

**СОГЛАСОВАНО**

**Первый заместитель генерального  
директора-заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»**

**А.Н. Щипунов**

« 14 » декабря 2021 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Стенды измерительные ОТА 595**

**Методика поверки**

**133-21-07 МП**

**р.п. Менделеево  
2021 г.**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ .....	3
3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОВЕРКУ .....	5
5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	5
6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР .....	6
8 ПРОВЕРКА ПО .....	6
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ .....	7
9.1 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ .....	7
9.2 ОПРОБОВАНИЕ .....	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК .....	7
10.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ И АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ УСТАНОВКИ ЧАСТОТЫ.....	7
10.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСКРЕТНОСТИ УСТАНОВКИ ЧАСТОТЫ.....	8
10.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА УСТАНОВКИ УРОВНЯ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА .....	9
10.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ И АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОХОЖДЕНИЯ (РАДИОПРОЗРАЧНОСТИ, КОЭФФИЦИЕНТА ОСЛАБЛЕНИЯ) .....	9
10.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ И АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ АНТЕННЫ ПЕРЕДАЮЩЕЙ ПО КООРДИНАТАМ X, Y, I.....	12
10.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ И АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ АНТЕННЫ ПРИЕМНОЙ ПО КООРДИНАТАМ $\Delta$ , $\gamma$ .....	15
10.7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ И АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЯ ПО КООРДИНАТАМ A, B, $\Theta$ .....	17
10.8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ И АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ДЕВИАЦИИ РАДИОПЕЛЕНГАТОРА (ПЕЛЕНГАЦИОННОЙ ОШИБКИ) ПО АЗИМУТУ И ПО ЭЛЕВАЦИИ (УГЛУ МЕСТА) .....	19
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	20
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	22

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок стендов измерительных ОТА 595 (далее – стенды измерительные), изготавливаемых АО «ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина», г. Обнинск.

Прослеживаемость результатов измерений при поверке к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1 -2018 в соответствии с приказом Росстандарта № 1621 от 31.07.2018 обеспечена.

1.2 Первичная поверка стендов измерительных проводится при вводе их в эксплуатацию и после ремонта.

1.3 Периодическая поверка стендов измерительных проводится в ходе их эксплуатации и хранения.

1.4 Стенды измерительные предназначены для измерения в заданном диапазоне частот электромагнитного излучения радиотехнических характеристик (далее - РТХ) изделий из керамических и композиционных материалов, в частности:

- измерение девиации радиопеленгатора (пеленгационные ошибки, вносимые изделием) по азимуту и по элевации (углу места);

- измерение коэффициента прохождения (коэффициент ослабления; радиопрозрачность) электромагнитного излучения изделия (далее - КП);

- воспроизведение девиации радиопеленгатора (пеленгационная ошибка) по азимуту и по элевации (углу места);

- расчет крутизны пеленгационной ошибки (далее - КПО).

1.5 Периодическая поверка стендов измерительных проводится не реже одного раза в 12 (двенадцать) месяцев.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	+	+
2 Проверка программного обеспечения (далее - ПО)	8	+	+
3 Подготовка к поверке и опробование	9	+	+
4 Определение метрологических характеристик	10		
4.1 Определение диапазона частот и абсолютной погрешности установки частоты	10.1	+	+
4.2 Определение дискретности установки частоты	10.2	+	-
4.3 Определение диапазона установки уровня выходной мощности гармонического сигнала	10.3	+	+
4.4 Определение диапазонов и абсолютной погрешности измерений коэффициента прохождения (радиопрозрачности, коэффициента ослабления)	10.4	+	+

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
4.5 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны передающей по координатам X, Y, I	10.5	+	-
4.6 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны приемной по координатам $\delta$ , $\gamma$	10.6	+	-
4.7 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования изделия по координатам $\alpha$ , $\beta$ , $\theta$	10.7	+	-
4.8 Определение диапазонов и абсолютной погрешности воспроизведения и измерения девиации радиопеленгатора (пеленгационной ошибки) по азимуту и по элевации (углу места)	10.8	+	+

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений предусмотренных конкретной модификацией стенда измерительного.

### 3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки стендов измерительных должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений для поверки стендов измерительных

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1, 10.2	Частотомер универсальный CNT-90XL с опцией 27G, пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты при работе от внутреннего опорного генератора ОСХО 19/90, времени измерения $200 \text{ мс} \cdot 2 \cdot 10^{-7}$
10.1, 10.2	Стандарт частоты FS725, диапазон измеряемых частот от 200 МГц до 27 ГГц, диапазон измеряемых периодов от 37 пс до 5 нс, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-11}$
10.3	Измеритель мощности с преобразователями мощности N8485A и блоком измерительным N1914A, диапазон рабочих частот от 0,01 до 26,5 ГГц, диапазон измеряемых значений мощности от минус 20 до плюс 20 дБ [отн. 1 мВт], значение относительной погрешности коэффициента калибровки $\pm 3,75 \%$
10.4	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, диапазон частот от 0,01 до 50 ГГц, динамический диапазон для диапазона частот от 1 до 46 ГГц не менее 110 дБ, нелинейность приёмных устройств не более 0,1 дБ
10.5 - 10.7	Система лазерная координатно-измерительная Leica Absolute Tracker AT960-MR, диапазон (радиус) измерений расстояний абсолютным дальномером от 1 до 20 м, пределы допускаемой погрешности определения пространственных координат во всем рабочем объеме при выполнении измерений на сферический отражатель $\pm(10+5 \cdot L)$ мкм, где L-расстояние от системы до отражателя, м
10.8	Дальномер лазерный Leica DISTO™ X310, диапазон измерений расстояния 120 м, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния $\pm 1,0$ мм

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.8	Штангенциркуль ШЦЦ, диапазон измерений длины от 0 до 500 мм, абсолютная погрешность $\pm 0,1$ мм
10.8	Штангенциркуль ШЦЦ, диапазон измерений длины от 320 до 1000 мм, абсолютная погрешность $\pm 0,1$ мм
10.4	Аттенюатор (вспомогательное оборудование), вносимое ослабление 3, 6 и 13 дБ, диапазон рабочих частот от 0 до 20 ГГц

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого стенда измерительного с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений, и имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом ОТА 595 РЭ «Стенд измерительный ОТА 595» (далее – РЭ).

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на составные элементы стендов измерительных и средства поверки.

5.2 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

#### 6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки стендов измерительных должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения поверки стендов измерительных

Влияющая величина	Нормальное значение	Допускаемое отклонение от нормального значения
Температура окружающего воздуха, °С	20	$\pm 5$
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80	–
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	–
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220	$\pm 22$
Частота питающей сети, Гц	50	$\pm 1$

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра стендов измерительных проверить:

- соответствие стенда измерительного эксплуатационной документации в части комплектности и маркировки;
- отсутствие видимых механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность стенда измерительного;
- фиксацию регулировочных элементов;
- целостность управляющих, питающих и радиочастотных кабелей, а также СВЧ-соединителей;
- отсутствие в рабочей зоне стенда измерительного и на рабочем месте оператора, шкафах управления и на поверхностях стенда посторонних предметов и аппаратуры;
- состояние органов управления;

7. Проверку комплектности стенда измерительного проводить путем сличения действительной комплектности с данными, приведенными в разделе «Комплектность стенда» в паспорте конкретного стенда измерительного (далее – ПС).

7.3 Проверку маркировки производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в документе ОТА 595 РЭ «Стенд измерительный. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ).

7.4 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность стенда измерительного соответствуют ПС;
- маркировка стенда измерительного соответствуют РЭ;
- наружная поверхность стенда измерительного не имеет механических повреждений и других дефектов, влияющих на работоспособность стенда;
- регулировочные элементы зафиксированны;
- посторонние предметы и аппаратура отсутствуют;
- управляющие, питающие и радиочастотные кабели, а также СВЧ-соединители не имеют механических и электрических повреждений;
- органы управления закреплены прочно и без перекосов, действуют плавно и обеспечивают надежную фиксацию;
- все надписи на органах управления и индикации четкие и соответствуют их функциональному назначению

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## 8 ПРОВЕРКА ПО

8.1 Включить персональные компьютеры (далее – ПК), для чего:

- на блоке источника бесперебойного питания нажать кнопку ВКЛ;
- нажать на системном блоке ПК кнопку включения;
- включить монитор.

8.2 Контрольную сумму по алгоритму SHA1 вычислить стандартными средствами Windows. В командной строке ввести команду *certutil -hashfile "Раздел диска":\rrth\_stend\_w32.dll*. Наблюдать контрольную сумму файла *rrth\_stend\_w32.dll* по алгоритму SHA1. Результаты наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

8.3 Повторить операции п. 8.2 для файла *maps\_stend\_w32.dll*.

8.4 Сравнить полученные контрольные суммы и версии с их значениями, записанными в ПС. Результат сравнения зафиксировать в рабочем журнале.

8.5 Результаты идентификации ПО считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	rrth_stend_w32.dll	maps_stend_w32.dll
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.0.0	1.0.0.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	86ac94db0bc248369fe817a01d81da4005dc5dc5 (алгоритм SHA1)	44673cd6b63b71c05bbc216d9a35568597874838 (алгоритм SHA1)

В противном случае результаты проверки соответствия ПО считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

### 9.1 Подготовка к поверке

9.1.1 Проверить наличие эксплуатационной документации и сроки действия свидетельств о поверке средств поверки.

9.1.2 Подготовить средства поверки к проведению измерений в соответствии с РЭ.

### 9.2 Опробование

9.2.1 Подготовить стенд измерительный к проведению измерений согласно разделу «Подготовка к работе стенда и выполнение измерений» РЭ.

9.2.2 Запустить на исполнение ПО (наименование изделия).exe (ярлык программы в папке «PTX\_BASE»).

9.2.3 В ПО провести установку стенда измерительного в исходное состояние.

Правильность выхода в исходное состояние соответствует следующим показаниям индикаторов программы (если перемещение по конкретной оси предусмотрено модификацией стенда):

- поворот изделия в горизонтальной плоскости ( $\alpha$ ) - 0°;
- поворот изделия в вертикальной плоскости ( $\beta$ ) - 0°;
- вращение изделия вокруг продольной оси ( $\theta$ ) - 0°;
- поворот устройства антенного приемного вокруг своей оси ( $\delta$ ) - 0°;
- поворот устройства антенного приемного вокруг центра прокачки ( $\gamma$ ) - 0°;
- поворот антенны передающей вокруг своей оси ( $\Gamma$ ) - 0°;
- положение каретки на координатной плоскости X=0 мм, Y=0 мм (нижний левый угол координатной плоскости);

- генераторы установлены в положение отключенного выхода «RFOUTPUT».

9.2.4 Результаты поверки считать положительным, если в процессе диагностики программа управления стенда измерительного не выдала сообщение об ошибках и стенд вышел в исходное состояние.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, стенд измерительный бракуется и подлежит ремонту.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

### 10.1 Определение диапазона частот и абсолютной погрешности установки частоты

10.1.1 Определение диапазона частот и абсолютной погрешности установки частоты генераторов из состава стенда измерительного осуществить методом прямых измерений по схеме, указанной на рисунке 1, с помощью частотомера, синхронизированного по внешнему источнику опорной частоты со стандартом частоты. Измерения выполнить при уровне выходного

сигнала генератора 0 дБ [отн. 1 мВт] на следующих частотах: минимальная граничная частота диапазона рабочих частот генератора; максимальная граничная частота диапазона рабочих частот генератора.



Рисунок 1 – Схема определения диапазона частот

10.1.2 Абсолютную погрешность установки частоты ( $\Delta f_{изм}$ ) вычисляют по формуле (1):

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

где  $f_{уст.}$  - установленное значение частоты на генераторе, Гц;  
 $f_{изм.}$  - измеренное значение частоты, Гц.

10.1.3 Результаты поверки считать положительными, если выполнены измерения на всех указанных в настоящем пункте частотах и значение абсолютной погрешности установки частоты находится в пределах  $\pm 1 \cdot 10^3$  Гц.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, стенд измерительный бракуется и подлежит ремонту.

## 10.2 Определение дискретности установки частоты

10.2.1 Определение дискретности установки частоты осуществляют методом прямых измерений по схеме, указанной на рисунке 2, с помощью частотомера.



Рисунок 2 – Схема определения дискретности установки частоты

10.2.2 На генераторе формирования электромагнитного поля установить частоту 1 ГГц и уровень выходного сигнала 0 дБ [отн. 1 мВт]. На частотомере установить режим измерения частоты, время счета установить 10 с;

10.2.3 Сигнал с выхода RF OUTPUT проверяемого генератора подать на вход частотомера и провести измерений частоты  $f_{уст}$ .

10.2.4 Уменьшить частоту выходного сигнала на генераторе на 0.01 Гц ниже  $f_{уст}$ , провести измерение частоты  $f_n$  и рассчитать  $\Delta f_n$ , по формуле (2):

$$\Delta f_n = (f_{уст} - f_n) . \quad (2)$$

10.2.5 Увеличить частоту выходного сигнала на генераторе на 0.01 Гц выше  $f_{уст}$ , провести измерение частоты  $f_в$  и рассчитать  $\Delta f_в$ , по формуле (3):

$$\Delta f_в = (f_{уст} - f_в) . \quad (3)$$

10.2.6 Повторить операции п.10.2.1-10.2.5 для генератора преобразователя частоты (гетеродина).

10.2.7 Результаты поверки считать положительными, если значения  $\Delta f_n$  и  $\Delta f_в$  не более 0,0015 Гц.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, стенд измерительный бракуется и подлежит ремонту.



### 10.3 Определение диапазона установки уровня выходной мощности гармонического сигнала

10.3.1 Определение диапазона установки уровня выходной мощности гармонического сигнала проводить путем измерения установленного нормированного значения мощности с использованием измерителя мощности N1914A в комплекте с измерительными преобразователями. Измерения выполняются по схеме, указанной на рисунке 3. Измерения провести последовательно для генератора формирования электромагнитного поля и генератора преобразователя промежуточной частоты. Измерительный преобразователь выбрать в соответствии с диапазоном частот.

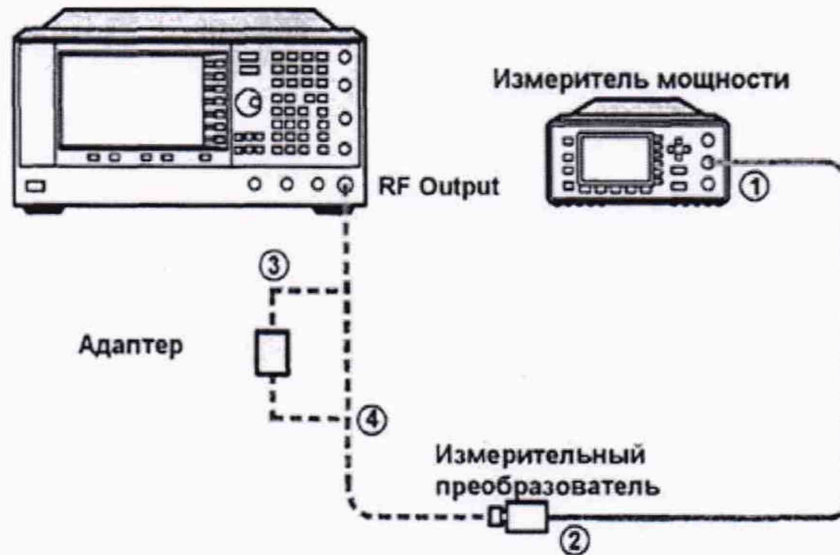


Рисунок 3 – Схема определения максимального уровня выходного сигнала

10.3.2 Измерения провести на следующих частотах: минимальная граничная частота диапазона рабочих частот генератора; максимальная граничная частота диапазона рабочих частот генератора.

10.3.3 Результаты поверки считать положительными, если:

- значение максимального уровня выходного сигнала для генератора формирования электромагнитного поля составляет не менее 15 дБ [отн. 1 мВт];
- значение максимального уровня выходного сигнала для генератора преобразователя промежуточной частоты составляет не менее 15 дБ [отн. 1 мВт];
- значение минимального уровня выходного сигнала для генератора формирования электромагнитного поля и генератора преобразователя промежуточной частоты составляет не более минус 20 дБ [отн. 1 мВт].

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, стенд измерительный бракуется и подлежит ремонту.

### 10.4 Определение диапазонов и абсолютной погрешности измерений коэффициента прохождения (радиопрозрачности, коэффициента ослабления)

10.4.1 В ПО провести установку стенда измерительного в исходное состояние.

10.4.2 Правильность выхода в исходное состояние соответствует следующим показаниям индикаторов программы (если перемещение по конкретной оси предусмотрено модификацией стенда):

- поворот изделия в горизонтальной плоскости ( $\alpha$ ) -  $0^\circ$ ;
- поворот изделия в вертикальной плоскости ( $\beta$ ) -  $0^\circ$ ;
- вращение изделия вокруг продольной оси ( $\theta$ ) -  $0^\circ$ ;
- поворот устройства антенного приемного вокруг своей оси ( $\delta$ ) -  $0^\circ$ ;
- поворот устройства антенного приемного вокруг центра прокачки ( $\gamma$ ) -  $0^\circ$ ;
- поворот антенны передающей вокруг своей оси ( $I$ ) -  $0^\circ$ ;

- положение каретки на координатной плоскости  $X=0$  мм,  $Y=0$  мм (нижний левый угол координатной плоскости);

- генераторы установлены в положение отключенного выхода «RF OUTPUT».

10.4.3 Установить координатную плоскость (координаты  $X$ ,  $Y$ ) положения антенны передающей относительно положения антенны приемной для установления положения их апертур на общую электрическую ось (равносигнальное направление) на средней частоте между минимальной и максимальной граничной частотой диапазона (поддиапазона). Процесс поиска индицируется в ПО стенда измерительного в условных единицах для уровня амплитуды суммарного канала по следующей последовательности:

а) в ПО провести установку стенда измерительного в исходное состояние;

б) установить антенны в положение вертикальной совпадающей поляризации по координатам  $\delta$  и  $I$ ;

в) выполнить перемещение антенны передающей в геометрический центр координатной плоскости  $(X_0, Y_0)$ ;

г) включить генератор формирования электромагнитного поля с заданной мощностью (определяется при формировании пеленгационной характеристики в соответствии с РЭ) на заданную частоту генерации;

д) включить генератор формирования ПЧ (гетеродин) с заданной мощностью (определяется при формировании пеленгационной характеристики в соответствии с РЭ). ПЧ для всех частот генерации одинакова;

е) установить передающую антенну поочередно в положение  $(X_{мин}, Y_0)$  и  $(X_{макс}, Y_0)$ , исходя из условия равенства расстояний  $|X_{мин}, X_0| = |X_0, X_{макс}|$ , зафиксировать показания уровня амплитуды суммарного канала;

ж) выполнять п.п. е) поворачивая координатную плоскость вокруг вертикальной оси  $Y$  до получения равных показаний уровней амплитуд суммарного канала в положениях передающей антенны  $(X_{мин}, Y_0)$  и  $(X_{макс}, Y_0)$ . Получить значение  $X_{01}$ . Отклонение значений амплитуд суммарного канала в крайних положениях передающей антенны по оси  $X$  должны находиться в пределах  $\pm 5\%$ ;

и) зафиксировать положение координатной плоскости по оси  $Y$ ;

к) установить передающую антенну поочередно в положение  $(X_{01}, Y_{мин})$  и  $(X_{01}, Y_{макс})$ , исходя из условия равенства расстояний  $|Y_{мин}, Y_0| = |Y_0, Y_{макс}|$ , зафиксировать показания уровня амплитуды суммарного канала;

л) выполнять п.п. к) поворачивая координатную плоскость вокруг горизонтальной оси  $X$  до получения равных показаний уровней амплитуд суммарного канала в положениях передающей антенны  $(X_{01}, Y_{мин})$  и  $(X_{01}, Y_{макс})$ . Получить значение  $Y_{01}$ . Отклонение значений амплитуд суммарного канала в крайних положениях передающей антенны по оси  $Y$  должны находиться в пределах  $\pm 5\%$ ;

м) зафиксировать положение координатной плоскости по оси  $X$ ;

10.4.4 Выполнить измерение коэффициента прохождения в следующей последовательности:

а) в разрыв кабельного соединения между антенной передающей и генератором установить перестраиваемый аттенюатор СВЧ на соответствующий частотный диапазон;

б) в ПО провести установку стенда измерительного в исходное состояние;

в) установить антенны в положение вертикальной совпадающей поляризации по координатам  $\delta$  и  $I$ ;

г) выполнить перемещение антенны передающей в геометрический центр координатной плоскости  $(X_0, Y_0)$ ;

д) включить генератор формирования электромагнитного поля с заданной мощностью (определяется при формировании пеленгационной характеристики в соответствии с РЭ) на заданную частоту генерации;

е) включить генератор формирования ПЧ (гетеродин) с заданной мощностью (определяется при формировании пеленгационной характеристики в соответствии с РЭ). ПЧ для всех частот генерации одинакова;

ж) установить генерацию формирования электромагнитного поля на нижней частоте рабочего диапазона (поддиапазона) частоты стенда измерительного с выходной нормированной мощностью для конкретного экземпляра стенда измерительного и ослаблением аттенюатора СВЧ на минус 3 дБ;

и) выполнить первый цикл измерений;

к) включить генерацию формирования электромагнитного поля на нижней частоте рабочего диапазона (поддиапазона) частоты стенда измерительного с выходной нормированной мощностью для конкретного экземпляра стенда и ослаблением аттенюатора СВЧ на минус 13 дБ;

л) выполнить второй цикл измерений. Записать измеренное значение величины коэффициента прохождения (*КП11*);

м) выключить генерацию формирования электромагнитного поля;

н) включить генерацию формирования электромагнитного поля на нижней частоте рабочего диапазона (поддиапазона) частоты стенда измерительного с выходной нормированной мощностью для конкретного экземпляра стенда и ослаблением аттенюатора СВЧ на минус 3 дБ;

п) выполнить первый цикл измерений;

р) включить генерацию формирования электромагнитного поля на нижней частоте рабочего диапазона (поддиапазона) частоты стенда измерительного с выходной нормированной мощностью для конкретного экземпляра стенда и ослаблением аттенюатора СВЧ на 0 дБ;

с) выполнить второй цикл измерений. Записать измеренное значение величины коэффициента прохождения (*КП21*);

т) выключить генерацию формирования электромагнитного поля;

у) включить генерацию формирования электромагнитного поля на нижней частоте рабочего диапазона (поддиапазона) частоты стенда измерительного с выходной нормированной мощностью для конкретного экземпляра стенда и ослаблением аттенюатора СВЧ на минус 3 дБ;

ф) выполнить первый цикл измерений;

ч) включить генерацию формирования электромагнитного поля на нижней частоте рабочего диапазона (поддиапазона) частоты стенда измерительного с для конкретного экземпляра стенда выходной нормированной мощностью и ослаблением аттенюатора СВЧ на минус 6 дБ;

э) выполнить второй цикл измерений. Записать измеренное значение величины коэффициента прохождения (*КП31*);

ю) выключить генерацию формирования электромагнитного поля;

я) удалить аттенюатор;

10.4.5 Подготовить анализатор цепей векторный ZVA50 (далее - ВАЦ) для работы в соответствии с РЭ.

10.4.6 Подключить фазостабильные кабельные сборки к измерительным портам ВАЦ и провести полную 2х портовую калибровку. Подключить аттенюатор и установить параметры обзора:

- диапазон частот от 0,5 до 20 ГГц (должен содержать частоты на которых выполняются измерения коэффициента прохождения на стенде измерительном);

- выходная мощность 0 дБ (отн. 1 мВт);

- ширина полосы фильтра ПЧ 1 кГц;

- количество усреднений 10;

- режим измерений  $S_{12}$  (или  $S_{21}$ ).

10.4.7 Измерить действительное значение вносимого ослабления аттенюатором для следующих номиналов ослаблений: 0, 3, 6 и 13 дБ ( $K_{21}$ ,  $K_0$ ,  $K_{31}$  и  $K_{11}$  соответственно), в соответствии с РЭ на ВАЦ.

10.4.8 Определить абсолютную погрешность измерения коэффициента прохождения, как разность между установленным действительным значением вносимого ослабления аттенюатором СВЧ (минус 10 дБ, минус 3 и плюс 3 дБ, соответственно) и измеренным коэффициентом прохождения *КП11*, *КП21*, *КП31*.

$$\Delta KPi = K0 - Ki1 - Kpi.$$

(5)

где,  $K0$ -коэффициент прохождения при аттенюации 3 дБ.

$Ki1$ -измеренный коэффициент прохождения при аттенюации 0, 6, 13 дБ

$Kpi$ -действительное значение вносимого ослабления.

10.4.9 Повторить измерения коэффициента прохождения и у верхней границы диапазона измерений (значение устанавливаемой мощности может меняться, исходя из требований по РТХ к изделию, относительно модификации стенда измерительного).

10.4.10 Результаты поверки считать положительным, если:

- диапазон измерений коэффициента прохождения не менее указанного в паспорте на конкретную модификацию стенда измерительного;

- абсолютная погрешность измерения коэффициента прохождения находится в допускаемых пределах, указанных в паспорте на конкретную модификацию стенда измерительного.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, стенд измерительный бракуется и подлежит ремонту.

### **10.5 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны передающей по координатам X, Y, I**

10.5.1 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны передающей (координаты X, Y, I) осуществить методом прямых измерений по схеме, указанной на рисунке 4, с помощью системы лазерной координатно-измерительной Leica Absolute Tracker AT960-MR (далее - система измерительная) и отражателя 1,5RRR из её комплекта.

10.5.2 Определение вертикальности и горизонтальности осей перемещения антенны передающей осуществить в соответствии со схемой, представленной на рисунке 5. Перевести каретку в позицию, позволяющую использовать квадрант оптический на осях перемещения и плоскости крепления антенны передающей. Установить квадрант на плоскостях, по горизонтальному и вертикальному перемещению каретки с антенной, а также плоскости крепления антенны передающей. С помощью регулировочных элементов добиться горизонтальности и вертикальности этих плоскостей по нулевым показаниям квадранта.

Результат по данной операции считать положительным, если показания по уровню квадранта не превышают  $\pm 60''$ .

10.5.3 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны передающей по координатам X, Y

Установить отражатель у плоскости апертуры на антенне передающей. Из управляющего ПО стенда измерительного установить каретку крепления антенны передающей в положение начала координат (нижний левый угол координатной плоскости).

Выполнить измерение действительных координат отражателя для заданных точек позиционирования на координатной плоскости, указанных в таблице 5. Значения для позиционирования задаются из управляющего ПО стенда измерительного.

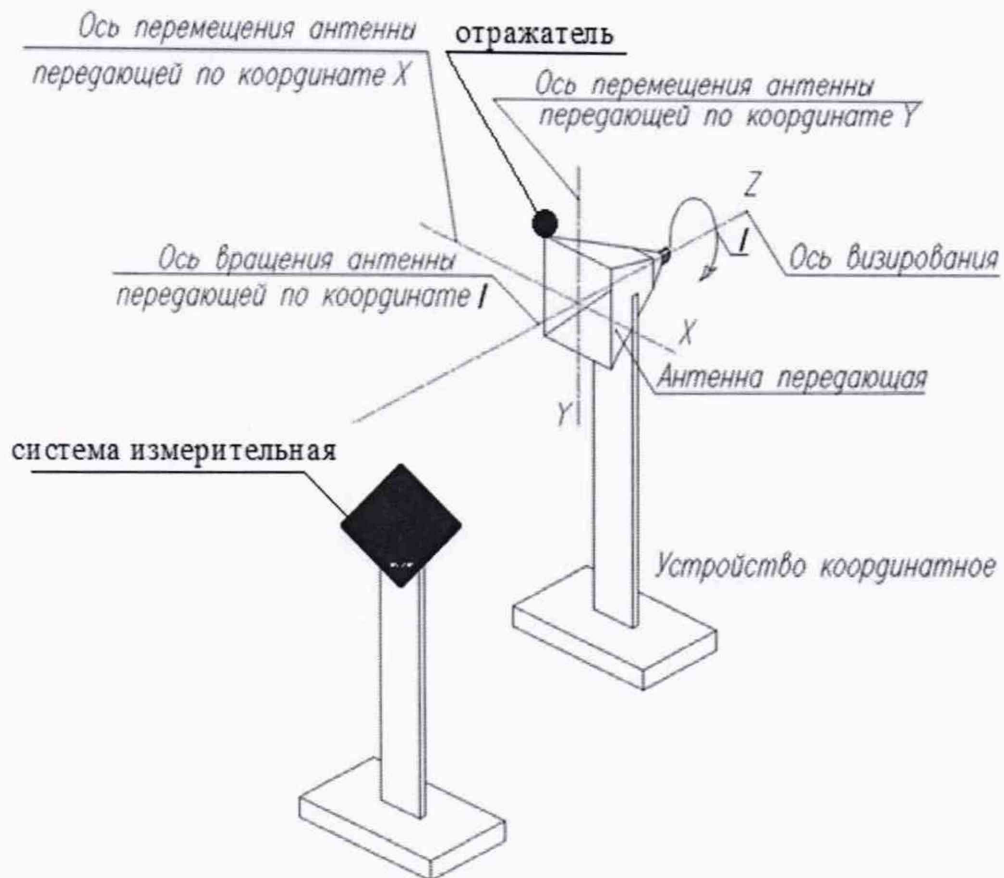
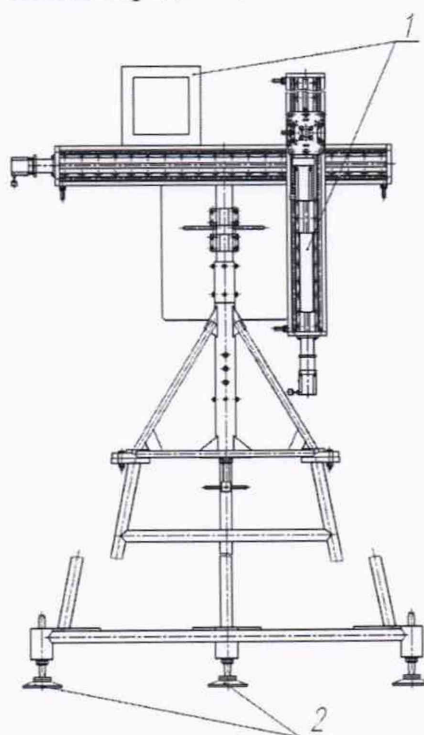


Рисунок 4 – Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны передающей



1 – квадрант; 2 – регулировочные элементы.

Рисунок 5 - Определение горизонтальности и вертикальности перемещения

Таблица 5

Номер точки позиционирования	Координата X	Координата Y
1	0	0
2	0	Y <sub>max</sub> *0.25
3	0	Y <sub>max</sub> *0.50
4	0	Y <sub>max</sub> *0.75
5	0	Y <sub>max</sub> *1.00
6	X <sub>max</sub> *0.25	Y <sub>max</sub> *1.00
7	X <sub>max</sub> *0.25	Y <sub>max</sub> *0.75
8	X <sub>max</sub> *0.25	Y <sub>max</sub> *0.50
9	X <sub>max</sub> *0.25	Y <sub>max</sub> *0.25
10	X <sub>max</sub> *0.25	0
11	X <sub>max</sub> *0.50	0
12	X <sub>max</sub> *0.50	Y <sub>max</sub> *0.25
13	X <sub>max</sub> *0.50	Y <sub>max</sub> *0.50
14	X <sub>max</sub> *0.50	Y <sub>max</sub> *0.75
15	X <sub>max</sub> *0.50	Y <sub>max</sub> *1.00
16	X <sub>max</sub> *0.75	Y <sub>max</sub> *1.00
17	X <sub>max</sub> *0.75	Y <sub>max</sub> *0.75
18	X <sub>max</sub> *0.75	Y <sub>max</sub> *0.50
19	X <sub>max</sub> *0.75	Y <sub>max</sub> *0.25
20	X <sub>max</sub> *0.75	0
21	X <sub>max</sub> *1.00	0
22	X <sub>max</sub> *1.00	Y <sub>max</sub> *0.25
23	X <sub>max</sub> *1.00	Y <sub>max</sub> *0.50
24	X <sub>max</sub> *1.00	Y <sub>max</sub> *0.75
25	X <sub>max</sub> *1.00	Y <sub>max</sub> *1.00

**Примечание:**  
 1 X<sub>max</sub> и Y<sub>max</sub>— это максимальные координаты перемещения по координате X и Y, соответственно, указанные в паспорте конкретного экземпляра стенда измерительного.  
 2 Точность задания координаты позиционирования 10 мкм.

По результатам измерений по номерам точек позиционирования (1, 5, 21) в ПО системы измерительной построить плоскость.

Рассчитать абсолютную погрешность позиционирования во всех измеренных точках по каждой из координат по формулам (6) – (8):

$$\Delta X_i = X_{уст i} - X_{изм i} ; \quad (6)$$

$$\Delta Y_i = Y_{уст i} - Y_{изм i} ; \quad (7)$$

$$\Delta Z_i = Z_{плоск i} - Z_{изм i} ; \quad (8)$$

где  $\Delta X_i, \Delta Y_i, \Delta Z_i$  – абсолютная погрешность позиционирования антенны передающей по координатам X, Y и Z соответственно;

$X_{уст i}, Y_{уст i}$  – значения соответствующей координаты заданной в ПО стенда измерительного, мм;

$Z_{плоск i}$  – значения координаты Z построенной плоскости при соответствующих координатах X и Y;

$X_{изм i}, Y_{изм i}, Z_{изм i}$  – значения соответствующей координаты измеренной системой измерительной.

Результаты поверки по данной операции считать положительным, если:

-выполнено действительное позиционирование по номерам точек позиционирования (1, 5, 21 и 25);

-значения абсолютной погрешности позиционирования во всех точках по каждой из координат находится в пределах, указанных в паспорте конкретной модификации стенда измерительного.

10.5.4 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны передающей по координате  $I$ .

Из управляющего ПО стенда измерительного установить каретку крепления антенны передающей в положение центра координатной плоскости при  $0^\circ$  угла поворота по оси  $I$ .

Выполнить измерение действительных координат отражателя для заданных углов поворота по оси  $I$  (установка выполняется с точностью  $0,1^\circ$ ):  $0^\circ$ , максимальный угол поворота по часовой стрелки, все углы поворота кратные  $45^\circ$  при вращении по часовой стрелки,  $0^\circ$ , все углы поворота кратные  $45^\circ$  при вращении против часовой стрелки, максимальный угол поворота против часовой стрелки,  $0^\circ$ . Значения для позиционирования задаются из управляющего ПО стенда измерительного.

По результатам измерений координат  $(X, Y, Z)$  с применением ПО системы измерительной построить плоскость и определить точку центра вращения антенны передающей по координате  $I$  на построенной плоскости.

Определить (с применением ПО системы измерительной) действительный угол поворота каретки антенны передающей по координате  $I$  во всех измеренных точках.

Рассчитать абсолютную погрешность позиционирования во всех измеренных точках по координате  $I$  по формуле (9).

$$\Delta I_i = I_{уст\ i} - I_{изм\ i}, \quad (9)$$

где  $\Delta I_i$  – абсолютная погрешность позиционирования антенны передающей по координате  $I$ , градус;

$I_{уст\ i}$  – значение координаты  $I$  заданное в ПО стенда измерительного, градус;

$I_{изм\ i}$  – значение координаты  $I$  измеренное системой измерительной, градус.

10.5.5 Результаты поверки считать положительными, если выполнено действительное позиционирование антенны передающей для нулевого, максимального и минимального угла поворота по координате  $I$  с соответствующим направлением вращения и значения абсолютной погрешности позиционирования во всех точках по координате  $I$  находится в пределах, указанных в паспорте конкретной модификации стенда измерительного и перемещение по координате  $Z$  в каждой точке при позиционировании (разность значения координаты  $Z$  действительных координат позиционирования и значения координаты  $Z$  построенной плоскости при соответствующих координатах  $X$  и  $Y$ ) находится в пределах  $\pm 0,1$  мм.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, стенд измерительный бракуется и подлежит ремонту.

## 10.6 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны приемной по координатам $\delta, \gamma$

10.6.1 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны приемной по координатам  $\delta, \gamma$  осуществить методом прямых измерений по схеме, указанной на рисунке 6, с помощью системы измерительной, сканера T-Scan и отражателя 1,5RRR из её комплекта.

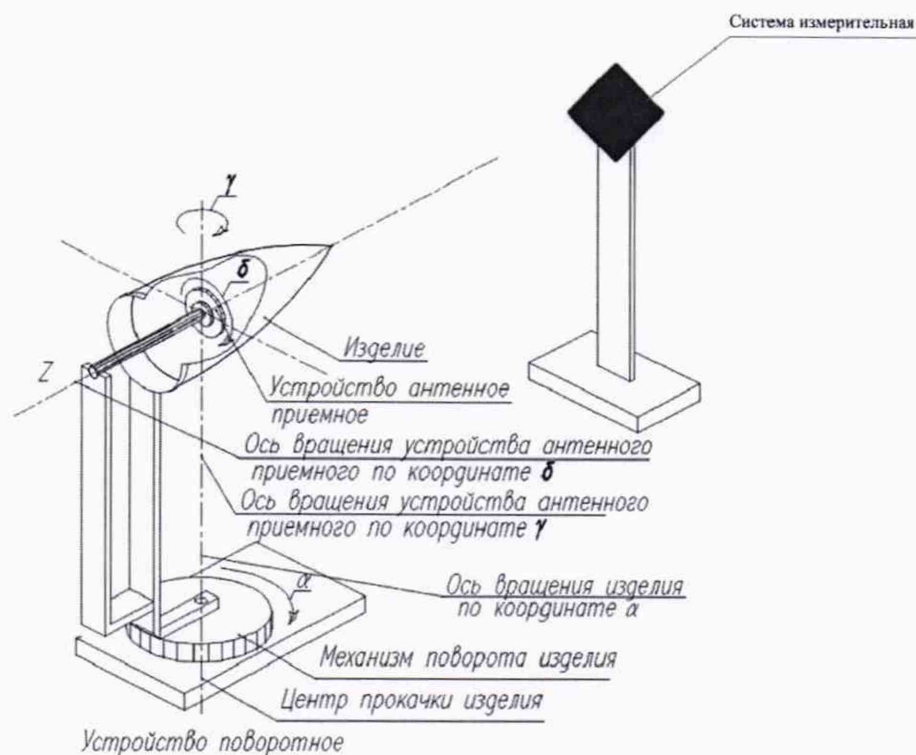


Рисунок 6 – Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны приёмной

Вместо антенны приемной может устанавливаться имитационная пластина.

При комплексном выполнении работ совместно с пунктом определения диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны передающей по координатам X, Y, Z положение системы измерительной не изменять.

10.6.2 Установить отражатель с боку от плоскости апертуры на антенне приемной. Из управляющего ПО стенда измерительного установить угол поворота по координатам  $\delta$  и  $\gamma$  антенны приемной в нулевое положение.

Выполнить измерение действительных координат отражателя для заданных углов поворота по оси  $\delta$  (установка выполняется с точностью 1'): 0°, максимальный угол поворота по часовой стрелке, все углы поворота кратные 45° при вращении по часовой стрелке, 0°, все углы поворота кратные 45° при вращении против часовой стрелки, максимальный угол поворота против часовой стрелки, 0°. Значения для позиционирования задаются из управляющего ПО стенда измерительного.

По результатам измерений координат (X, Y, Z) с применением ПО системы измерительной построить плоскость и определить точку центра вращения антенны приемной по координате  $\delta$  на построенной плоскости.

Рассчитать абсолютную погрешность позиционирования во всех измеренных точках по координате  $\delta$  по формуле (10).

$$\Delta\delta_i = \delta_{уст\ i} - \delta_{изм\ i} \quad (10)$$

где  $\Delta\delta_i$  – абсолютная погрешность позиционирования антенны передающей по координате  $\delta$ , градус;

$\delta_{уст\ i}$  – значение координаты  $\delta$  заданное в ПО стенда измерительного, градус;

$\delta_{изм\ i}$  – значение координаты  $\delta$  измеренное системой измерительной, градус.

10.6.3 Результаты поверки считать положительными, если выполнено действительное позиционирование для нулевого, максимального и минимального угла поворота по координате  $\delta$ , и значения абсолютной погрешности позиционирования во всех точках по координате  $\delta$  находится в пределах, указанных в паспорте конкретной модификации стенда измерительного и перемещение по координате Z в каждой точке при позиционировании (разность значения координаты



наты  $Z$  действительных координат позиционирования и значения координаты  $Z$  построенной плоскости при соответствующих координатах  $X$  и  $Y$ ) находится в пределах  $\pm 0,1$  мм.

10.6.4 Из управляющего ПО стенда измерительного установить ось вращения антенны приемной в нулевое положение по координатам  $\delta$  и  $\gamma$ .

Выполнить измерение сканером действительных координат плоскости антенны приемной для заданных углов поворота по оси  $\gamma$  (точность задания координаты позиционирования  $1'$ ):  $0^\circ$ , максимальный угол поворота по часовой стрелке,  $0^\circ$ , максимальный угол поворота против часовой стрелки,  $0^\circ$ . Значения для позиционирования задаются из управляющего ПО стенда измерительного.

На основе выполненных измерений координат плоскости ( $X, Y, Z$ ) с применением ПО системы измерительной построить ось вращения антенны приемной по координате  $\gamma$  и определить действительные углы поворота антенны приемной, вокруг оси вращения  $\gamma$  относительно нулевого положения по координатам  $\delta$  и  $\gamma$  и плоскости вращения антенны приемной по координате  $\delta$  (плоскость построена по предыдущему пункту).

Рассчитать абсолютную погрешность позиционирования во всех измеренных точках по координате  $\gamma$  по формуле (11):

$$\Delta \gamma_i = \gamma_{уст\ i} - \gamma_{изм\ i} \quad , \quad (11)$$

где  $\Delta \gamma_i$  – абсолютная погрешность позиционирования антенны передающей по координате  $\gamma$ , угловая минута;

$\gamma_{уст\ i}$  – значение координаты  $\gamma$  заданное в ПО стенда измерительного, угловая минута;

$\gamma_{изм\ i}$  – значение координаты  $\gamma$  измеренное системой измерительной, угловая минута.

10.6.5 Результаты поверки считать положительными, если выполнено позиционирование для нулевого, максимального и минимального угла поворота по координате  $\gamma$  и значения абсолютной погрешности позиционирования во всех точках по координате  $\gamma$  находится в пределах, указанных в паспорте конкретной модификации стенда измерительного.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, стенд измерительный бракуется и подлежит ремонту.

## 10.7 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования изделия по координатам $\alpha, \beta, \theta$

10.7.1 Определение диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования изделия (координаты  $\alpha, \beta, \theta$ ) осуществить методом прямых измерений по схеме, указанной на рисунке 6, с помощью системы измерительной и отражателя 1,5RRR из её комплекта.

При комплексном выполнении работ совместно с пунктом определения диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны передающей (координаты  $X, Y, I$ ) и/или определения диапазонов и абсолютной погрешности позиционирования антенны приемной (координаты  $\delta, \gamma$ ) положение системы измерительной не изменять.

Установить отражатель на посадочное место стенда измерительного.

10.7.2 Из управляющего ПО стенда измерительного установить угол поворота по координатам  $\alpha, \beta, \theta$  изделия в нулевое положение.

Выполнить измерение действительных координат отражателя для заданных углов поворота по оси  $\theta$  (установка выполняется с точностью  $0,1^\circ$ ):  $0^\circ$ , максимальный угол поворота по часовой стрелки, все углы поворота кратные  $45^\circ$  при вращении по часовой стрелки,  $0^\circ$ , все углы поворота кратные  $45^\circ$  при вращении против часовой стрелки, максимальный угол поворота против часовой стрелки,  $0^\circ$ . Значения для позиционирования задаются из управляющего ПО стенда измерительного.

По результатам измерений координат ( $X, Y, Z$ ) в точках позиционирования  $0^\circ$ , максимальный угол поворота по часовой стрелке, максимальный угол поворота против часовой стрелки с применением ПО системы измерительной построить плоскость и определить точку центра вращения изделия по координате  $\theta$  на построенной плоскости.

Рассчитать абсолютную погрешность позиционирования во всех измеренных точках по координате  $\theta$  по формуле (12):

$$\Delta\theta_i = \theta_{уст\ i} - \theta_{изм\ i} \quad , \quad (12)$$

где  $\Delta\theta_i$  – абсолютная погрешность позиционирования антенны передающей по координате  $\theta$ , градус;

$\theta_{уст\ i}$  – значение координаты  $\theta$  заданное в ПО стенда измерительного, градус;

$\theta_{изм\ i}$  – значение координаты  $\theta$  измеренное системой измерительной, градус.

Результаты поверки по данной операции считать положительным, если выполнено действительное позиционирование для нулевого, максимального и минимального угла поворота по координате  $\theta$  и значения абсолютной погрешности позиционирования во всех точках по координате  $\theta$  относительно нулевого положения и точки центра вращения находится в пределах, указанных в паспорте конкретной модификации стенда измерительного и перемещение по координате  $Z$  в каждой точке при позиционировании (разность значения координаты  $Z$  действительных координат позиционирования и значения координаты  $Z$  построенной плоскости при соответствующих координатах  $X$  и  $Y$ ) находится в пределах  $\pm 0,1$  мм.

10.7.3 Из управляющего ПО стенда измерительного установить угол поворота по координатам  $\alpha, \beta, \theta$  изделия в нулевое положение.

Выполнить измерение действительных координат отражателя для заданных углов поворота по оси  $\beta$  (точность задания координаты позиционирования  $1^\circ$ ):  $0^\circ$ , максимальный угол поворота по часовой стрелке,  $0^\circ$ , максимальный угол поворота против часовой стрелки,  $0^\circ$ . Значения для позиционирования задаются из управляющего ПО стенда измерительного.

По результатам измерений координат ( $X, Y, Z$ ) в точках позиционирования  $0^\circ$ , максимальный угол поворота по часовой стрелке, максимальный угол поворота против часовой стрелки с применением ПО системы измерительной построить плоскость и определить точку центра вращения изделия по координате  $\beta$  на построенной плоскости.

Рассчитать абсолютную погрешность позиционирования во всех измеренных точках по координате  $\beta$  по формуле (13).

$$\Delta\beta_i = \beta_{уст\ i} - \beta_{изм\ i} \quad (13)$$

где:  $\Delta\beta_i$  – абсолютная погрешность позиционирования антенны передающей по координате  $\beta$ , градус;

$\beta_{уст\ i}$  – значение координаты  $\beta$  заданное в ПО стенда измерительного, угловая минута;

$\beta_{изм\ i}$  – значение координаты  $\beta$  измеренное системой измерительной, угловая минута.

Результаты поверки по данной операции считать положительным, если выполнено действительное позиционирование для нулевого, максимального и минимального угла поворота по координате  $\beta$  и значения абсолютной погрешности позиционирования во всех точках по координате  $\beta$  относительно нулевого положения и точки центра вращения находится в пределах, указанных в паспорте конкретной модификации стенда измерительного, перемещение по координате  $X$  в каждой точке при позиционировании (разность значения координаты  $X$  действительных координат позиционирования и значения координаты  $Z$  построенной плоскости при соответствующих координатах  $Y$  и  $Z$ ) находится в пределах  $\pm 0,1$  мм, разность координат точки вращения по координате  $\theta$  и по координате  $\beta$  находится в пределах  $\pm 0,1$  мм, отклонение от перпендикулярности плоскостей вращения по координате  $\theta$  и  $\beta$  находится в пределах  $\pm 1^\circ$ .

10.7.4 Из управляющего ПО стенда измерительного установить угол поворота по координатам  $\alpha, \beta, \theta$  изделия в нулевое положение.

Выполнить измерение действительных координат отражателя для заданных углов поворота по оси  $\alpha$  (точность задания координаты позиционирования  $1^\circ$ ):  $0^\circ$ , максимальный угол поворота по часовой стрелке,  $0^\circ$ , максимальный угол поворота против часовой стрелки,  $0^\circ$ . Значения для позиционирования задаются из управляющего ПО стенда измерительного.

По результатам измерений координат ( $X, Y, Z$ ) в точках позиционирования  $0^\circ$ , максимальный угол поворота по часовой стрелке, максимальный угол поворота против часовой стрелки с применением ПО системы измерительной построить плоскость и определить точку центра вращения изделия по координате  $\alpha$  на построенной плоскости.

Рассчитать абсолютную погрешность позиционирования во всех измеренных точках по координате  $\alpha$  по формуле (14):

$$\Delta\alpha_i = \alpha_{уст\ i} - \alpha_{изм\ i} \quad (14)$$

где  $\Delta\alpha_i$  – абсолютная погрешность позиционирования антенны передающей по координате  $\alpha$ , градус;

$\alpha_{уст\ i}$  – значение координаты  $\alpha$  заданное в ПО стенда измерительного, угловая минута;

$\alpha_{изм\ i}$  – значение координаты  $\alpha$  измеренное системой измерительной, угловая минута.

Результаты поверки считать положительным, если выполнено действительное позиционирование для нулевого, максимального и минимального угла поворота по координате  $\alpha$  и значения абсолютной погрешности позиционирования во всех точках по координате  $\alpha$  относительно плоскости вращения по координате  $\theta$  и точки центра вращения находится в пределах, указанных в паспорте конкретной модификации стенда измерительного, перемещение по координате  $Y$  в каждой точке при позиционировании (разность значения координаты  $Y$  действительных координат позиционирования и значения координаты  $Y$  построенной плоскости при соответствующих координатах  $X$  и  $Z$ ) находится в пределах  $\pm 0,1$  мм, разность координат точки вращения по координате  $\theta$  и по координате  $\alpha$  находится в пределах  $\pm 0,3$  мм, отклонение от перпендикулярности плоскостей вращения по координате  $\theta$  и  $\alpha$  находится в пределах  $\pm 1^\circ$ .

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, стенд измерительный бракуется и подлежит ремонту.

### **10.8 Определение диапазонов и абсолютной погрешности воспроизведения и измерения девиации радиопеленгатора (пеленгационной ошибки) по азимуту и по элевации (углу места)**

10.8.1 В ПО провести установку стенда измерительного в исходное состояние.

10.8.2 Установить антенны в положение вертикальной совпадающей поляризации по координатам  $\delta$  и  $I$ .

10.8.3 Выполнить перемещение антенны передающей в координаты ( $X_{РСН}$ ,  $Y_{РСН}$ ) координатной плоскости, в положение РСН.

10.8.4 Закрепить дальномер лазерный Leica DISTO™ X310c помощью уголка ОТА 571.01.20.003 на механизме поворота антенны приемной, включить излучение дальномера лазерного, направить луч на антенну передающую, выполнить измерение базового расстояния ( $D$ ).

10.8.5 Значение базового расстояния ( $D$ ) внести в ПО стенда измерительного;

10.8.6 Выполнить измерение девиации радиопеленгатора  $\Delta\alpha_0$ .

10.8.7 Выполнить перемещение антенны передающей в координаты ( $X_{РСН}$ ,  $Y_{макс}$ ) координатной плоскости и штангенциркулем от плоскости опоры винта модуля перемещения до каретки модуля перемещения измерить перемещение  $L_1$  каретки по координате  $Y$ , из ПО стенда измерительного занести в протокол воспроизводимый угол девиации радиопеленгатора по элевации (углу места)  $\alpha_1$ .

10.8.8 Выполнить измерение девиации радиопеленгатора  $\Delta\alpha_1$ .

10.8.9 Выполнить перемещение антенны передающей в координаты ( $X_{РСН}$ ,  $Y_{мин}$ ) координатной плоскости и штангенциркулем от плоскости опоры винта модуля перемещения до каретки модуля перемещения измерить перемещение  $L_2$  каретки по координате  $Y$ , из ПО стенда измерительного занести в протокол воспроизводимый угол девиации радиопеленгатора по элевации (углу места)  $\alpha_2$ .

10.8.10 Выполнить измерение девиации радиопеленгатора  $\Delta\alpha_2$ .

10.8.11 Выполнить перемещение антенны передающей в координаты ( $X_{макс}$ ,  $Y_{РСН}$ ) координатной плоскости и штангенциркулем от плоскости опоры винта модуля перемещения до каретки модуля перемещения измерить перемещение  $L_3$  каретки по координате  $X$ , из ПО стенда измерительного занести в протокол поверки воспроизводимый угол девиации радиопеленгатора по азимуту  $\alpha_3$ .

10.8.12 Выполнить измерение девиации радиопеленгатора  $\Delta\alpha_3$ .

10.8.13 Выполнить перемещение антенны передающей в координаты ( $X_{мин}$ ,  $Y_{РСН}$ ) координатной плоскости и штангенциркулем от плоскости опоры винта модуля перемещения до каретки модуля перемещения измерять перемещение  $L_4$  каретки по координате  $X$ , из ПО стенда измерительного занести в протокол воспроизводимый угол девиации радиопеленгатора по азимуту  $\alpha_4$ .

10.8.14 Выполнить измерение девиации радиопеленгатора  $\Delta\alpha_4$  на основании данных:

-  $D$  и  $L_1$  вычислить значение действительного угла воспроизведения девиации радиопеленгатора по элевации (углу места)  $R_1$ ;

-  $D$  и  $L_2$  вычислить значение действительного угла воспроизведения девиации радиопеленгатора по элевации (углу места)  $R_2$ ;

-  $D$  и  $L_3$  вычислить значение действительного угла воспроизведения девиации радиопеленгатора по азимуту (углу места)  $R_3$ ;

-  $D$  и  $L_4$  вычислить значение действительного угла воспроизведения девиации радиопеленгатора по азимуту (углу места)  $R_4$ .

10.8.15 По формуле (15) рассчитать значение абсолютной погрешности воспроизведения девиации радиопеленгатора для всех воспроизводимых значений ( $\Delta Ri$ ):

$$\Delta Ri = Ri - \alpha_i , \quad (15)$$

где  $Ri$  – действительное значение угла воспроизведения радиопеленга, угловые минуты плоского угла

$\alpha_i$  - воспроизводимый угол девиации радиопеленгатора, угловые минуты плоского угла;

$i = 1 \dots 4$ .

10.8.16 По формуле (16) рассчитать значение абсолютной погрешность измерения девиации радиопеленгатора для всех воспроизводимых значений ( $\Delta Di$ ):

$$\Delta Di = Ri - \Delta\alpha_i , \quad (16)$$

где  $Ri$  – действительное значение угла воспроизведения радиопеленга, угловые минуты плоского угла;

$\Delta\alpha_i$  – измеренное значение девиации радиопеленгатора, угловые минуты плоского угла;

$i = 1 \dots 4$ .

10.8.17 Результаты поверки считать положительными, если:

- действительное значение угла воспроизведения и измерения радио пеленга не менее указанных в паспорте конкретного экземпляра стенда измерительного;

- значение абсолютной погрешности воспроизведения девиации радиопеленгатора ( $\Delta Ri$  при  $i=1 \dots 4$ ) не превышает указанных в паспорте конкретной модификации стенда измерительного;

- значение абсолютной погрешности измерения девиации радиопеленгатора ( $\Delta Di$  при  $i=1 \dots 4$ ) не превышает указанных в паспорте конкретной модификации стенда измерительного.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, стенд измерительный бракуется и подлежит ремонту.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Абсолютную погрешность установки частоты рассчитать по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки частоты находится в допусках во всем рабочем диапазоне частот (п. 10.1).

11.2 Дискретность установки частоты рассчитать по формулам (2, 3).

Результаты поверки считать положительными, если дискретность установки частоты не превышает нормированных значений (п. 10.2).

11.3 Абсолютную погрешность установки уровня мощности рассчитать по формуле (4).

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки уровня мощности находится в допустимых пределах во всем рабочем диапазоне устанавливаемых уровней мощности (п. 10.3).

11.4 Абсолютную погрешность измерений коэффициента прохождения (радиопрозрачности, коэффициента ослабления) рассчитать по формуле (5).

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений коэффициента прохождения находится в допустимых пределах во всем рабочем диапазоне измерений коэффициента прохождения (п. 10.4).

11.5 Абсолютную погрешность позиционирования антенны передающей по координатам  $X, Y, I$  рассчитать по формулам (6-9).

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности позиционирования антенны передающей по координатам  $X, Y, I$  находится в допустимых пределах во всем диапазоне перемещений (п. 10.5).

11.6 Абсолютную погрешность позиционирования антенны приемной по координатам  $\delta, \gamma$  рассчитать по формулам (10, 11).

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности позиционирования антенны приемной по координатам  $\delta, \gamma$  находится в допустимых пределах во всем диапазоне перемещений (п. 10.6).

11.7 Абсолютную погрешность позиционирования изделия по координатам  $\alpha, \beta, \theta$  рассчитать по формулам (12-14).

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности позиционирования изделия по координатам  $\alpha, \beta, \theta$  находится в допустимых пределах во всем диапазоне перемещений (п. 10.7).

11.8 Абсолютную погрешность воспроизведения и измерения девиации радиопеленгатора (пеленгационной ошибки) по азимуту и по элевации (углу места) рассчитать по формулам (15, 16).

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения и измерения девиации радиопеленгатора (пеленгационной ошибки) по азимуту и по элевации (углу места) находится в допустимых пределах во всем диапазоне воспроизведения и измерения девиации радиопеленгатора (п. 10.8).

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Стенд измерительный признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

12.2 Результаты поверки стенда измерительного подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца стенда измерительного или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт стенда измерительного вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению стенда измерительного.

Начальник НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

Заместитель начальника НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

М.С. Шкуркин

Инженер НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

К.И. Курбатов