



НАБОР МЕР КСВН И ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ  
1 РАЗРЯДА ЭК9-140

Руководство по эксплуатации  
МКСН.411928.001 РЭ

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

## Содержание

1	Описание и работа.....	4
2	Использование по назначению .....	7
3	Указания по поверке .....	9
4	Результаты поверки (калибровки) .....	9
5	Сроки службы и хранения, транспортирование, гарантии изготовителя .....	10
6	Свидетельство об упаковывании .....	10
7	Свидетельство о приемке .....	11
8	Ремонт набора мер .....	12
9	Утилизация.....	12
10	Движение при эксплуатации .....	13
11	Работы при эксплуатации.....	15
	Приложение А Содержание драгоценных металлов .....	17

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	МКСН.411928.001 РЭ							
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
					Разраб.	Деньгина				Лит.	Лист	Листов
					Пров.	Шелудков				А	2	17
					Н.контр	Кляут				ОАО НПП "Эталон"		
					Утв.	Гудимов						
					Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140 Руководство по эксплуатации							

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения набора мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140 (далее – набор мер) и содержит описание устройства набора мер, принципа работы, технические характеристики, сведения о правилах эксплуатации, хранения и транспортирования, сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя и другие необходимые данные.

Набор мер не требует при эксплуатации специальных мер безопасности. Меры безопасности при работе определяются требованиями безопасности к аппаратуре, совместно с которой используется набор мер.

К работе с набором мер допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на набор мер и имеющие опыт работы с СВЧ приборами не менее 1 года.

Изготовитель – АО «НПП «Эталон»;

Россия, 644009, г. Омск-09, ул. Лермонтова, 175.

Инв.№ подп.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
14031				

Инв.№ подп.	10	Зам.	МКСН.88-22			МКСН.411928.001 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			3

# 1 Описание и работа

## 1.1 Назначение

1.1.1 Набор мер предназначен для настройки и поверки измерителей модуля коэффициента передачи и отражения (приборы вида P2), полного сопротивления (приборы вида P3) и комплексного коэффициента передачи и отражения (приборы вида P4) с соединителями типа III по ГОСТ 13317-89 и ГОСТ РВ 51914-2002, а также для измерения параметров четырехполюсников в радиоизмерительной, антенной технике и технике СВЧ в лабораторных и цеховых условиях.

1.1.2 По условиям эксплуатации набор мер относится к 3 группе средств измерений по ГОСТ 22261-94.

1.1.3 Набор мер состоит из нагрузок и фазосдвигающих отрезков. Каждая мера может использоваться как мера КСВН или как мера полного сопротивления.

1.1.4 Тип средств измерений «Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140» утвержден и зарегистрирован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под номером 36021-07.

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные размеры элементов присоединения мер соответствуют требованиям ГОСТ 13317-89 и ГОСТ РВ 51914-2002 (тип III, вариант I).

1.2.2 Диапазон рабочих частот от 0 до 4,0 ГГц.

1.2.3 Нагрузки набора мер в диапазоне частот от 0 до 2,0 ГГц являются квазисосредоточенными.

1.2.4 Волновое сопротивление мер 50 Ом.

1.2.5 Длины труб и стержней отрезков коаксиальных приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип отрезка	Длина трубы (L), мм		Длина стержня (l), мм	
	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
Э2-146	37,5	-0,015	37,5	-0,015
Э2-147	46,9			
Э2-148	56,3			
Э2-149	75,0			

Ив.№ подп.	14031
Подп. и дата	
Взаим. инв.№	
Инв.№ дубл.	
Подп. и дата	

10	Зам.	МКСН.88-22			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

МКСН.411928.001 РЭ

1.2.6 Значение сдвига фазы ( $\varphi$ ), обеспечиваемое отрезками коаксиальными, определяется по формуле

$$\varphi = -2,402 \cdot f \cdot L, \quad (1)$$

где  $f$  – частота, ГГц;

$L$  – длина отрезка коаксиального (трубы), мм.

1.2.7 Интервалы значений сопротивления постоянному току ( $R_0$ ) и КСВН ( $K$ ) набора мер приведены в таблице 2.

1.2.8 Максимальное отличие КСВН и фазы коэффициента отражения ( $KO$ ) каждой нагрузки набора мер при различных подключениях ее не превышает 0,7 предела допусковых погрешностей ( $\delta K$ ), ( $\Delta\varphi$ ), приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Тип нагрузки	$R_0$ , Ом	$K$	$\delta K$ , %	$\Delta\varphi$ , град
Э9-140	от 58,5 до 60,9	$1,2 \pm 0,050$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
Э9-141	от 35,0 до 36,4	$1,4 \pm 0,050$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
Э9-142	от 68,4 до 71,2	$1,4 \pm 0,050$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
Э9-143	от 24,4 до 25,4	$2,0 \pm 0,050$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$
Э9-144	от 98,0 до 102,0	$2,0 \pm 0,050$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$
Э9-159	от 48,9 до 50,9	$1,0 + 0,025$	$\pm 1,0$	Не нормируется
Э9-160	от 147,9 до 153	$3,0 \pm 0,100$	$\pm 2,0$	$\pm 1,0$
Э9-161	от 16,4 до 17,0	$3,0 \pm 0,100$	$\pm 2,0$	$\pm 1,0$

1.2.9 Действительные значения сопротивлений постоянному току ( $R_0$ ), КСВН, фаз коэффициента отражения ( $\varphi$ ), пределов допусковых погрешностей измерения КСВН и фаз коэффициента отражения нагрузок, длины труб ( $L$ ) и стержней ( $l$ ) отрезков коаксиальных приведены в свидетельстве о поверке.

1.2.10 Сведения о содержании драгоценных металлов приведены в приложении А.

### 1.3 Комплектность

1.3.1 Комплект поставки полного набора мер соответствует таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Количество	Заводской номер	Примечание
Нагрузка Э9-140	1 шт.		
Нагрузка Э9-141	-		

Инв.№ подл. 14031  
 Подп. и дата  
 Взаим. инв.№  
 Инв.№ дубл.  
 Подп. и дата

Наименование	Количество	Заводской номер	Примечание
Нагрузка Э9-142	1 шт.		
Нагрузка Э9-143	1 шт.		
Нагрузка Э9-144	1 шт.		
Нагрузка Э9-159	1 шт.		
Нагрузка Э9-160	1 шт.		
Нагрузка Э9-161	1 шт.		
Отрезок коаксиальный Э2-146	1 шт.		
Отрезок коаксиальный Э2-147	1 шт.		
Отрезок коаксиальный Э2-148	1 шт.		
Отрезок коаксиальный Э2-149	1 шт.		
Игла	4 шт.	–	
Ключ тарированный	1 шт.	–	
Футляр	1 шт.	–	
Руководство по эксплуатации МКСН.411928.001 РЭ	1 экз.	–	
Свидетельство о поверке	1 экз.	–	
Методика поверки МКСН.411928.001 Д	1 экз.	–	В один адрес

Примечание – По заявке потребителя возможна поставка отдельных нагрузок и отрезков коаксиальных из набора мер.

#### 1.4 Устройство и работа

1.4.1 Принцип действия мер из набора заключается в частичном и нормируемом отражении и фазовом сдвиге СВЧ сигнала в коаксиальном тракте.

1.4.2 Набор мер состоит из нагрузок и фазосдвигающих отрезков.

Нагрузки являются как мерами КСВН, так и мерами комплексного коэффициента отражения (полного сопротивления) и предназначены для частичного и нормируемого отражения СВЧ сигнала.

Отрезки являются мерами волнового сопротивления и предназначены для фазового сдвига СВЧ сигнала.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
14031				

10	Зам.	МКСН.88-22		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МКСН.411928.001 РЭ

Лист

6

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Набор мер относится к образцовым (эталонным) средствам измерения, поэтому разрешается работать только с поверенными мерами.

2.1.2 При работе предохранять меры от ударов.

2.1.3 Следить за тем, чтобы на контактных поверхностях СВЧ соединителей не было грязи, заусениц и царапин.

2.1.4 Категорически запрещается подключать нагрузки и отрезки набора мер к соединителям, присоединительные размеры которых не соответствуют требованиям ГОСТ 13317-89 и ГОСТ РВ 51914-2002 (тип III розетка).

2.1.5 Уровень мощности, подаваемой на меру, должен быть не более 0,25 Вт.

2.1.6 Категорически запрещается разбирать нагрузки из набора мер.

2.1.7 Значения климатических и механических факторов при эксплуатации и транспортировании должны соответствовать нормам, установленным ГОСТ 22261-94 для 3 группы средств измерений.

2.1.8 При эксплуатации и хранении набор мер должен быть защищен от пыли, дыма, газов и паров, вызывающих коррозию деталей и узлов набора мер.

Хранение набора мер необходимо проводить в футляре, при этом на стержни отрезков коаксиальных должны быть надеты пластмассовые втулки, а сами стержни вложены в соответствующие им трубы. На нагрузки и трубы отрезков коаксиальных должны быть надеты заглушки.

### 2.2 Подготовка к использованию и использование

2.2.1 Перед использованием набора мер необходимо:

- из набора мер выбрать меры с требуемыми характеристиками и снять заглушки;
- обеспечить в рабочем помещении требуемую стабильность температуры и отсутствие интенсивных воздушных потоков;
- выдержать выбранные меры при нормальных условиях не менее 1 ч;

Инв.№ подп.	14031	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	10	Зам.	МКСН.88-22	№ докум.	Подп.	Дата	МКСН.411928.001 РЭ	Лист
													7

– подготовить к работе поверяемые (исследуемые) приборы в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации;

– соединители мер и поверяемых (исследуемых) приборов протереть спиртом-ректификатом по ГОСТ Р 55878-2013.

2.2.2 Провести внешний осмотр выбранных мер. При этом установить соответствие мер следующим требованиям:

1) отсутствие видимых механических повреждений и отсутствие заусениц на плоскостях торцов нагрузок и отрезков;

2) механическая исправность присоединительных элементов, внутреннего проводника и шайбы;

3) жесткое крепление внутреннего проводника мер (проводник не должен иметь качания и проворачивания);

4) покрытие токоведущих поверхностей мер должно быть ровным, без царапин и сбоев;

5) маркировка мер должна быть четкой и соответствовать указанной в РЭ или свидетельстве о предыдущей поверке мер.

2.2.3 При подключении меры к прибору необходимо следить за тем, чтобы была хорошая стыковка нагрузок и отрезков коаксиальных между собой и прибором (без усилий, перекосов, проворачивания и т.д.). При подключении пользоваться ключом тарированным.

2.2.4 Соединитель, к которому подключается отрезок коаксиальный или нагрузка набора мер, должен соответствовать требованиям ГОСТ 13317-89 и ГОСТ РВ 51914-2002 (тип III розетка).

2.2.5 При подключении нагрузки с отрезком к прибору необходимо выполнить следующие операции:

1) надеть на внутренний проводник нагрузки, поставленной на торец соединителем вверх, стержень отрезка;

2) надеть трубу отрезка и закрутить гайку;

3) вставить иглу в отверстие трубы отрезка и повернуть сочлененную меру с отрезком так, чтобы стержень лег на иглу;

4) подсоединить меру с отрезком к прибору, закрутить гайку отрезка и вынуть иглу.

2.2.6 При переподключении меры (поворот вокруг оси) необходимо выполнить следующие операции:

1) ослабить гайку нагрузки;

2) чуть оттянуть нагрузку, не разъединяя ее с внутренним проводником отрезка, и повернуть ее по часовой стрелке на требуемый угол;

3) придвинуть нагрузку к отрезку и затянуть гайку.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
14031				

10	Зам.	МКСН.88-22			МКСН.411928.001 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8



2.2.7 Измерить прибором значение КСВН и (или) фазы КО меры. Измерение провести согласно инструкции по эксплуатации на прибор при четырех подключениях меры, поворачивая ее при подключении примерно на 90 ° относительно предыдущего положения.

2.2.8 За результат измерения принять среднее арифметическое значение из полученных при четырех подключениях меры.

2.2.9 Результат измерений сравнить с записанным в свидетельстве о поверке значением. Разность между измеренным значением КСВН (и фазы КО) и данными поверки определяют погрешность прибора на данной частоте.

### 3 Указания по поверке

3.1 Поверку мер проводят по методике поверки МКСН.411928.001 Д «Набор мер КСВН и полного сопротивления I разряда ЭК9-140. Методика поверки».

3.2 Межповерочный интервал – два года.

### 4 Результаты поверки (калибровки)

Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140 (или отдельные меры)

зав. № \_\_\_\_\_  
поверен и на основании результатов первичной поверки (калибровки) признан пригодным к применению.

Поверительное Поверитель \_\_\_\_\_  
(калибровочное) подпись инициалы, фамилия  
клеймо \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Место знака  
поверки

Интв.№ подп.	Подп. и дата	Взаим. интв.№	Интв.№ дубл.	Подп. и дата
14031				

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МКСН.411928.001 РЭ	Лист
10	Зам.	МКСН.88-22				9

## 5 Сроки службы и хранения, транспортирование, гарантии изготовителя

5.1 Условия транспортирования набора мер соответствуют условиям хранения 2 по ГОСТ 15150-69.

Погрузочно-разгрузочные работы осуществлять без ударов.

5.2 При транспортировании предусмотреть защиту набора мер от воздействия тумана и атмосферных осадков.

5.3 Условия хранения в части воздействия климатических факторов - по условиям хранения 1 ГОСТ 15150-69.

5.4 В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

5.5 Изготовитель гарантирует соответствие набора мер требованиям ТУ 4381-080-02566540-2007 при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

5.6 Гарантийный срок хранения 6 месяцев со дня изготовления. Гарантийный срок эксплуатации 18 месяцев со дня ввода набора мер в эксплуатацию, но не более 24 месяцев со дня изготовления.

5.7 Гарантированное количество подключений – 5000, при осевом усилии не более 450 Н.

5.8 В случае обнаружения дефектов до истечения гарантийного срока потребитель составляет технически обоснованный акт, который вместе с паспортом и набором мер направляет на предприятие-изготовитель, где производится ремонт или замена набора мер.

## 6 Свидетельство об упаковке

Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140 (или отдельные меры) зав. № \_\_\_\_\_  
упакован на АО «НПП «Эталон» согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

Штамп ОТК

Инв.№ подл.	Подп. и дата
14031	
Взаим. инв.№	Подп. и дата
Инв.№ дубл.	Подп. и дата

10	Зам.	МКСН.88-22			МКСН.411928.001 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

7 Свидетельство о приемке

Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140 (или отдельные меры)

зав. № \_\_\_\_\_

изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных (национальных) стандартов, действующей технической документацией и признан годным для эксплуатации.

Представитель ОТК

М.П. \_\_\_\_\_

личная подпись

\_\_\_\_\_

расшифровка подписи

\_\_\_\_\_

год, месяц

Инв.№ подп.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
14031				

10	Зам.	МКСН.88-22		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МКСН.411928.001 РЭ

Лист

11

## 8 Ремонт набора мер

8.1 Ремонт набора мер проводит предприятие-изготовитель.

Вопрос о ремонтпригодности решает предприятие-изготовитель.

Обращаться по адресу: 644009, Россия, г. Омск, ул. Лермонтова, 175

АО «НПП «Эталон»; тел. ОТК (3812) 36-95-92

E-mail: fgup@omsketalon.ru

## 9 Утилизация

9.1 Набор мер не представляет опасности для жизни и здоровья человека и окружающей среды.

9.2 Отработавшие срок службы или вышедшие из строя по каким-либо причинам меры надлежит сдавать для изъятия драгоценных металлов в соответствии с инструкцией Министерства финансов РФ, утвержденной приказом от 29.08.01 № 68н.

Инв.№ подп.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	14031	МКСН.411928.001 РЭ				Лист
						10	Зам.	МКСН.88-22		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

10 Движение при эксплуатации

10.1 Прием и передача набора мер

10.1.1 Сведения о приеме и передаче набора мер (отдельных мер) от одного потребителя к другому, а также сведения о техническом состоянии на момент передачи заносят в таблицу 4.

Таблица 4

Дата	Состояние изделия	Основание (наименование, номер и дата документа)	Предприятие, должность и подпись		Примечание
			сдавшего	принявшего	

Инв.№ подп.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
14031				

10.2 Сведения о закреплении набора мер

10.2.1 Сведения о закреплении набора мер при эксплуатации за ответственными лицами заносятся в таблицу 5.

Таблица 5

Наименование изделия (составной части) и обозначение	Должность, фамилия и инициалы	Основание (наименование, номер и дата документа)		Примечание
		закрепление	открепление	

Инв.№ подп.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
14031				

10	Зам.	МКСН.88-22		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МКСН.411928.001 РЭ

11 Работы при эксплуатации

11.1 Поверка набора мер

11.1.1 Информация о поверке набора мер, периодичности и дате проведения поверки приведена в таблице 6

Таблица 6

Наименование и обозначение средств измерений	Зав. №	Периодичность поверки	Поверка		Поверительное клеймо	Поверитель
			Дата	Срок очередной поверки		
Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140 (или отдельные меры)		24 мес				

Инв.№ подп.	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
14031				

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата
14031				

Приложение А  
(рекомендуемое)  
Протокол проверки ЭК9-140 № \_\_\_\_\_

Тип нагрузки	R <sub>о</sub> , Ом	Значение КСВН и фазы КО на частотах, ГГц				Соответствие присоединительных размеров ГОСТ 13317-89							
		0		1		2		3		4			
		φ	К	φ	К	φ	К	φ	К	φ	К	φ	Откл. от соосности 0,05
Э9-140		0											
Э9-141		180											
Э9-142		0											
Э9-143		180											
Э9-144		0											
Э9-159		-											
Э9-160		0											
Э9-161		180											
Тип отрезка	Длина, мм	Соответствие присоединительных размеров ГОСТ 13317-89											
		стержня	трубы	Ø8,04	Ø8,06	Ø1,7							
Э2-146													
Э2-147													
Э2-148													
Э2-149													

На частотах (f), менее 2 ГГц, КСВН (K<sub>f</sub>) и фаза КО (φ<sub>о</sub>) определяется из соотношений:  
 $K_f = K_o + 0,5 \cdot (K_2 - K_o) \cdot f$ ;  $\phi_f = \phi_o + 0,5 \cdot (\phi_2 - \phi_o) \cdot f$

где f – частота поверки;

K<sub>f</sub>, φ<sub>f</sub>, K<sub>2</sub>, φ<sub>2</sub>, K<sub>о</sub>, φ<sub>о</sub> - значения КСВН и фазы КО на частоте поверки; на частоте 2 ГГц; на постоянном токе, соответственно, причем

$$K_o = \frac{50}{R_o} \quad \text{и} \quad \phi_o = 180^\circ \quad \text{для} \quad R_o < 50;$$

$$K_o = \frac{R_o}{50} \quad \text{и} \quad \phi_o = 0^\circ \quad \text{для} \quad R_o > 50$$

Действительное значение фазы КО (φ<sub>н</sub>) меры, состоящей из нагрузки и фазосдвигающего отрезка, определяется из формулы: φ<sub>н</sub> = φ<sub>н</sub> - 2,402 · f · L,  
 где: φ<sub>н</sub> - действительное значение фазы КО нагрузки;

L - действительное значение длины фазосдвигающего отрезка.

Волновое сопротивление мер – 50 Ом

Измерения проводились в нормальных условиях

П(р)оверил: \_\_\_\_\_

Погрешность поверки не превышает:

- по КСВН: ± 1,0 % для мер с КСВН K ≤ 1,4

± 1,5 % для мер с КСВН K = 2,0

± 2,0 % для мер с КСВН K = 3,0

- по фазе КО: ± 1,0 ° для мер с КСВН K ≥ 2,0

± 1,5 ° для мер с КСВН K = 1,4

± 2,0 ° для мер с КСВН K = 1,2



Приложение Б

(Справочное)

Содержание драгоценных металлов

Таблица Б.1

Тип изделия	Тип элемента	Количество элементов, шт.	Масса в 1 шт., г
			серебро
Э2-146	Стержень	1	0,0418
Э2-147	Стержень	1	0,0469
Э2-148	Стержень	1	0,0550
Э2-149	Стержень	1	0,0681

Итого:

0,2118

Инв.№ подп. 14031	Подп. и дата	Взаим. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	МКСН.411928.001 РЭ					Лист					
										10	Зам.	МКСН.88-22			17
										Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

