

Общество с ограниченной ответственностью
ИТЦ «Контур»

ОКПД2 26.51.43

УТВЕЖДАЮ
Директор ООО
ИТЦ «Контур»
В.В. Ефимцев

« ____ » _____ 2017 г.

ИЗМЕРИТЕЛЬ КОЭФФИЦИЕНТА СТОЯЧЕЙ ВОЛНЫ
КСВН-30

Руководство по эксплуатации

РЭ 26.51.43-009-86866068-2017

г. Новосибирск

2017

Содержание

Введение.....	3
1 Назначение прибора.....	4
2 Технические характеристики.....	4
3 Состав комплекта прибора.....	5
4 Описание работы прибора.....	7
5 Калибровка (поверка) прибора.....	8
6 Маркировка и пломбирование.....	17
7 Меры безопасности.....	17
8 Описание и работа составных частей прибора.....	17
9 Упаковка.....	18

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) позволяет ознакомиться с основными принципами работы Измерителя коэффициента стоячей волны по напряжению КСВН-30 (далее по тексту КСВН-30).

В РЭ приведены основные технические данные, указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации (использования по назначению) КСВН-30, техническому обслуживанию, хранению и транспортированию, а также сведения об утилизации изделия.

К работе с КСВН-30 допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, изучившие настоящее РЭ.

В настоящем руководстве по эксплуатации приняты следующие обозначения и сокращения:

- 1) ВЧ – высокие частоты;
- 2) КСВН – коэффициент стоячей волны по напряжению;
- 3) Измеритель – измеритель коэффициента стоячей волны КСВН-30.

1 Назначение прибора

КСВН-30 предназначен для измерения коэффициента стоячей волны по напряжению в пятидесятиомном антенно-фидерном тракте передающих и приёмо-передающих устройств. Также прибор измеряет мощность проходящего сигнала.

2 Технические характеристики

Технические характеристики КСВН-30 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики.

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, МГц	от 1 до 15
Диапазон измерения КСВН	От 1,1 до 17
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН в диапазоне измеряемых значений КСВН от 1,1 до 3 на откалиброванной частоте, %	± 10
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН в диапазоне измеряемых значений КСВН от 3 до 17 на откалиброванной частоте, %	не нормируется
Диапазон измерения мощности сигнала ВЧ в полосе откалиброванных частот от 1 до 15 МГц, дБм	от - 10 до + 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности сигнала ВЧ в диапазоне измеряемых значений от минус 10 до плюс 50 в полосе откалиброванных частот, дБ	± 3
Максимальная мощность входного сигнала, Вт	100
Максимальные вносимые затухания, дБ	0,3
Максимальный допустимый постоянный ток на входе КСВН-30, А	2
Напряжение питания, В	5
Тип элемента питания	D
Количество элементов питания, шт	2
Время непрерывной работы, ч/сутки	8
Средний срок службы, лет, не менее	5
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Масса (без элементов питания), кг, не более	1,5

Наименование характеристики	Значение
<p>Габаритные размеры, мм, не более</p> <p>Корпус прибора:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высота - ширина - длина <p>Вес без элементов питания, грамм, не более</p>	<p>82</p> <p>169</p> <p>150</p> <p>1500</p>
<p>Условия эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при 25°С, %, не более - атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.) 	<p>от +10 до + 45 90</p> <p>от 84 до 106,7 (от 630 до 800)</p>

3 Состав комплекта прибора

Комплект поставки КСВН-30 приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Комплект поставки КСВН-30

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Измеритель коэффициента стоячей волны КСВН-30	ТУ 26.51.43-009-86866068-2017	1	
Преобразователь AC-DC ~220В/=5В*		1	
Кабель USB 2.0 A (M) – USB 2.0 B (M)		1	
Элемент питания	Тип D	2	
Руководство по эксплуатации	РЭ 26.51.43-009-86866068-2017	1	
Паспорт	ПС 26.51.43-009-86866068-2017	1	

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
<p>Примечание:</p> <p>* - в качестве источника питания КСВН-30 должен быть предусмотрен источник постоянного тока напряжением от 4,5 до 5,1 В. Допускается в качестве источника питания КСВН-30 применение преобразователя переменного напряжения 220 В в напряжение постоянного тока от 4,5 до 5,1 В.</p> <p>** - КСВН-30 поставляется без элементов питания.</p>			

4 Описание работы прибора

Принцип действия КСВН-30 основан на измерении падающей и отражённой волны проходящего через прибор сигнала и последующим математическим вычислением коэффициента стоячей волны. Разделение падающей и отражённой волны производится направленным ответвителем. Сигнал с ответвителя через электронно-управляемые аттенюаторы подаётся на логарифмический разностный усилитель.

Для измерения КСВН требуется подключить источник сигнала (например, радиостанцию) к разъёму «RF IN» на лицевой панели прибора, а нагрузку (например, антенну) к разъёму «RF OUT». Измеряемое значение КСВН и мощность проходящего сигнала будет отображаться на дисплее.

Прибор выпускается откалиброванным с завода на всём диапазоне рабочих частот.

Включение прибора происходит при коротком нажатии кнопки «*power*» на лицевой панели прибора. КСВН-30 может питаться как от внешнего источника постоянного тока 5 В, так и от 2-х батареек типоразмера D.

Для отключения прибора нужно длительно (около 1 секунды) нажать кнопку «*power*».

5 Калибровка (поверка) прибора

5.1 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускается персонал, аттестованный на право поверки электроизмерительных приборов, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже III в соответствии с «Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», изучивший настоящее РЭ, имеющий практический опыт в области радиотехнических измерений.

5.2 Требования безопасности

5.2.1 При проведении калибровки (поверки) должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 22261-94.

5.2.2 Перед включением КСВН-30 необходимо проверить выходное напряжение блока питания, которое должно соответствовать рабочему напряжению. При использовании преобразователя переменного напряжения 220 В в напряжение постоянного тока от 4,5 до 5,1 В подключение и отключение вилки питания к сети ~220 В производить только в положении переключателя питания КСВН-30 «ВЫКЛЮЧЕНО».

5.2.3 Помещения, предназначенные для калибровки (поверки) должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91.

5.3 Условия калибровки (поверки)

5.3.1 При проведении операций калибровки (поверки) должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха.....(20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха.....от 30 до 80 %;
- атмосферное давление.....от 84 до 106 кПа;

(от 630 до 795) мм рт. ст.;

- напряжение сети.....(220±4,4) В;

- частота сети.....(50±0,5) Гц.

5.3.2 Питающая сеть не должна иметь динамических изменений напряжения.

5.3.3 Рядом с рабочим местом не должно быть источников магнитных и электрических полей.

5.4 Подготовка к калибровке (поверке)

5.4.1 Перед проведением калибровки (поверки) калибруемый (поверяемый) КСВН-30 и средства поверки должны быть:

- выдержаны в помещении где, где проводят поверку в нормальных климатических условиях в течение времени, указанном в эксплуатационной документации на них;

- заземлены;

- подготовлены к работе и выдержаны во включенном состоянии согласно требованиям, указанным в ЭД на них.

5.4.2 Перед проведением калибровки (поверки) необходимо изучить эксплуатационную документацию на КСВН-30 и поверочное оборудование и указания по технике безопасности.

5.5 Проведение калибровки (поверки)

5.5.1 Внешний осмотр

5.5.1.1 При внешнем осмотре устанавливается:

- наличие в паспорте КСВН-30 штампа предприятия-изготовителя;

- отсутствие на поверхности корпуса КСВН-30 механических повреждений;

- целостность пломб;

- четкость и ясность надписей и обозначений;

- отсутствие видимых деформаций, следов грязи, следов окисления у соединителей кабелей;

- исправность органов управления и индикации;

- чистота и исправность разъемов и гнезд.

КСВН-30, имеющий один из перечисленных недостатков, бракуется.

5.5.2 Определение метрологических характеристик

Калибровка (поверка) прибора производится на выбранной частоте по мощности и по КСВН.

При проведении калибровки (поверки) должны применяться средства калибровки (поверки), указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства калибровки (поверки)

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки	Нормативная документация
	Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности		
Государственный рабочий эталон 2-го разряда единицы мощности переменного тока синусоидальных электромагнитных колебаний	Диапазон электромагнитных колебаний от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Вт	Предел допускаемой абсолютной погрешности установки нуля, $\pm 0,05$ мкВт, Предел допускаемой относительной погрешности	Пеобразователь измерительный NRP-Z55	ГОСТ 22261, ГОСТ 8.562, ГОСТ Р 8.562

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки	Нормативная документация
	Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности		
Набор мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда	Диапазон рабочих частот от 0 до 4 ГГц; Сопротивление постоянному току от 58,5 до 60,9 Ом; КСВН нагрузки 1,2 ± 0,050	Погрешность измерения по КСВН ±1%	Набор мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда ЭК9-140	ГОСТ 13317, ГОСТ РВ 51914, ГОСТ 22261, ГОСТ Р 8.813
Ваттметр	От 0 до 17,85 ГГц От 10 мВт до 20 Вт	± 4%	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-56	ТУ ЕЭ0.140.027
Генератор сигналов ВЧ	От 9 кГц до 3.3 ГГц (от минус 120 до плюс 13) дБмВт	$\delta U = \pm 0,9$ дБ	Генератор сигналов SMC100A	по действующей нормативной документации
Усилитель мощности	От 20 до 1000 МГц До 70 Вт	вспомогательное оборудование	Усилитель ОРНИР 5125FE	по действующей нормативной документации
<p>Примечание:</p> <p>- Средства измерений должны быть поверены, а испытательное оборудование аттестовано. Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих определение и контроль характеристик с требуемой точностью.</p>				

5.5.2.1 Проверка измерения мощности

Проверку измерения мощности осуществляют путем определения допускаемой абсолютной основной погрешности измерения.

5.5.2.1.1 Для определения погрешности измерения мощности в диапазоне от минус 10,0 до плюс 10,0 дБ в полосе откалиброванных частот собрать схему, приведенную на рисунке 5.1.

5.5.2.1.2 На генераторе ВЧ установить необходимое (откалиброванное) значение частоты.

5.5.2.1.3 Выход усилителя мощности подключить к ваттметру МЗ-56.

Изменяя выходное напряжение генератора ВЧ установить на выходе усилителя ОРНІR 5125FE мощность равную минус 10,0 дБм.

5.5.2.1.4 Вместо образцового измерителя мощности подключить к усилителю мощности КСВН-30.

Измерителем КСВН-30 измерить установленную мощность.

5.5.2.1.5 Измерения повторить, устанавливая мощность 0,0 и плюс 10,0 дБм на частотах, приведенных в таблице 2.2.

5.5.2.1.6 Рассчитать абсолютную погрешность по формуле:

$$\Delta_{\text{абс}} = \pm (P_{\text{изм}} - P_{\text{уст}}), \text{ дБ} \quad (5.1)$$

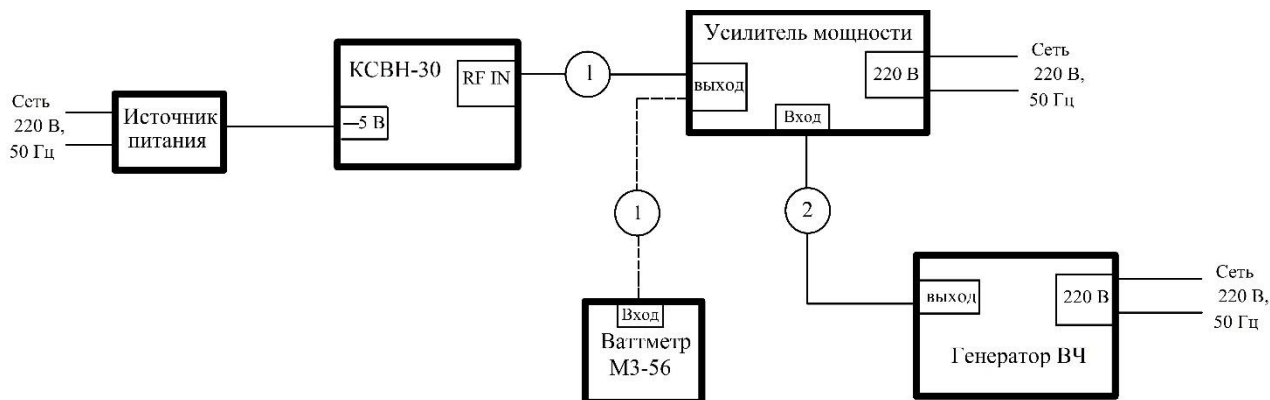
где $P_{\text{изм}}$ - значение мощности ВЧ, измеренное КСВН-30, дБм;

$P_{\text{уст}}$ - значение мощности ВЧ, измеренное образцовым измерителем мощности, дБм.

5.5.2.1.7 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерения мощности ВЧ не превышает значения указанного в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Погрешность измерения мощности сигнала ВЧ

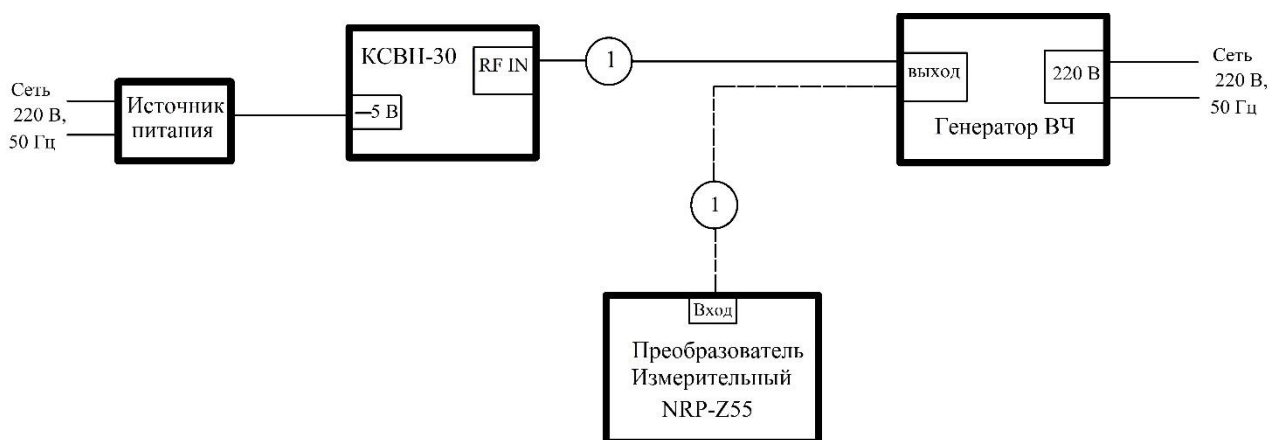
Частота измерений, МГц	Установленная мощность, дБм	Результаты измерений		Требование к параметру
		Измеренная мощность, дБм	Погрешность, Δ, дБм	
50	- 10,0			±3дБ
	0,0			
	+ 10,0			
	+ 20,0			
	+ 30,0			
	+ 40,0			
210	- 10,0			±3дБ
	0,0			
	+ 10,0			
	+ 20,0			
	+ 30,0			
	+ 40,0			
330	- 10,0			±3дБ
	0,0			
	+ 10,0			
	+ 20,0			
	+ 30,0			
	+ 40,0			
400	- 10,0			±3дБ
	0,0			
	+ 10,0			
	+ 20,0			
	+ 30,0			
	+ 40,0			



1, 2 – Кабель поверочный ИТЦК418542.005, разъем СР-50-424 ФВ/СР-50-74 ПВ, длина 125 ± 10 см.

ИП – источник постоянного тока напряжением 5 В, или преобразователь АС – DC ~ 220 В/ =5 В.

Рисунок 5.1 – Схема проверки измерения мощности в диапазоне от минус 10,0 до плюс 10,0 дБм в полосе откалиброванных частот



1 – Кабель поверочный ИТЦК418542.005, разъем СР-50-424 ФВ/СР-50-74 ПВ, длина 125 ± 10 см.

ИП – источник постоянного тока напряжением 5 В, или преобразователь АС – DC ~ 220 В/ =5 В.

Рисунок 5.2 – Схема проверки измерения мощности в диапазоне от плюс 10,1 до плюс 50,0 дБм в полосе откалиброванных частот

5.5.2.1.8 Для определения погрешности измерения мощности в диапазоне от плюс 10,1 до плюс 50 дБ в полосе откалиброванных частот собрать схему, приведенную на рисунке 5.2.

5.5.2.1.9 На генераторе ВЧ установить необходимое (откалиброванное) значение частоты.

5.5.2.1.10 Выход генератора ВЧ подключить к преобразователь измерительному NRP-Z55.

Изменяя выходное напряжение генератора ВЧ добиться показаний мощности на входе измерителя мощности NRP-Z55 плюс 20,0 дБм.

5.5.2.1.11 Вместо образцового измерителя мощности подключить к генератору ВЧ КСВН-30. Измерителем КСВН-30 измерить установленную мощность.

5.5.2.1.12 Измерения повторить, устанавливая мощность плюс 30,0 и плюс 40,0 дБм на частотах, приведенных в таблице 5.2.

5.5.2.1.13 Рассчитать абсолютную погрешность по формуле 5.1.

5.5.2.1.14 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерения мощности ВЧ не превышает значения указанного в таблице 5.2.

5.5.2.2 Проверка измерения КСВН на требуемой частоте

Проверка измерения КСВН на требуемой частоте осуществляется путем определения допустимой абсолютной основной погрешности измерения.

Определение погрешности КСВН проводят следующим образом:

5.5.2.2.1 Соединить КСВН-30 (разъем «RF IN») с генератором ВЧ SMC100A соединительным кабелем поверочным ИТЦК418542.005, разъем СР-50-424 ФВ/СР-50-74 ПВ, длина 125 ± 10 см.

5.5.2.2.2 С генератора ВЧ SMC100A подать синусоидальный сигнал требуемой частоты, согласно таблицы 5.3, и мощностью 10 дБм.

5.5.2.2.3 К КСВН-30 на выходной разъем «RF OUT») подключить нагрузку с КСВН. 1.4 (70 Ом).

5.5.2.2.4 Считать измеренное значение КСВН с индикатора КСВН-30.

5.5.2.2.5 Измерения повторить, подключив к разъему «RF OUT» измерителя КСВН-30 нагрузку с КСВН 2,0. С генераторе ВЧ при этом подать на вход «RF IN» КСВН-30 сигнал мощностью 10 дБм, частотой согласно таблицы 2.3.

5.5.2.2.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерения по формуле:

$$\Delta_{\text{абс}} = \pm (\text{КСВН}_{\text{изм}} - \text{КСВН}_{\text{эт}}) \quad (5.2)$$

где $\text{КСВН}_{\text{изм}}$ - значение КСВН, измеренное КСВН-30;

$\text{КСВН}_{\text{эт}}$ - значение нагрузки (эталонное) КСВН , подключенной к КСВН-30.

5.5.2.2.7 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерения КСВН не превышает значения указанного в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Погрешность измерения КСВН

Частота измерений, МГц	Эталон КСВН	Результаты измерений		Требование к параметру
		Измеренный КСВН	Погрешность, Δ, дБм	
50	1,4			0,14
	2,0			0,20
210	1,4			0,14
	2,0			0,20
330	1,4			0,14
	2,0			0,20
400	1,4			0,14
	2,0			0,20

6 Маркировка и пломбирование

Маркировка готового к использованию измерителя КСВН-30 осуществляется путём маркирования всех его составных частей и подсистем по технологии предприятия изготовителя. В маркировке указывается серийный номер изделия, дата изготовления и наименование компании изготовителя.

Пломбирование осуществляется в отверстия под винты на передней и задней части корпуса, затем закрывается защитной чашкой.

7 Меры безопасности

По требованию к электробезопасности прибор соответствует классу защиты III.

При работе с КСВН-30 необходимо соблюдать правила техники безопасности работы с ВЧ приборами.

Категорически запрещается эксплуатировать прибор со снятыми крышками.

8 Описание и работа составных частей прибора

8.1 Преобразователь АС-DC ~ 220В/5В работает от сети 220 В 50 Гц. Сила тока на выходе преобразователя равна 1А.

8.2 Элементы питания

Основные технические характеристики элементов питания приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Технические характеристики элементов питания.

<i>Параметр</i>	<i>Значение</i>
Типоразмер	D (R20)
Номинальное напряжение	1.5В

9 Упаковка

Измеритель коэффициента стоячей волны КСВН-30 поставляется в полной комплектации, в упаковке производителя в соответствии с требованиями ТУ 26.51.43-009-86866068-2017.