

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФБУ

«ГНМЦ Минобороны России»

_____ **В.В. Швыдун**

«__» _____ **2013 г.**

ИНСТРУКЦИЯ

**Установка для измерений радиолокационных
характеристик пленок «Гусь-5М»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ



**г. Мытищи
2013 г.**

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на установку для измерений радиолокационных характеристик пленок «Гусь-5М» (далее – установка) зав. № 001, изготовленную открытым акционерным обществом «Инженерно-маркетинговый центр Концерн «Вега» (ОАО «ИМЦ Концерн «Вега»), г. Москва и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Опробование	8.2	+	+
3 Определение диапазона рабочих частот	8.3	+	+
4 Определение диапазона измерений коэффициента отражения (прохождения)	8.4	+	+
5 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения (прохождения)	8.5	+	+
6 Проверка программного обеспечения (ПО)	8.6	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.4, 8.5	Военный эталон (ВЭ-24) единицы комплексного коэффициента отражения волноводных трактов, диапазон частот 2,5-37,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности 2 %
8.3	Анализатор спектра С4-85 (рег. №24596-03), диапазон рабочих частот от 100 Гц до 39,5 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7} f + 0,1 \cdot \Pi$ (где Π - полоса обзора, Гц)

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик средств измерений, приведенных в таблице 2.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки установки допускаются лица, имеющие высшее или среднее специальное образование, квалификационную группу по электробезопасности не ниже 4 с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электронными средствами измерений и испытательным оборудованием, и опыт практической работы.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 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 (РЭ) на средства измерений, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, мм рт. ст. 750 ± 30 ;
- параметры питания от сети переменного тока:
 - напряжение, В 220 ± 22 ;
 - частота, Гц 50 ± 1 .

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Поверка установки должна проводиться при поверенных аттенуаторе ДЗ-33А и измерителе КСВН панорамном Р2-116 (входящих в состав установки).

7.2 Перед проведением поверки установки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать средства измерений в условиях, указанных в п. 6.1, в течение 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на установку по ее подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев средств измерений для установления их рабочего режима.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяют соответствие установки следующим требованиям:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;
- разъемы должны быть чистыми;
- соединительные провода должны быть исправными;
- комплектность установки должна соответствовать указанной в технической документации изготовителя.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если комплектность установки соответствует требованиям ТД, внешний вид установки соответствует требованиям п. 8.1.1.

сопостав.
не было 3

8.2 Опробование

8.2.1 Подключить установку к сети питания, на панелях составных элементов установки ^{включают} тумблер питания. На экране монитора должна появиться информация о загрузке операционной системы и программного обеспечения (ПО). После загрузки операционной системы и ПО на экране должно появиться меню управления установкой.

8.2.2 Результаты испытаний считать положительными, если не отображается информация об ошибках и установленная версия ПО соответствует описанию типа.

8.3 Определение диапазона рабочих частот

8.3.1 Подготовить установку к проведению измерений. Установить полосу качания генератора качающей частоты 8-12 ГГц.

8.3.2 К выходу аттенюатора (положение "20 дБ") через направленный ответвитель подключают вход анализатора спектра.

Установить режим анализатора спектра:

центральная частота – 8.24 ГГц;

полоса обзора 10 МГц;

полоса пропускания 10 кГц;

длительность развертки 10 с;

режим измерений с накоплением максимумов.

8.3.3 Зафиксировать по спектрограмме минимальную частоту спектра наблюдаемого сигнала f_1 .

8.3.4 Не меняя остальных параметров обзора, установить центральную частоту 12,05 ГГц. Зафиксировать по спектрограмме максимальную частоту спектра наблюдаемого сигнала f_2 .

8.3.5 В качестве оценки диапазона рабочих частот Δf Зафиксировать разницу $\Delta f = f_2 - f_1$.

8.3.6 Результаты проверки ⁷⁶считают положительными, если диапазон рабочих частот от 8.24 до 12,05 ГГц.

8.4 Определение диапазона измерений коэффициента отражения (прохождения)

8.4.1 Определение диапазона измерений коэффициента отражения и прохождения провести методом прямых измерений.

8.4.2 Перед определением динамического диапазона определить действительное значение калибровочной пластины. Для чего выполнить следующие операции:

к входам векторного анализатора цепей (далее по тексту - анализатора) с помощью коаксиальных кабелей подключить коаксиально-волноводные переходы, соединенные с участками волновода. Сечение волновода выбрать таким, чтобы обеспечить распространение основного типа волны для диапазона частот 8-12 ГГц;

с помощью входящего в комплектность анализатора калибровочного комплекта провести калибровку анализатора в режиме измерений коэффициента отражения S_{11} ;

присоединить калибровочную пластину к фланцу волновода, выполнить измерение коэффициента отражения в полосе частот;

переместить пластину в плоскости апертуры фланца, измерить коэффициент отражения в нескольких участках калибровочной пластины;

зафиксировать среднее значение коэффициента отражения и разброс результатов измерений коэффициента отражения;

8.4.3 Результаты испытаний считать положительными, если коэффициент отражения в полосе частот не ниже 0,99 (по мощности), а среднее значение в полосе частот не ниже 0,995.

8.4.4 При определении диапазона измерений коэффициента отражения и прохождения выполнить следующие операции:

установку подготовить к работе для измерений коэффициента отражения и прохождения;

положение встроенного аттенюатора установить равным "0 дБ";

к выходу согласующего рупора приложить калибровочную пластину и зафиксировать показания выхода АЦП по экрану монитора;

последовательно вводя затухание до величины "20 дБ" наблюдать снижение уровня выходного сигнала АЦП по экрану монитора;

продолжать вводить затухание с шагом, равным половине цены деления указателя аттенюатора на вводимом уровне, отметить положение указателя аттенюатора A_0 , при котором перестает наблюдаться снижение уровня сигнала АЦП;

в качестве уровня шумовой дорожки принять значение A_N .

в качестве динамического диапазона измерений коэффициента отражения принять значение $A = A_N - 3$, дБ или $[1; 10^{-0.1A}]$ (по мощности).

8.4.5 Операции выполнить для согласующих рупоров с раскрытиями 150×150 мм² и 50×50 мм².

8.4.6 Результаты испытаний считать положительными, если полученный динамический диапазон установки для каждого из согласующих рупоров не менее 20 дБ (для отражения и прохождения).

8.5 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения (прохождения)

8.5.1 Определить абсолютную погрешность установки поэлементным методом путем объединения частных составляющих погрешностей.

8.5.2 Основными составляющими погрешности являются:

неисключенная систематическая составляющая Δ_1 , обусловленная неидеальностью калибровочной пластины;

неисключенная систематическая составляющая Δ_2 , обусловленная отражениями от согласующего рупора;

неисключенная систематическая погрешность Δ_3 , обусловленная градуировочной характеристикой приемного устройства регистратора;

граница инструментальной погрешности аттенюатора, пересчитанная в абсолютную погрешность Δ_4 ;

неисключенная систематическая погрешность Δ_5 , обусловленная квантованием выходного сигнала и равная цене младшего разряда АЦП;

случайная составляющая погрешности δ , обусловленная нестабильностью характеристик элементов установки.

8.5.3 Границу неисключенной систематической составляющей погрешности измерений коэффициента отражения Δ_1 , обусловленной неидеальностью калибровочной пластины, принимают равной наибольшему отклонению ее коэффициента отражения от 1 по результатам выполнения операций п.8.4.3.

8.5.4 Границу неисключенной систематической составляющей погрешности измерений коэффициента отражения (среднего значения в полосе частот) принять равной коэффициенту отражения (по мощности) согласующего рупора:

$$\theta_2 = p_c.$$

Определение КСВН рупоров провести с помощью панорамного измерителя КСВН, входящего в состав установки.

Допускается проводить измерение КСВН согласующих рупоров с помощью панорамных измерителей КСВН или векторных анализаторов цепей.

8.5.5 Результаты испытаний считать положительными, если КСВН согласующих рупоров не превышает величины 1,07 в полосе частот 8-12 ГГц.

8.5.6 Границу неисключенной систематической погрешности θ_2 определить в процессе градуировки приемного устройства.

Для это выполнить следующие операции:

установить положение встроенного аттенюатора A_0 "0 дБ" и зафиксировать уровень сигнала на регистрирующем устройстве P_0 ;

последовательно устанавливая отсчеты аттенюатора A_i ($i = \overline{1,5}$) равномерно в пределах динамического диапазона измерений коэффициента отражения и прохождения, зафиксировать соответствующие уровни P_i , вычислить величины $\Delta_i = A_i - (P_0 - P_i)$;

зафиксировать $\theta_3 = \max|\Delta_i|$, ($i = \overline{1,5}$).

8.5.7 Погрешность θ_4 принять равной инструментальной погрешности встроенного аттенюатора, пересчитанного в абсолютную погрешность в динамическом диапазоне установки, ориентировочно 20 дБ.

8.5.8 Погрешность θ_5 принять равной цене младшего разряда использованного аналого-цифрового преобразователя и принимают равной $\theta_5 = A_N / 2^n$ (n - разрядность АЦП).

8.5.9 Случайную составляющую погрешности δ определить как среднее квадратическое отклонение результатов 5-6 наблюдений коэффициента отражения.

В качестве величины δ принять среднее квадратическое отклонение результатов измерений выходного сигнала от калибровочной пластины, периодически прикладываемой к согласующему рупору. Для оценки нестабильности выходной мощности выполнить следующие операции:

подготовить установку к работе в режиме измерений коэффициента отражения, положение встроенного аттенюатора установить "0 дБ";

провести градуировку установки в области измерений коэффициента отражения "3 дБ"; для чего установить положение аттенюатора номинально в положение "3 дБ";

периодически прикладывая к выходу согласующего рупора калибровочную пластину, провести регистрацию выходного сигнала в течение 4 часов через интервалы времени от 20 до 25 минут.

Определить стабильность мощности выходного сигнала как среднее квадратическое значение результатов измерений коэффициента отражения за время наблюдений.

8.5.10 Результаты испытаний считать положительными, если среднее квадратическое значение нестабильности (в пересчете на коэффициент отражения по мощности) не превышает 0,001.

8.5.11 Вычислить абсолютную погрешность измерения коэффициента отражения (прохождения) Δ в соответствии с выражением:

$$\Delta = k \cdot \sqrt{\frac{\theta^2}{3} + \delta^2}, \quad (1)$$

где k - коэффициент, зависящий от соотношения систематической и случайной составляющей $k = \frac{t_s \cdot \delta + \theta}{\delta + 0,5 \cdot \theta}$;

θ - граница систематической составляющей суммарной погрешности установки $\theta = \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \theta_4^2 + \theta_5^2}$;

δ - среднее квадратическое отклонение случайной погрешности установки;

t_s - коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 0,95, $t_s = 2$.

8.5.12 Результаты проверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения (прохождения) не превышает 0,02.

8.6 Проверка программного обеспечения

8.6.1 Осуществить проверку соответствия идентификационных данных ПО.

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют приведенным в таблице 3, а уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с МИ 3286-2010 – «С».

Таблица 3

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
Программное приложение "Гусь-5М"	Mera1.exe	1.0.0.1	9C9DE42A8B83B 91E2281762D205 C64F5	MD5

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки установки выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки установка к дальнейшему применению не допускается, и выдается извещение об ее непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Начальник отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

К.С. Черняев

Научный сотрудник
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

?