

**СОГЛАСОВАНО**

Генеральный директор  
ООО «КИА»



В.Н. Викулин

«21» февраля 2023 г.

М.п.

**ГСИ. Анализаторы антенно-фидерных устройств портативные  
векторные сетевые SV4401A**

**Методика поверки**

**МП 001-2023**

г. Москва  
2023 г.

## Оглавление

1. Общие положения .....	3
2. Перечень операций поверки .....	3
3. Требования к условиям проведения поверки .....	4
4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	4
6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки .....	5
7. Внешний осмотр средства измерений .....	5
8. Подготовка к проведению поверки и опробование средства измерений .....	5
9. Проверка программного обеспечения .....	6
10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	6
11. Оформление результатов поверки .....	8

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки средств измерений (СИ): Анализаторы антенно-фидерных устройств портативные векторные сетевые SV4401A (далее – анализаторы). В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Прослеживаемость при поверке СИ обеспечивается: в соответствии с государственной поверочной схемой (ГПС) для средств измерений времени и частоты к государственному первичному эталону (ГПЭ) времени, частоты и национальной шкалы времени гэт1-2022; в соответствии с ГПС по ГОСТ Р 8.813-2013 для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах к ГПЭ единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах гэт75-2017.

При определении метрологических характеристик (МХ) поверяемого СИ, используются методы прямых измерений с непосредственной оценкой и сравнением измеряемых величин с эталоном (равномерное компарирование) с применением рабочих эталонов единиц величин.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН, %	$\pm 5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи, дБ - в диапазоне измерений от 0 до -20 дБ - в диапазоне измерений от -20 до -30 дБ	$\pm 0,5$ $\pm 1$

## 2. Перечень операций поверки

При первичной и периодической поверках должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1. Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
2. Подготовка к проведению поверки и опробование	да	да	8
3. Проверка программного обеспечения	да	да	9
4. Определение и подтверждение метрологическим требованиям пределов относительной погрешности установки частоты	да	да	10.1
5. Определение и подтверждение метрологическим требованиям пределов относительной погрешности измерений коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН)	да	да	10.2

6. Определение и подтверждение метрологическим требованиям пределов абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи	да	да	10.3
7. Оформление результатов поверки	да	да	11

### 3. Требования к условиям проведения поверки

Условия проведения поверки должны соответствовать требованиям, установленным ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

Температура окружающего воздуха, °С	от +10 до +35
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %	до 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей радиоэлектронных средств, имеющие опыт работы и изучившие руководство по эксплуатации на анализатор и средства поверки.

### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 3. Средства поверки должны быть исправны и иметь действующий документ о поверке (знак поверки).

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 5 до 40 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 2%; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Измеритель влажности и температур ИВТМ-7 (номер в госреестре СИ 71394-18)  Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 (номер в госреестре СИ 5738-76)
п. 10.1 Определение пределов относительной погрешности установки частоты	Рабочий эталон по ГПС для СИ времени и частоты: сигналы частоты 1, 5, 10 МГц, относительная погрешность по частоте при синхронизации по сигналам ГНСС $\pm 5 \cdot 10^{-12}$  Частотомер электронно-счетный: диапазон частот 10 Гц-37,5 ГГц, пределы относительной погрешности измерения частоты $d = \pm ( d_0  +  1/f_x \cdot t_{сч} )$ , где $d_0$ - относительная погрешность по частоте опорного генератора; $f_x$ - измеряемая частота; $t_{сч}$ - время счета. Погрешность действительного	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-2010 (номер в госреестре СИ 51871-12)  Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (номер в госреестре 9273-85)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.2 Определение пределов относительной погрешности измерений коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН)	значения частоты через 2 часа рабочего режима - $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ Рабочий эталон по ГОСТ Р 8.813-2013 - набор мер КСВН: диапазон частот от 0 до 6 ГГц, номинальные значения КСВН от 1,0 до 2,0, предельное отклонение от номинального значения 0,05...0,10	Набор мер НЗ-2 (номер в госреестре 12494-90)
п. 10.3 Определение пределов абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи	Рабочий эталон по ГОСТ Р 8.813-2013 - аттенюаторы из набора мер ослабления (коэффициент передачи): диапазон частот от 0 до 18 ГГц, номинальные значения ослабления 10, 20, 30 дБ, предельное отклонение от номинального значения от 1,0 до 2,5 дБ	Аттенюаторы из набора мер ослабления (коэффициент передачи) НЗ-7 (номер в госреестре 12494-90)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

## 6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки все средства измерений должны быть заземлены.

При включенном питании запрещается монтаж и демонтаж оборудования, подключение и отключение соединительных кабелей.

## 7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверить соответствие анализатора следующим требованиям:

- соответствие комплектности документации на анализатор;
- сохранность пломб;
- отсутствие внешних повреждений корпуса и ослабления элементов конструкции;
- сохранность органов управления;
- обеспеченность конструкции ограничением доступа к определенным частям средства измерений в целях предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства.

## 8. Подготовка к проведению поверки и опробование средства измерений

8.1 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с эксплуатационной документацией на анализатор, подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

8.2 Перед проведением поверки необходимо провести следующие подготовительные работы:

- провести контроль условий проведения поверки в соответствии с требованиями п. 3,
- проверить срок действия свидетельств о поверке на средства измерений;
- произвести установку и подключение оборудования в соответствии с руководством по эксплуатации на испытываемый анализатор и применяемые средства измерений.

8.3 В соответствии с п. 4.3 руководства по эксплуатации провести опробование (проверку работоспособности) анализатора:

Результаты опробования считать положительными, если при проведении проверки работоспособности не выявлено появление ошибок.

### 9. Проверка программного обеспечения

Произвести идентификацию программного обеспечения поверяемого анализатора.

- проверить идентификационное наименование программного обеспечения (далее - ПО);

- проверить номер версии ПО.

Указанные проверки провести в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Результаты проверки считать положительными, если идентификационное наименование ПО, номер версии ПО соответствуют указанным в описании типа на анализатор.

### 10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение и подтверждение метрологическим требованиям пределов относительной погрешности установки частоты

10.1.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 1.

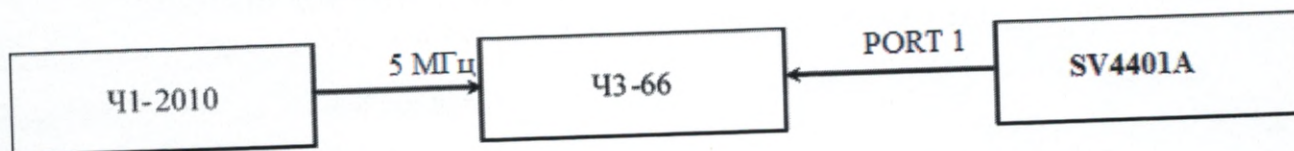


Рисунок 1

10.1.2 В соответствии с руководством по эксплуатации, выполнить прогрев испытываемого анализатора в течение 30 минут и частотомера ЧЗ-66 в течение не менее 2 часов.

10.1.3 Выполнить подготовку к проведению измерений:

- на анализаторе в меню STIMULUS выбрать подменю SET FREQUENCY, выбрать режим одночастотного сканирования галочкой у строки CW FREQ,
- в строке CW FREQ установить первое значение проверяемой установленной частоты  $f_{уст}$ ,

10.1.4 Измерить установленную на анализаторе частоту частотомером ЧЗ-66 и получить  $f_{изм}$ ;

10.1.5 Определить относительную погрешность установки частоты по формуле:

$$\delta f = 1 - \frac{f_{изм}}{f_{уст}} \quad (1)$$

10.6 Провести измерения по п.п. 10.1.3-10.1.5 для следующих значений частот, установленных на анализаторе: 0,05, 0,1, 1, 2, 1500, 2000, 3000, 4400 МГц.

10.1.7 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения относительных погрешностей установки частоты в пределах  $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ .

10.2 Определение и подтверждение метрологическим требованиям пределов относительной погрешности измерений коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН)

10.2.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 2.

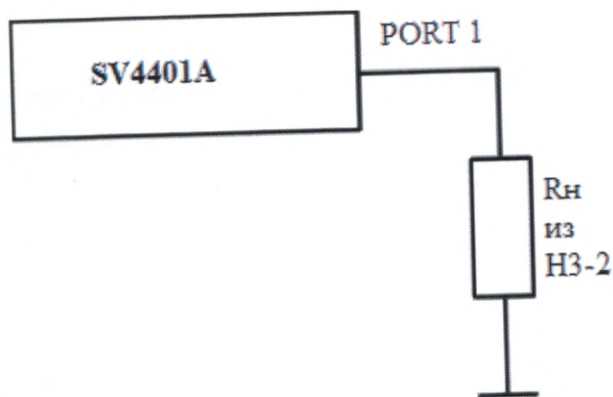


Рисунок 2

10.2.2 Выполнить подготовку к проведению измерений:

- На анализаторе установить необходимый диапазон частот. Для этого в меню STIMULUS выбрать SET FREQUENCY и для режима многочастотного сканирования установить диапазон частот от 50 МГц до 4,4 ГГц (START 50 МГц, STOP 4,4 ГГц),
- Установить режим S11, в меню Format установить формат SWR измерения КСВН;
- В меню MARKER включить MARKER 1 и установить 0,05 МГц, затем включить MARKER 2 и установить 1,5 ГГц, затем включить MARKER 3 и установить 2 ГГц, затем включить MARKER 4 и установить 3 ГГц, далее нажать MORE и включить MARKER 5 и установить 4 ГГц;
- откалибровать анализатор в соответствии с указаниями в руководстве по эксплуатации п. 4.3;
- подключить к разъему PORT 1 эталонную нагрузку 1,4-1-III из набора НЗ-2 и провести сканирование – измерения значений КСВН на частотах 0,05 МГц, 1,5 ГГц, 2 ГГц, 3 ГГц, 4 ГГц.

10.2.3 Результаты измерений КСВН занести в таблицу 3, в строку  $K_{изм}$ .

В строку  $K_{эт}$  Таблицы 3 записать значения КСВН эталонной нагрузки, взятые из метрологических характеристик нагрузки 1,4-1-III, полученных при ее поверке.

Таблица 3

F, МГц	0,05	1500	2000	3000	4000
$K_{эт}$					
$K_{изм}$					
$\delta_{КСВН}$					

Определять относительную погрешность измерения КСВН по формуле:

$$\delta_{КСВН} = \frac{K_{изм} - K_{эт}}{K_{эт}} \times 100\% \quad (2)$$

Занести полученные значения  $\delta_{КСВН}$  в таблицу 3.

10.2.4 Повторить те же измерения по п.п. 10.2.2-10.2.3 с нагрузкой 2,0-1-III.

10.2.5 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения относительных погрешностей измерений КСВН в пределах  $\pm 5\%$ .

10.3 Определение и подтверждение метрологическим требованиям пределов абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи

10.3.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 3.

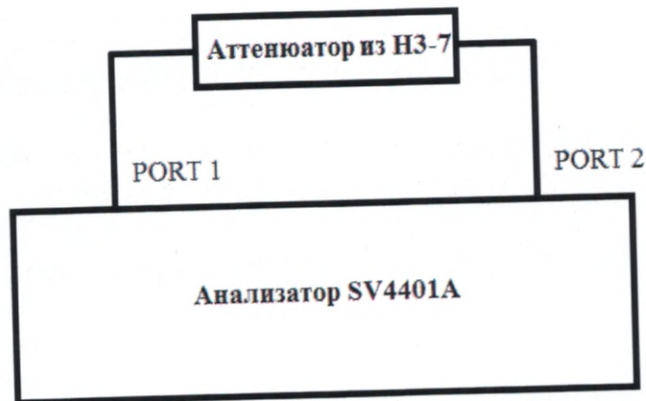


Рисунок 3

10.3.2 Выполнить подготовку к проведению измерений:

- На анализаторе установить необходимый диапазон частот. Для этого в меню STIMULUS выбрать SET FREQUENCY и для режима многочастотного сканирования установить диапазон частот от 50 МГц до 4,4 ГГц (START 50 МГц, STOP 4,4 ГГц),
- Установить режим S21 для измерения коэффициента передачи;
- В меню MARKER включить MARKER 1 и установить 0,05 МГц, затем включить MARKER 2 и установить 1,5 ГГц, затем включить MARKER 3 и установить 2 ГГц, затем включить MARKER 4 и установить 3 ГГц, далее нажать MORE и включить MARKER 5 и установить 4 ГГц;
- откалибровать анализатор в соответствии с указаниями в руководстве по эксплуатации п. 4.3;
- подключить между PORT 1 и PORT 2 эталонный аттенюатор 10дБ из набора НЗ-7 и провести сканирование.

10.3.3 Результаты измерений коэффициента передачи занести в таблицу 4, в строку

$A_{изм.}$

В строку  $A_{эт.}$  Таблицы 4 записать значения коэффициента передачи эталонного аттенюатора 10дБ, взятые из метрологических характеристик аттенюаторов, полученных при поверке эталона НЗ-7.

Таблица 4

МГц	F,	0,05	1500	2000	3000	4000
	$A_{эт.}$					
	$A_{изм.}$					
	$\Delta_{кп}$					

Определять абсолютную погрешность измерения коэффициента передачи по формуле:

$$\Delta_{кп} = A_{изм.} - A_{эт.} \quad (3)$$

Занести полученные значения  $\Delta_{кп}$  в таблицу 4.

10.3.4 Повторить те же измерения по п.п. 10.3.2-10.3.3 с аттенюаторами 20дБ и 30дБ.

10.3.5 Результаты испытаний считать положительными, если полученные значения абсолютных погрешностей измерений коэффициента передачи:

- в диапазоне измерений от 0 до -20 дБ в пределах  $\pm 0,5$  дБ
- в диапазоне измерений от -20 до -30 дБ в пределах  $\pm 1$  дБ

## 11. Оформление результатов поверки

11.1 При поверке вести протокол произвольной формы.



11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510.

11.3 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и данные о поверке вносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При отрицательных результатах поверки средство измерений к применению не допускаются и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

11.4 Знак поверки может наноситься на заднюю панель анализатора и на свидетельство о поверке.

Главный метролог ООО «КИА»



Ю.В. Плаксин