

**СОГЛАСОВАНО**

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

**А.Н. Щипунов**

**2021 г.**



**Государственная система обеспечения единства измерений  
Имитатор сигналов радиолокационной цели Smartmicro TSDG  
Методика поверки  
133-21-04 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 .....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР .....	5
8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	5
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ .....	6
9.1 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	6
9.2 ОПРОБОВАНИЕ .....	6
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК .....	6
10.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ЧАСТОТЫ ИМИТАЦИИ .....	6
10.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА ИМИТИРУЕМЫХ ЧАСТОТ.....	7
10.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА ИМИТИРУЕМЫХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА.....	7
10.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСКРЕТНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТИ.....	8
10.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДО ЦЕЛИ .....	8
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	9
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	9

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок имитатора сигналов радиолокационной цели Smartmicro TSDG (далее – имитатор), заводской № 0x0000001E, изготовленного фирмой s.m.s, smart microwave sensors GmbH, Германия, и заявленного ООО «Арсенал 67», г. Смоленск.

1.2 Первичная поверка имитатора проводится при вводе его в эксплуатацию и после ремонта.

1.3 Периодическая поверка имитатора проводится в ходе его эксплуатации и хранения.

1.4 Имитатор предназначен для воспроизведения скорости движения транспортных средств с целью контроля метрологических характеристик доплеровских радиолокационных измерителей скорости движения транспортных средств, функционирующих в диапазоне частот от 76 до 81 ГГц.

1.5 Периодическая поверка имитатора проводится не реже одного раза в 24 (двадцать четыре) месяца.

1.6 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к государственным первичным эталонам единицы мощности электромагнитных колебаний ГЭТ 167-2021 и единиц времени и частоты ГЭТ 1-2018.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки имитатора 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 относительной погрешности частоты имитации	10.1	+	+
4.2 Определение диапазона имитируемых частот	10.2	+	-
4.3 Определение диапазона имитируемых скоростей движения транспортного средства	10.3	+	-
4.4 Определение дискретности изменения значения скорости	10.4	+	-
4.5 Определение минимального значения воспроизведения дальности до цели	10.5	+	-

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

### 3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Средства измерений

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 - 10.4	Анализатор спектра FPC1000, диапазон рабочих частот от 5 кГц до 1 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-6}$
10.1 - 10.5	Анализатор электрических цепей векторный ZVA67, диапазон рабочих частот от 10 до 67000 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала $\pm 8 \cdot 10^{-6}$
10.1 - 10.5	Модули расширения частотного диапазона анализаторов электрических цепей векторных ZVA-Z110, диапазон частот от 75 до 110 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 8 \cdot 10^{-6}$

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

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь сведения в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

### 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 документами «Имитатор сигналов радиолокационной цели Smartmicro TSDG. Паспорт» и «Имитатор сигналов радиолокационной цели Smartmicro TSDG. Руководство по эксплуатации» (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.

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

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

Таблица 3 – Условия проведения поверки имитатора

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

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра имитатора проверить:

- комплектность и маркировку имитатора;
- наружную поверхность элементов имитатора, в том числе управляющих и питающих кабелей;
- состояние органов управления.

7.2 Проверку комплектности имитатора проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в разделе 5 «Имитатор сигналов радиолокационной цели Smartmicro TSDG. Паспорт» (далее – ПС).

7.3 Проверку маркировки производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в ПС.

7.4 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность и маркировка имитатора соответствует ПС;
- наружная поверхность имитатора не имеет механических повреждений и других дефектов;
- управляющие и питающие кабели не имеют механических и электрических повреждений.

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

## 8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

8.1 Включить персональный компьютер (далее – ПК) с установленным программным обеспечением (далее – ПО) имитатора. После загрузки операционной системы WINDOWS на экране монитора ПК наблюдать иконку программы *DoplerGenerator*.

Установить на ПК программу, позволяющую определять контрольную сумму файла по алгоритму MD5, например, программу «**HashTab**» или воспользоваться командой в командной строке «*certutil -hashfile C:\DoplerGenerator.exeMD5*», где «*C:\DoplerGenerator.exe*» полный путь до исполняемого файла программы. Наблюдать контрольную сумму файла *DoplerGenerator.exe* по алгоритму MD5. Результаты наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2 Вставить в ПК USB-ключ из комплекта имитатора и запустить файл *DoplerGenerator.exe*, нажать на вкладку «*Info*» и выбрать пункт всплывающего меню «*About*». Наблюдать значение версии файла *DoplerGenerator.exe*. Результаты наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

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

8.4 Результаты идентификации ПО считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

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

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	DopplerGenerator.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.2.10166.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	C42994F3939E8A4EDD3A0AE5B45891EA (алгоритм MD5)

## 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 руководствами по их эксплуатации.

### 9.2 Опробование

9.2.1 Подготовить имитатор к работе в соответствии с РЭ.

9.2.2 Проверить работоспособность аппаратуры имитатора путем проверки отсутствия сообщений об ошибках и неисправностях в графе «*HWMonitor*» и графе «*Error*» программного продукта «*DopplerGenerator*».

9.2.3 Проверить возможность установки значения смещения частоты или скорости путем изменения значений в графе «*DopplerSetting*» и нажатия кнопки «*Set*».

9.2.4 Результаты поверки считать положительными, если имитатор обеспечивает изменение смещения частоты или скорости, а также отсутствует программная или аппаратная сигнализация о неисправностях комплекса.

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

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

### 10.1 Определение относительной погрешности частоты имитации

10.1.1 Для определения относительной погрешности частоты имитации, необходимо собрать установку согласно схемы соединений на рисунке 1.

10.1.2 В ПО имитатора настроить несущую частоту, равную 76 ГГц без смещения частоты. На анализаторе цепей выставить несущую частоту модулей расширения согласно руководству по эксплуатации. На анализаторе спектра с помощью маркера согласно руководству по эксплуатации измерить значение несущей частоты сигнала.

10.1.3 Повторить операции п 10.1.2: для несущих частот 77; 78; 79; 80 и 81 ГГц; скоростей 1; 10; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 150; 200; 250; 300 и 350 км/ч. На каждой из установленных скоростей выбрать измеренное значение частоты с максимальным отклонением от установленной частоты в диапазоне частот от 76 до 81 ГГц.



Рисунок 1 – Схема подключения имитатора при определении относительной погрешности частоты имитации

10.1.4 Относительную погрешность частоты имитации  $\delta$ , определить по формуле (1):

$$\delta = \frac{f_{im} - f_{izm}}{f_{izm}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $f_{im}$  - частота сигнала с учетом смещения Доплера, выставленная в ПО имитатора;

$f_{izm}$  - промежуточная частота, измеренная на анализаторе спектра и приведенная к значению несущей частоты в соответствии с руководством по эксплуатации на модуль расширения и векторный анализатор цепей.

10.1.5 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности частоты имитации для всех вышеуказанных частот находятся в пределах 0,1%.

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

## 10.2 Определение диапазона имитируемых частот

10.2.1 Проверку диапазона имитируемых частот проводить по результатам определения относительной погрешности частоты имитации (п. 10.1).

10.2.2 Результаты поверки считать положительными, если на частотах 76 и 81 ГГц значения относительной погрешности частоты имитации находятся в допускаемых пределах, приведенных в п. 10.1. В этом случае диапазон имитируемых частот имитатора составляет от 76 до 81 ГГц.

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

## 10.3 Определение диапазона имитируемых скоростей движения транспортного средства

10.3.1 Проверку диапазона имитируемых скоростей движения транспортного средства проводить по результатам определения относительной погрешности частоты имитации (п. 10.1) для несущей частоты 77 ГГц.

10.3.2 Результаты поверки считать положительными, если значения смещения несущей частоты измеренные на анализаторе спектра соответствуют установленной скорости (смещению доплеровской частоты приведенной в таблице 4) и находятся в допускаемых пределах, приведенных в п. 10.1. В этом случае диапазон имитируемых скоростей составляет от 1 до

350 км/ч.

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

Таблица 4 – Соответствие частоты смещения Доплера от скорости на частоте 77 ГГц

Значение скорости на несущей частоте 77 ГГц, км/ч	Значение частоты смещения Доплера на несущей частоте 77 ГГц, кГц
1	-0,1
10	-1,43
50	-7,10
60	-8,54
70	-9,97
80	-11,4
90	-12,83
100	-14,26
150	-21,41
200	-28,51
250	-35,67
300	-42,82
350	-50,07

#### 10.4 Определение дискретности изменения значения скорости

10.4.1 Проверку дискретности изменения значения скорости проводить в соответствии с п. 10.1 определения относительной погрешности частоты имитации для несущей частоты 77 ГГц и скоростей от 1 до 350 км/ч с шагом 10 км/ч.

10.4.2 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне скоростей от 1 до 350 км/ч дискретность изменения значения скорости не более 10 км/ч. В этом случае дискретность установки значения скорости составляет 10 км/ч.

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

#### 10.5 Определение минимального значения воспроизведения дальности до цели

10.5.1 Для определения минимального значения воспроизведения дальности до цели, необходимо собрать установку согласно схеме соединений, приведенных на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема подключения имитатора при определении диапазона воспроизведения дальности до цели



10.5.2 В ПО имитатора настроить несущую частоту, равную 77 ГГц без смещения частоты. На анализаторе цепей установить несущую частоту 77 ГГц и установить режим измерения задержки сигнала согласно руководству по эксплуатации. Провести калибровку тракта векторного анализатора цепей. Провести измерения задержки сигнала с применением коротких СВЧ кабелей из комплекта для соединения основного блока и блока преобразователя частоты.

10.5.3 Рассчитать дальность до цели  $R$ , м, по формуле (2):

$$R = t_{\text{задерж}} \cdot c, \quad (2)$$

где  $t_{\text{задерж}}$  -задержка сигнала, измеренная на векторном анализаторе цепей, секунда;

$c$  – скорость света,  $c = 2,998 \cdot 10^8$  м/с.

10.5.4 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанные значения дальности до цели при использовании коротких СВЧ кабелей из комплекта не более 3 м. В этом случае минимальное значение воспроизведения дальности до цели составляет не более 3 м.

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

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Соответствие имитатора метрологическим требованиям подтверждается обработкой результатов измерений, полученных по методам, приведенных в п.п. 10.1 - 10.5.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

Начальник НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

Начальник отдела 13  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 М.С. Шкуркин