
Считать показание маркера Delta [T1 FXD] $\{\Delta_U\}$ dB в верхнем правом углу ЖКИ приемника.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания находятся в пределах ±0,1 дБ для режима Sweep и ±0,2 дБ для режима FFT (вид режима отображается в верхнем заголовке экрана).

5.4.3 Определение среднего уровня собственных шумов.

Средний уровень собственных шумов приемника определить измерением уровня с усреднением показаний отсчетных устройств прибора при отсутствии сигнала и подключении на вход нагрузки 50 Ом.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если средний уровень собственных шумов приемника не превышает значений, указанных в таблице 3.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Таблица 3

Средний уровень собственных шумов в режиме анализатора спектра, приведенный к 1 Гц, не более:	с выключенным предусилителем	с включенным предусилителем
на частоте 10 Гц	минус 90 дБ/мВт	-----
на частоте 20 Гц	минус 100 дБ/мВт	-----
на частоте 100 Гц	минус 110 дБ/мВт	-----
на частоте 1 кГц	минус 120 дБ/мВт	минус 140 дБ/мВт
от 9 кГц до 100 кГц	минус 130 дБ/мВт	минус 150 дБ/мВт
от 100 кГц до 1 МГц	минус 145 дБ/мВт	минус 155 дБ/мВт
от 1 МГц до 1 ГГц	минус 152 дБ/мВт	минус 165 дБ/мВт
от 1 Гц до 3,6 ГГц	минус 150 дБ/мВт	минус 162 дБ/мВт
от 3,6 ГГц до 6 ГГц	минус 148 дБ/мВт	минус 160 дБ/мВт
от 6 ГГц до 7 ГГц	минус 146 дБ/мВт	минус 158 дБ/мВт

5.4.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня на опорной частоте

Абсолютную погрешность измерений уровня сигнала проверить по схеме рисунка 3.

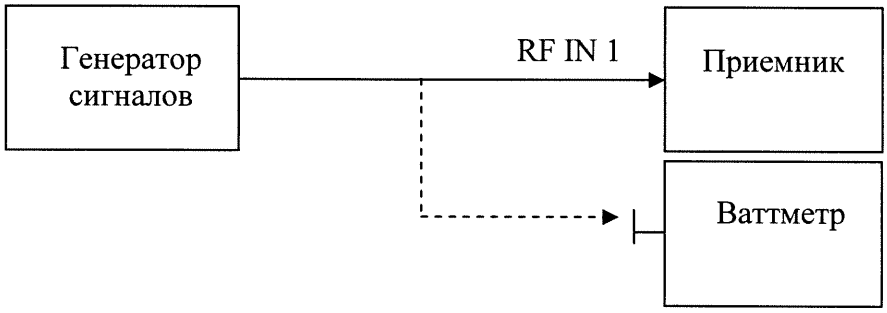


Рисунок 3

На генераторе сигналов установить уровень минус 10 дБ/мВт и частоту 64 МГц. Измерить с помощью отсчетных устройств приемника уровень входного сигнала и сравнить с показаниями измерителя мощности.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня не превышает ±0,2 дБ с выключенным преселектором и ±0,3 дБ с включенным преселектором.

5.4.5 Определение погрешности измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора

Погрешность измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора определяется сравнением показаний дельта маркера приемника в режиме анализатора спектра при установке значений входного аттенюатора в диапазоне от 0 до 70 дБ со значениями разностного ослабления образцового ступенчатого аттенюатора. При этом устанавливается постоянный уровень сигнала на 1 смесителе приемника. Измерения проводятся по схеме рис. 4.

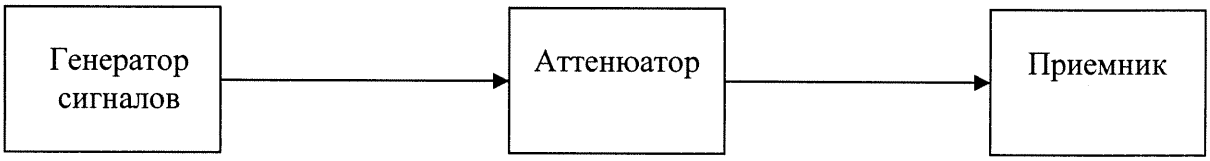


Рисунок 4

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Для определения погрешности измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора выполнить следующие операции.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:
PRESET
MODE:*SPECTRUM*
INPUT/OUTPUT : *PRESELECT OFF*
FREQ : *CENTER* : 64 **MHz**
SPAN : **500 Hz**
BW : *RBW MANUAL* : **1 kHz**
BW : *VIDEO BW MANUAL* : **100 Hz**
TRACE : *DETECTOR : RMS*
AMPT : *RF ATTEN MANUAL* : **10 dB**
AMPT : **-30 dBm**

Выполнить установки на образцовом аттенюаторе:
Номинальное значение ослабления 70 дБ

Выполнить установки на генераторе:
Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_г$ = 64 МГц
Уровень 10 дБ/мВт

Установить маркер приемника на максимум сигнала:
MKR _ : *PEAK*
Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:
MKR : *REFERENCE FIXED*
Установить на образцовом аттенюаторе номинальное значение ослабления в соответствии с таблицей 4.
Установить ослабление входного аттенюатора приемника в соответствии с таблицей 4:
AMPT : *RF ATTEN MANUAL* : *{A_{ESR}}*
Установить опорный уровень приемника в соответствии с таблицей 4:
AMPT : *{ref lev}* **dBm**
Установить маркер на максимум сигнала:
MKR _ : *PEAK*
Считать показание маркера Delta [T1 FXD] {$\Delta_м$} dB в верхнем правом углу ЖКИ.
Для каждого из значений ослабления входного аттенюатора приемника вычислить погрешность измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора по формуле:

$$\Delta_{атт} = \Delta_м + (A_д - A_{д\ 70\ дБ}) + (A_{ESR} - 10),$$

где: $\Delta_м$ – отсчет маркера Delta [T1 FXD] {$\Delta_м$} дБ,
$A_д$ – действительное значение ослабления аттенюатора RSC на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенюатора),
$A_{д\ 70\ дБ}$ – действительное значение ослабления аттенюатора RSC при установке номинального значения 70 дБ на частоте 64 МГц.
A_{ESR} – установленное значение ослабления входного аттенюатора приемника.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Таблица 4

Установки приемника		Ослабление аттенюатора		Отсчет маркера $\Delta_м$, дБ	Погрешность $\Delta_{атт}$, дБ	Пределы допускаемой погрешности $\Delta_{атт\ мах}$, дБ
Ослабление входного аттенюатора A_{ESR}, дБ	Опорный уровень *ref lev*, дБ/мВт	Номинальное значение $A_н$, дБ	Действительное значение $A_д$, дБ			
0	минус 40	80				±0,2
10	минус 30	70		0	0	-
20	минус 20	60				±0,2
30	минус 10	50				
40	0	40				
50	10	30				
60	20	20				
70	30	10				

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения погрешности измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора (относительно ослабления 10 дБ) находятся в пределах, указанных в последнем столбце таблицы 4.

5.4.6 Определение погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы

Погрешность измерения уровня из-за нелинейности шкалы определяется сравнением показаний дельта маркера приемника в режиме анализатора спектра со значениями разностного ослабления образцового ступенчатого аттенюатора. Измерения проводят при фиксированных значениях опорного уровня и ослабления входного аттенюатора приемника в диапазоне от 0 до минус 70 дБ относительно опорного уровня. Схема измерения представлена на рис. 4.

Для определения погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы в диапазоне от 0 до минус 70 дБ при полосе пропускания 300 Гц выполнить следующие операции.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:
PRESET
MODE:*SPECTRUM*
INPUT/OUTPUT : *PRESELECT OFF*
FREQ : *CENTER* : 64 **MHz**
SPAN : **0 Hz**
TRACE : *DETECTOR : RMS*
AMPT : *RF ATTEN MANUAL* : **10 dB**
AMPT : **0 dBm**
BW : *RBW MANUAL* : **300** : **Hz**
SWEEP: *SWEEP TIME MANUAL*: **2 s**

Выполнить установки на образцовом аттенюаторе:
Номинальное значение ослабления 0 дБ

Выполнить установки на генераторе:
Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_г$ = 64 МГц
Уровень 0 дБ/мВт
Установить маркер приемника на максимум сигнала:
MKR _ : *PEAK*
Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:
MKR : *REFERENCE FIXED*

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Установить на образцовом аттенюаторе номинальное значение ослабления от 0 до 70 дБ с шагом 10 дБ.

Считать показание маркера Delta [T1 FXD] {$\Delta_м$} dB в верхнем правом углу ЖКИ приемника.

Для каждого из значений уровня входного сигнала приемника в диапазоне от 0 до минус 70 дБ/мВт вычислить погрешность измерения уровня из-за нелинейности шкалы по формуле:

$$\Delta_ш = \Delta_м + A_д,$$

где: $\Delta_м$ – отсчет маркера Delta [T1 FXD] {$\Delta_м$} dB,
$A_д$ – действительное значение ослабления аттенюаторов на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенюатора),

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы находятся в пределах:
± 0,1 дБ от 0 до минус 50 дБ,
± 0,15 дБ от минус 50 до минус 60 дБ,
± 0,2 дБ от минус 60 до минус 70 дБ.

5.4.7 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики определяется сравнением показаний приемника в режиме анализатора спектра с показаниями ваттметра по схеме рис.3.

Подключить к выходу генератора “RF” измерительный кабель. Соединить свободный конец измерительного кабеля с входом преобразователя мощности измерительного. Выполнить установку нуля ваттметра, установить на ваттметре частоту измерений 64 МГц для корректировки частотной зависимости преобразователя.

Установить на приемнике режим анализатора спектра, выключить преселектор. Выполнить следующие установки:

PRESET
MODE:*SPECTRUM*
INPUT/OUTPUT : *PRESELECT OFF*
AMPT : *RF ATTEN MANUAL* : **10 dB**
AMPT : **0 dBm**
SPAN : **100 kHz**
BW : *RBW MANUAL* : **10** : **kHz**
FREQ : *CENTER* : 64 **MHz**
TRACE : *DETECTOR : RMS*

Выполнить установки на генераторе:
Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_г$ = 64 МГц
Уровень минус 10 дБ/мВт

Считать показание ваттметра на частоте 64 МГц $L_{Power\ 64\ МГц}$

Отключить от измерительного кабеля преобразователь мощности и подключить к нему приемник. Далее проводить указанные выше подключения для каждой частоты.

Установить маркер приемника на максимум сигнала:
MKR _ : *PEAK*

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Считать показание маркера $\Delta_{м\ 64\ МГц}$ в верхнем правом углу ЖКИ приемника и вычислить опорное значение погрешности измерения уровня приемника на частоте 64 МГц по формуле:

$$Ref_{64\ МГц} = \Delta_{м\ 64\ МГц} - L_{Power\ 64\ МГц},\ дБ$$

Устанавливать частоту сигнала на генераторе и центральную частоту на приемнике, начиная с частоты 100 Гц и заканчивая частотой 6999 МГц (в зависимости от модели и опции приемника) с шагом 10 кГц до 100 кГц, 1 МГц до 10 МГц, 100 МГц до 1 ГГц, 500 МГц до 7 ГГц.

Для каждой установленной частоты провести настройку и снять показания ваттметра L_{Power}.

При установленной центральной частоте приемника менее 1 МГц ширину полосы пропускания установить равной 10 Гц:

Для каждой установленной частоты установить маркер приемника на максимум сигнала:

MKR _ : *PEAK*

Считать показание маркера $\Delta_м$ в верхнем правом углу ЖКИ приемника и вычислить неравномерность амплитудно-частотной характеристики приемника по формуле:

$\Delta_{АЧХ} = \Delta_м - L_{Power} - Ref_{64\ МГц}$, дБ

Затем включить преселектор и повторить все измерения:

INPUT/OUTPUT : *PRESELECT ON*

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения неравномерности АЧХ находятся в пределах, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно уровня на частоте 64 МГц, не более	с выключенным преселектором	с включенным преселектором
в диапазоне частот от 10 Гц до 9 кГц	±1,0 дБ	±1,0 дБ
в диапазоне частот от 9 кГц до 10 МГц	±0,5 дБ	±0,6 дБ
в диапазоне частот от 10 МГц до 3,6 ГГц	±0,3 дБ	±0,6 дБ
в диапазоне частот от 3,6 ГГц до 7 ГГц	±0,5 дБ	±0,8 дБ

5.4.8 Определение уровня фазовых шумов

Определение уровня фазовых шумов проводится методом прямых измерений при подаче на вход приемника синусоидального сигнала по схеме, представленной на рис. 2. Для выделения уровня фазовых шумов над средним уровнем шумов приемника при больших отстройках от несущей устанавливают меньшее ослабление входного аттенюатора и опорный уровень ниже уровня входного сигнала. Для уменьшения времени измерения используют полосу обзора на порядок меньшую, чем отстройка от несущей.

Установить на приемнике режим анализатора спектра, выключить преселектор. Выполнить следующие установки:

PRESET
MODE:*SPECTRUM*
INPUT/OUTPUT : *PRESELECT OFF*
FREQ : CENTER : **500 MHz**
AMPT : **0 dBm**
AMPT : RF ATTEN MANUAL : **10 dB**
BW : COUPLING RATIO : RBW/VBW NOISE[10]

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Выполнить установки на генераторе:
Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_г$ = 500 МГц
Уровень 0 дБ/мВт

Установить полосу обзора приемника в соответствии с таблицей 5
SPAN : {span}
Установить полосу пропускания RBW приемника в соответствии с таблицей 5
BW : *RBW MANUAL* : {RBW}
Установить усреднение по 20 разверткам
TRACE 1 : *AVERAGE*
SWEEP : *SWEEP COUNT* : **20** : **ENTER**
Активировать маркер для измерения фазовых шумов:
MKR FCTN : *PHASE NOISE*
Сместить центральную частоту приемника на величину отстройки offset в соответствии с таблицей 5
FREQ : *CENTER* : {500 MHz + offset}
Установить опорный уровень reference level и ослабление входного аттенюатора A_{ESR} в соответствии с таблицей 5 (в зависимости от отстройки)
AMPT : {reference level}
AMPT : *RF ATTEN MANUAL* : {A_{ESR}}
Установить маркер для измерения фазовых шумов на величину отстройки offset
MKR : *MARKER 2* : {offset}
Считать показание уровня фазовых шумов Delta 2 [T1 PHN] в верхнем правом углу ЖКИ приемника

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения уровня фазовых шумов не превышают допустимых значений, указанных в последнем столбце таблицы 6.

Таблица 6

Отстройка от несущей offset	Полоса обзора span	Полоса пропускания RBW	Опорный уровень reference level, дБ/мВт	Ослабление входного аттенюатора A_{ESR}	Действительные значения уровня фазовых шумов, Delta 2 [T1 PHN], дБн/Гц	Верхний допускаемый предел уровня фазовых шумов, дБн/Гц
100 Гц	20 Гц	10 Гц	0	10 дБ		– 84 дБн/Гц
1 кГц	200 Гц	100 Гц	0	10 дБ		– 101 дБн/Гц
10 кГц	2 кГц	300 Гц	0	10 дБ		– 106 дБн/Гц
100 кГц	10 кГц	3 кГц	минус 10	5 дБ		– 115 дБн/Гц
1 МГц	100 кГц	30 кГц	минус 10	5 дБ		– 134 дБн/Гц

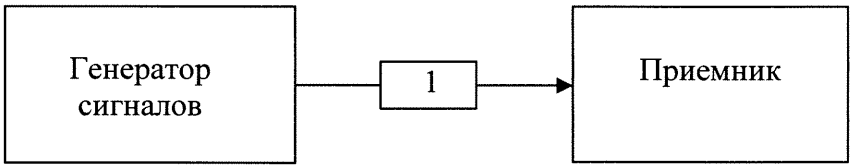
где: дБн – дБ относительно уровня несущей.

5.4.9 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка.

Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка определить путем подачи на вход приемника гармонического сигнала уровнем $L_{смес}$ = минус 10 дБ/мВт с частотой f_1 и измерения относительного уровня помех L_{k2}, возникших на частоте $2f_1$ (рисунок 5).

Измерения проводить в диапазоне частот от 100 МГц до 3,5 ГГц, установив ослабление входного аттенюатора приемника 0 дБ.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/



1 – фильтр (для подавления $2f_1$)

Рисунок 5

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка SHI = $L_{смес.}$ - L_{k2}, составляет не менее:

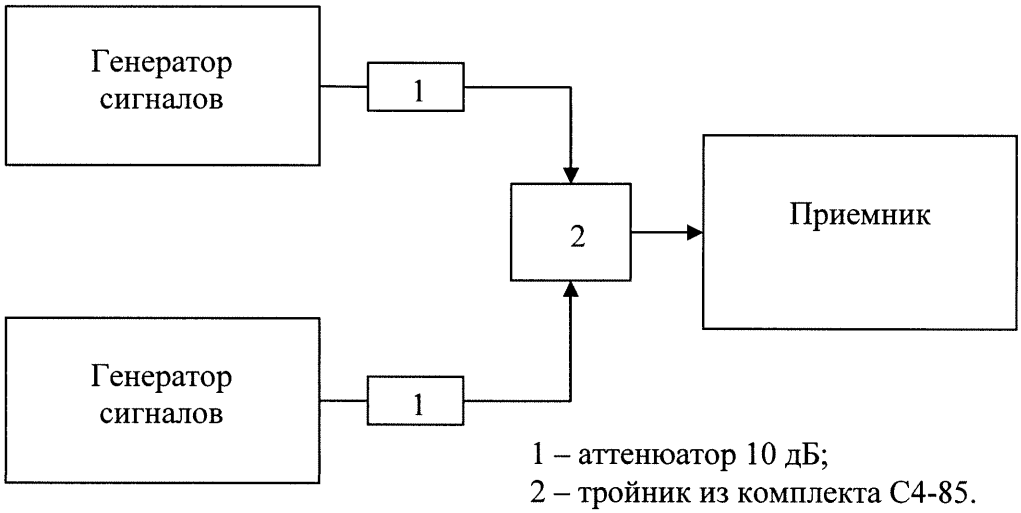
45 дБ/мВт с выключенным преселектором и предусилителем,

50 дБ/мВт с включенным преселектором и выключенным предусилителем,

35 дБ/мВт с включенными преселектором и предусилителем.

5.4.10 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка.

Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка определить путем подачи на вход приемника двух гармонических сигналов уровнем $L_{смес}$ = минус 15 дБ/мВт или минус 45 дБ/мВт (при включенном предусилителе) с частотами f_1 и f_2 и измерения уровня помех $L_{ИМ3}$, возникших на частотах $2f_1$-f_2 и $2f_2$-f_1 относительно уровня основных сигналов на частотах f_1 и f_2. (рисунок 6).



1 – аттенюатор 10 дБ;

2 – тройник из комплекта С4-85.

Рисунок 6

Измерения проводить в диапазоне частот от 10 МГц до 7 ГГц, установив ослабление входного аттенюатора приемника 0 дБ и расстройку между частотами f_1 и f_2 двух генераторов 1 МГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения 3 порядка TOI = (2*$L_{смес.}$ - $L_{ИМ3}$)/2, не менее значений, указанных в таблице 7.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Таблица 7

Относительный уровень интермодуляционных искажений 3 порядка $L_{ИМ3}$, выраженный в виде точки пересечения 3 порядка (TOI), при сдвиге по частоте не менее 5×RBW или 10 кГц (что больше), не менее	с выключенным преселектором и предусилителем	с включенным преселектором и выключенным предусилителем	с включенным преселектором и включенным предусилителем
в диапазоне частот от 10 МГц до 100 МГц	12 дБ/мВт	5 дБ/мВт	минус 16 дБ/мВт
в диапазоне частот от 100 МГц до 3,6 ГГц	13 дБ/мВт	8 дБ/мВт	минус 14 дБ/мВт
в диапазоне частот от 3,6 ГГц до 7 ГГц	15 дБ/мВт	5 дБ/мВт	минус 10 дБ/мВт

5.4.11 Определение параметров приемника в режиме анализа в реальном масштабе времени

Определение параметров в режиме анализа в реальном масштабе времени (при наличии соответствующей опции) проводят по схеме рисунка 3. На приемнике включить режим анализатора в реальном масштабе времени с отображением спектра с послесвечением и полосой обзора 40 МГц, выключают преселектор.

На генераторе и на приемнике установить частоту 1 ГГц, на генераторе – уровень 0 дБ/мВт, уровень на входе приемника контролировать с помощью ваттметра. Изменяя частоту сигнала генератора в диапазоне ±20 МГц с шагом 1 МГц и, контролируя уровень с помощью ваттметра, провести измерения уровня на приемнике.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если неравномерность АЧХ не превышает ±0,8 дБ.

Затем на генераторе включить режим ИМ с длительностью импульса 25 мкс и периодом следования 1 с и несущей 15 ГГц, уровень 0 дБ/мВт на входе приемника, установленный по ваттметру в режиме НГ. На приемнике в режиме анализа в реальном масштабе времени с отображением спектра с послесвечением установить полосу обзора 40 МГц с полосой пропускания 200 кГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если на приемнике фиксируется спектр ИМ-сигнала с уровнем 0 дБ/мВт ± 0,8 дБ.

5.4.12 Определение КСВН входа приемника

КСВН входа приемника измерить с помощью анализатора цепей. Анализатор цепей откалибровать по срезу кабеля в соответствии с его руководством по эксплуатации. Кабель подключить к входу приемника с установленным значением ослабления входного аттенюатора 10 дБ и провести измерения в диапазоне частот от 9 кГц до 7 ГГц (в зависимости от модели приемника).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если КСВН входа не превышает 1,5 в диапазоне частот до 3,6 ГГц; 2 в диапазоне частот от 3,6 ГГц до 7 ГГц.

5.4.13 Определение параметров следящего генератора

Погрешность уровня и неравномерность амплитудно-частотной характеристики следящего генератора для выходного уровня минус 10 дБмВт определяют при помощи ваттметра.

Выход следящего генератора соединить с входом преобразователя. Выполнить установку нуля ваттметра, установить частоту измерения 64 МГц для корректировки частотной зависимости преобразователя.

Включить следящий генератор, установить частоту выходного сигнала 64 МГц, уровень минус 10 дБ/мВт.

Провести отсчет уровня мощности по ваттметру $L_{Power\ (64\ МГц)}$, dBm.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Устанавливать частоту следящего генератора от 100 кГц до 3,6 или 7 ГГц (в зависимости от модели приемника), при этом каждый раз производить настройку ваттметра на частоту следящего генератора и записывать отсчет ваттметра.

Вычислить неравномерность АЧХ следящего генератора по формуле

$$\Delta_{АЧХ} = L_{Power\ (F)} - L_{Power\ (64\ МГц)},\ дБ$$

где $L_{Power\ (F)}$– отсчет ваттметра на частоте $F_{изм}$, $L_{Power\ (64\ МГц)}$ – отсчет ваттметра на частоте 64 МГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительное значение погрешности выходного уровня сигнала минус 10 дБ/мВт на частоте 64 МГц составляет не более ± 1 дБ и действительные значения неравномерности АЧХ не превышают ± 3 дБ.

5.4.14 Определение погрешности выполнения амплитудного соотношения квазипикового детектора

В соответствии с ГОСТ Р 51318.16.1.1-2007 для определения амплитудного соотношения квазипикового детектора приемника в полосе CISPR A (9 кГц-150 кГц) ко входу приемника через тройник подключить генератор сигналов произвольной формы и осциллограф с входным сопротивлением 1 МОм.

На генераторе импульсов установить частоту повторения импульсов 25 Гц, длительность импульса 1 мкс. По осциллографу установить амплитуду импульса 3,375 В, что соответствует площади импульса 3,375 мкВ*с.

На приемнике установить режим приемника, сопряжение входа по постоянному току, частоту 100 кГц и квазипиковый детектор. Зафиксировать измеренное значение $Q_{(3,375мкВ*с)}$.

Вычислить показания приемника при подаче на его вход импульсов с площадью 13,5 мкВ*с по формуле:

$$Q_{(13,5мкВ*с)} = Q_{(3,375мкВ*с)} + 12\ дБ$$

где поправка 12 дБ = 20*lg(13,5 мкВ*с /3,375 мкВ*с)

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если показания приемника при подаче на его вход импульсов с площадью 13,5 мкВ*с лежат в пределах 66 дБ/мкВ ± 1,5 дБ.

Для определения амплитудного соотношения в полосах CISPR B (150 кГц – 30 МГц) и CISPR C/D (30 МГц – 300 МГц/300 МГц – 1 ГГц) ко входу приемника подключить генератор сигналов. На генераторе установить режим импульсной модуляции с частотой следования импульсов 100 Гц и длительностью 1 мкс, частоту и уровень (уровень контролировать по ваттметру пиковой мощности NRP-Z81) установить в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

Полоса	Частота	Уровень
CISPR B	25 МГц	0,316 В
CISPR C	250 МГц	0,044 В
CISPR D	900 МГц	0,044 В

На приемнике установить режим приемника, сопряжение входа по постоянному току, частоту 100 кГц и квазипиковый детектор. Поочередно настраивая приемник на частоты 25,01 МГц, 250,01 МГц и 900,01 МГц, провести измерения уровня. Добавить к показаниям поправку 3 дБ согласно приложению Д.6 ГОСТ Р 51318.16.1.1-2007.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если показания приемника лежат в пределах 66 дБ/мкВ ± 1,5 дБ.

5.4.15 Определение погрешности выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора

Измерения провести аналогично предыдущему пункту во всех частотных диапазонах для частот повторения импульсов, указанных в таблице 9.

Вычислить разность показаний для каждой частоты следования импульсов по формуле:

$$B^{QP} = Q_2 - Q_1;$$

где Q_2 - отсчёт при частоте повторения, на которой нормировано амплитудное соотношение (25 или 100 Гц), Q_1 – отсчеты на других частотах повторения.

Погрешность выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора в децибелах определить по формуле:

$$\Delta B = B_{ном}^{QP} - B^{QP};$$

где $B_{ном}^{QP}$ – номинальное значение импульсной характеристики для квазипикового детектора.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если для всех режимов работы погрешность выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора лежит в пределах, указанных в таблице 9.

Таблица 9

Частота повторения импульсов, Гц	Значения и пределы допускаемой абсолютной погрешности выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора, дБ, для режимов работы:		
	CISPR BAND A	CISPR BAND B	CISPR BAND C/D
1000	–	минус 4,5 ± 1,0	минус 8,0 ± 1,0
100	минус 4,0 ± 1,0	опорное значение	опорное значение
60	минус 3,0 ± 1,0	–	–
25	опорное значение	–	–
20	–	+6,5 ± 1,0	+9,0 ± 1,0
10	+4,0 ± 1,5	+10,0 ± 1,5	+14,0 ± 1,5
5	+7,5 ± 2,0	–	–
2	+13,0 ± 2,0	+20,5 ± 2,0	+26,0 ± 2,0
1	+17,0 ± 2,0	+22,5 ± 2,0	+28,5 ± 2,0

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

6.2 При положительных результатах поверки на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.

6.3 При отрицательных результатах поверки на прибор выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/